

# BÆREDYGTIGHEDSKRAV KAN FORSINKE DEN GRØNNE OMSTILLING



---

-AXCEL FUTURE

APRIL 2023

ANALYSE UDARBEJDET AF:

SENIORRÅDGIVER, FINN LAURITZEN  
KLIMAØKONOM, LAURIDS RUDBECK RØGE  
JUNIORANALYTIKER, MALTHE SIGH VINDBJERG

## HOVEDKONKLUSIONER

En række af Folketingets klimaordførere har i et stykke tid presset på for at indføre bæredygtighedskrav til de vindmøller, der stilles op i Danmark. Vindmøllerne producerer billig, grøn strøm og reducerer afhængigheden af energiproduktion fra fossile kilder. Men produktionen af møllerne påvirker imidlertid også klimaet, ligesom nedtagningen af især møllevinger kan påvirke miljøet, hvis de deponeres. Det er derfor relevant at spørge, hvordan vi bedst reducerer vindmøllernes miljø- og klimabelastning, så møllerne kan blive endnu mere bæredygtige, end de er i dag, hele vejen fra vugge til grav.

Klima-, Energi- og Forsyningsministeriet er derfor på vej med forslag til, hvordan man kan indarbejde bæredygtighedskriterier i de kommende års vindudbud. Og det er baggrunden for, at Axcelfuture har analyseret dette.

Vores hovedkonklusion er, at bæredygtighedsspørgsmålet bør ses i tæt sammenhæng med erhvervs- og sikkerhedspolitikken. Hovedløse bæredygtighedskrav kan forsinke den grønne omstilling. Bæredygtighed hænger endvidere sammen med vindbranchens rentabilitet og truslen fra Kina, og derfor er det nødvendigt med et helhedssyn på udfordringerne.

En del af baggrunden for det er, at store dele af den danske vindbranche – eller rettere det meste af den europæiske vindbranche – er presset. Både Vestas og Siemens Gamesa havde underskud i 2022 på henholdsvis 11,7 mia. kr. og 7 mia. kr. Tidligere var det især underleverandørerne, der var under pres, men nu er en stor del af værdikæden. Hvis virksomhederne indskrænker, har vi om få år ikke en europæisk vindbranche, der kan levere de nødvendige antal møller og sikre et stigende europæisk energiuafhængighed.

Indtjeningsproblemerne skyldes også en skærpet international konkurrence, som ikke mindst kommer fra Kina. Kina har som erklæret mål at blive verdensledende på grøn energi, herunder vindmøller, og midlet hertil er statsstøtte.

Men hvad kan vi – i Danmark, og i Europa, gøre ved det?

Denne analyse viser, at det på nogle områder kan være en god ide med skærpede bæredygtighedskrav. Det kan i sig selv bidrage til den grønne omstilling – og samtidig hjælpe europæiske virksomheder i konkurrencen. Grønne krav i udbuddene skal dog indføres forsigtigt for ikke at gøre vindmøllerne for dyre, og de er ikke et mirakelmiddel til at undgå kinesisk konkurrenceforvridning. Der er også risiko for, at bæredygtighedskrav kan komplicere og dermed forsinke udbuddene.

Det kan også konstateres, at det er svært at opstille bæredygtighedskrav, der er objektive, nemme at måle og svære at snyde med. Og hvis vi kræver grønt stål, grøn cement eller grønt kobber, forsinkes vi den grønne omstilling, for disse materialer findes slet ikke i tilstrækkelige mængder og vil næppe gøre det før efter 2030.

Derfor er det nødvendigt samtidigt med nye bæredygtighedskrav at skærpe indsatsen for, at Kina ikke gennem statsstøtte sætter sig på det globale vindmarked.

Dilemmaet her er, at samtidig med, at konkurrencen fra Kina øges, bruger europæiske virksomheder i stor stil kinesiske underleverandører. Alene i kraft af Kinas adgang til sjældne mineraler vil det være alt for dyrt at udelukke kinesiske underleverandører. Omvendt skal vi heller ikke bare se til, mens kinesiske virksomheder vinder markedsandele.

På den baggrund har vi to konkrete bæredygtighedsanbefalinger for kommende vindudbud:

\* Der bør indføres et forbud mod at deponere vindmøllevinger. Selv om det først er et aktuelt problem 30 år eller mere fra udbuddet, kan man godt kræve en garanti mod dette, som kan udløse en bod til udbudsvinderen, hvis forbuddet overtrædes.

\* Der skal være et krav om gode og dækkende LCA-beregninger, der er valideret af globalt anerkendte evaluatore eller revisionsvirksomheder om vindparkernes samlede CO<sub>2</sub>-aftryk.

Løsningen vedrørende konkurrencetruslen fra Kina kan være en palette af udbudskrav, som gør det muligt for kinesiske virksomheder at være med, men på lige vilkår med europæiske virksomheder:

\* på det sociale område kan man fx stille krav om lærlinge og opfyldelse af krav om arbejdsmiljø mv.

\* på bæredygtighedsområdet kan kravet om globalt anerkendte livscyklusberegninger nævnt ovenfor også være vanskeligt for kinesiske leverandører at leve op til.

\* på statsstøtteområdet kan man i kontrakterne med dem, der vinder udbuddet, kræve adgang til en direkte bod, hvis underleverandører efterfølgende taber EU-statsstøttesager.

## Indhold:

Vindbranchen har mange udfordringer .....	5
Andre kriterier end pris bør indgå i vindudbuddene .....	7
Kinas rolle .....	8
Genanvendelse af vindmøller.....	11
Vindmøllens materialemæssige sammensætning.....	11
Genanvendelse af møllevinger i dag .....	13
Næste generation af vindmøllevinger .....	14
Krav til genanvendelse i vindmølleudbud.....	16
Konklusion om krav til genanvendelse.....	17
CO2-krav til vindmølleparker.....	18
International konkurrence og innovation.....	27
Bilag 1. Inspiration udefra – udbudskrav i Holland, Tyskland og Frankrig.....	30
Hollandske HWK VI og HWK VII .....	30
Tyske vindmølleudbud under udvikling.....	34
Franske AO4 .....	36
Bilag 2. Arbejdsrapport fra Kromann Reumert om bæredygtighed i udbudsprocessen .....	38

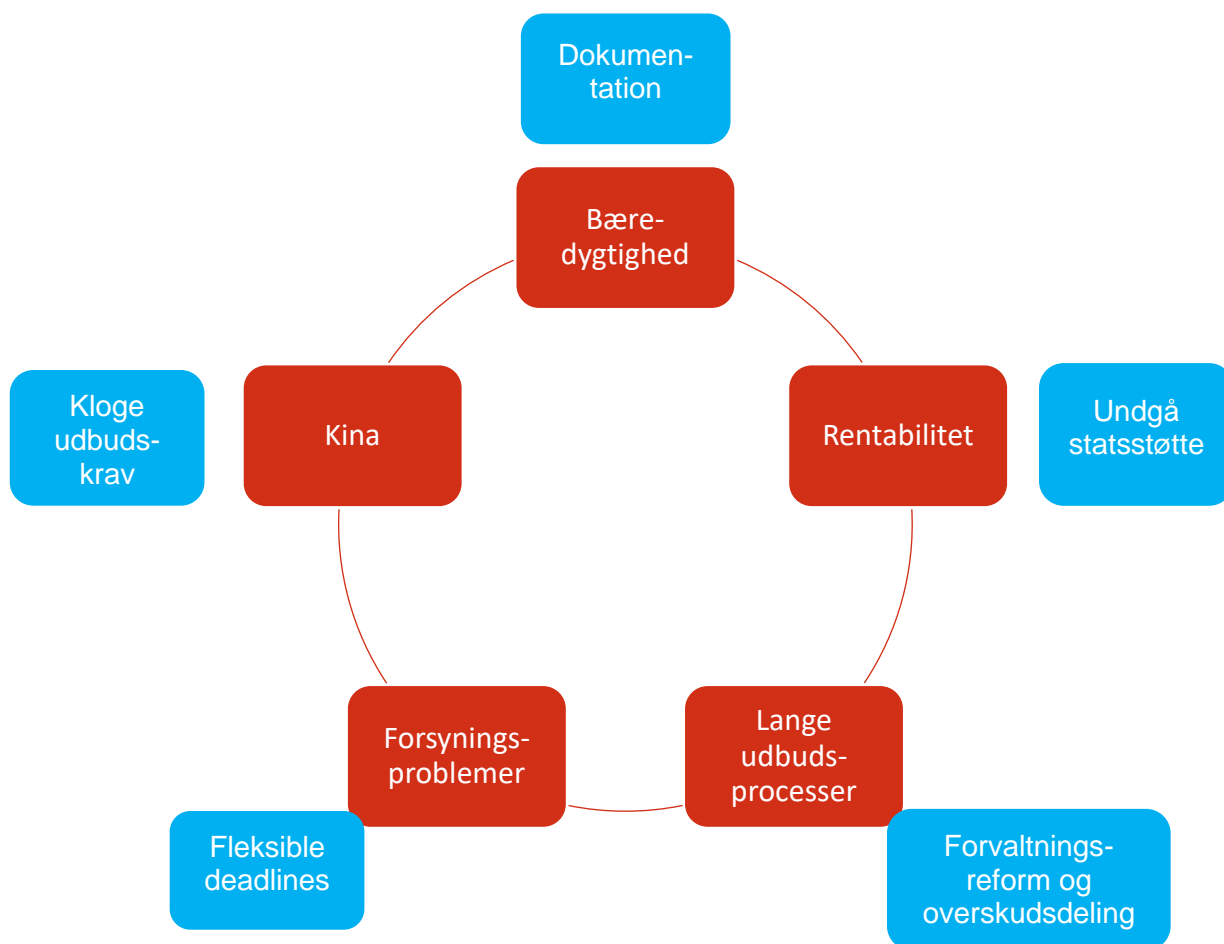
---

# VINDBRANCHEN HAR MANGE UDFORDRINGER

---

Både den danske og den europæiske vindbranche er udfordret. Der er især fem udfordringer, som er vist i figur 1. De fem udfordringer hænger sammen, men kræver forskellige løsninger. Dette ses af de blå bokse i figur 1. Denne analyse tager udgangspunkt i bæredygtighedsdagsordenen, men viser også, at denne skal ses i sammenhæng med de fire andre udfordringer.

**FIGUR 1. FEM UDFORDRINGER OG FEM LØSNINGSBIDRAG**



Kilde: Axcelfuture. Note: de røde bokse angiver udfordringerne, og de blå bokse bidrag til løsninger.

Vindmøllerne bidrager selvsagt til den grønne omstilling og er derfor bæredygtige i sig selv. Det er imidlertid en udfordring at få dem gjort endnu mere bæredygtige. Det kan bl.a. ske ved at gøre en så stor del af møllerne som muligt genanvendelige eller ved at reducere deres klimaaftryk. Men for strenge krav til bæredygtighed vil forlænge de i forvejen lange udbudsprocesser og øge de aktuelle forsyningsproblemer – og dermed

forsinke den grønne omstilling. Løsningen er derfor ikke strenge bæredygtighedskrav på kort sigt, men at starte arbejdet mod mere bæredygtige møller, som først og fremmest kræver om troværdig, tredjepartsverificeret dokumentation for møllernes CO2-aftryk.

Vindbranchen tjener for få penge – dvs. er ikke rentabel nok, og det truer dens fremtid. Det kan øge forsyningsproblemerne og gøre branchen mere sårbar over for konkurrence fra især Kina. Løsningen her er ikke statsstøtte (som også mange i Europa foreslår). Løsningen er tværtimod en styrket indsats mod statsstøtte, ikke mindst fra Kina.

Hvis den lave indtjening får virksomhederne til at indskrænke, vil det reducere deres kapacitet og dermed deres evne til at levere de meget store antal vindmøller, som europæiske politikere har ambitioner om.

De lange udbudsprocesser – altså at det kan tage 10-15 år fra politisk beslutning om en vindpark til den står færdig, medfører periodevis ordretørke i vindbranchen, der forstærker dens indtjeningsproblemer. Løsningen er her den forvaltningsreform, som Axcelfuture anbefalede i april 2022<sup>1</sup>. Men det er også meget hurtigt at indføre den overskudsdelingsmodel, Axcelfuture anbefalede i juni sidste år<sup>2</sup>, så vi hurtigt får løst de statsstøtteproblemer, der har fået Energistyrelsen til at stoppe sagsbehandlingen af de såkaldte åben-dør ansøgninger.

De aktuelle forsyningsproblemer, bla. pga. krigen i Ukraine, har øget omkostningerne til næsten alle vindmølledele – og presset indtjeningen yderligere i vindbranchen. Forsyningsproblemerne besværliggør endvidere øgede krav til bæredygtighed, fx i form af grønt stål eller grøn cement, som simpelt hen ikke findes i tilstrækkelige mængder. Løsningen på disse problemer er fleksibilitet i de tidskrav og deadlines, der indgår i vindudbuddene.

Sidst men ikke mindst spiller konkurrencetruslen fra Kina en vigtig, men også kompleks rolle. Kina har udpeget grøn energi som et af 10 områder, hvor Kina vil være verdensledende – ikke bare gennem F&U, men også gennem statsstøtte. Løsningen her er ikke at stoppe med at handle med Kina, for det vil gøre vindmøllerne endnu dyrere og forstærke forsyningsproblemerne. Og mange danske og europæiske vindproducenter er i dag afhængige af kinesiske underleverancer. Løsningen er en palette af balancerede krav – bla. om at undgå statsstøtte, men også om dokumentation af bæredygtighed og om sociale klausuler.

Da udfordringerne hænger sammen, er der behov for et helhedssyn på dem. Og der er behov for, vindudbuddene ikke kan skal handle om pris. Men hvordan gøres det bedst? Det er det spørgsmål, vi behandler i denne rapport<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://axcelfuture.dk/s/DANMARK-HAR-BRUG-FOR-EN-VE-FORVALTNINGSREFORM-FINAL.pdf>

<sup>2</sup> <https://axcelfuture.dk/s/Hvordan-udbyder-Danmark-bedst-havvind-2022.pdf>

<sup>3</sup> Vi har ved udarbejdelsen af denne analyse haft en god dialog med Energistyrelsen, men hæfter selvsagt selv for evt. fejl og mangler

---

# ANDRE KRITERIER END PRIS BØR INDGÅ I VINDUDBUDDENE

---

I denne analyse fokuserer vi på de krav, som man kan overveje at indføre i fremtidige vindudbud parallelt med økonomiske parametre som pris og den andel af overskuddet, samfundet skal have.

Som beskrevet i bilag 1, hvor vi har set på, hvordan andre europæiske lande i de senere år har inddraget en række ikke-pris parametre i vindudbuddene, er der mange forskellige modeller for, hvordan dette kan ske. I denne analyse fokuserer vi på bæredygtighedskrav, men andre lande stiller også en række andre krav. De vigtigste af disse er:

- Biodiversitet, dvs. forhold der påvirker miljøet for dyr og planter, som påvirkes i forbindelse med produktion, opsætning, drift, tilstedeværelse/produktion og nedtagelse af vindmøller
- Forhold, der påvirker innovation i det samlede energisystem, herunder systemintegration
- Sociale forhold, både generelt for anvendt arbejdskraft og lærlinge, samt for lokal beskæftigelse og erhverv
- Forsyningssikkerhed, både med hensyn til løbende energiproduktion samt med materialer, reservedele, transmission mv.
- Geopolitisk sikkerhed, dvs. sikkerhed i forhold til terror, spionage, cybersikkerhed og krig

*Forhold af betydning for miljøet, herunder biodiversitet, kan have stor betydning i vindmølleudbud. Axcelfuture har også analyseret en række af disse forhold, generelt for hele energisektoren, i maj 2022<sup>4</sup>. Konklusionen her var ikke, at Danmark skal slække på krav om naturbeskyttelse, men at disse krav bør varetages på en mere effektiv måde end i dag, så de ikke forsinket VE-projekter med adskillige år. Danmark har i dag detaljerede regler og en grundig praksis for forundersøgelser, der klarlægger miljøkonsekvenser af projekter og i meget vidt omfang pålægger projekterne at undgå sådanne konsekvenser eller at kompensere for dem. I Danmark er der også klagemuligheder til nævn, der har vidtgående kompetence til at stoppe eller gribe ind i projekterne.*

Det er godt, at de danske miljøbeskyttelsesregler giver en stærk miljøbeskyttelse, men så længe der ikke er taget skridt til at effektivisere de administrative processer på dette område, anbefaler vi ikke, at disse krav strammes yderligere.

*Forhold, der påvirker innovationen og systemintegrationen (dvs. hensyn på tværs af de enkelte energiarter og energisystemer) har ikke tidligere indgået i overvejelserne om design af de enkelte vindudbud. Disse spørgsmål har selvsagt indgået i Danmarks energiplanlægning, men ikke i det enkelte udbud.*

---

<sup>4</sup> <https://axcelfuture.dk/s/DANMARK-HAR-BRUG-FOR-EN-VE-FORVALTNINGSREFORM-FINAL.pdf>

Fremover vil vindudbuddene blive større med typiske vindparker over 1 GW. På trods af den stærkt stigende VE-kapacitet i det danske elsystem fra både vind- og solenergi, vil der fortsat være "underskudstimer", hvor VE-produktionen ikke kan dække elforbruget, og hvor import af el vil være dyrt. Samtidig vil også være flere og flere timer, hvor VE-produktionen er større end elforbruget.

Der er derfor et stigende behov for at vise, hvordan elproduktionen, bedst muligt kan kobles sammen med PtX-produktionen, og hvordan overskudsvarmen fra PtX-produktionen kan bruges som fjernvarmen, så det samlede energisystem bliver robust og omkostningseffektivt.

Vi vurderer dog, at inddragelse af innovations- og systemintegrationshensyn i vindudbuddene risikerer at gøre udbuddene mere subjektive og usikre set fra et investorsynspunkt – og at disse hensyn kan varetages lige så godt på andre måder. På baggrund af vores dialog med danske investorer vurderer vi også, at nogle af disse vil etablere havvindparker i sammenhæng med PtX-faciliteter uden at blive "belønnet" for det udbudsmæssigt.

*Sociale forhold* kan også indgå i udbuddene. I en international sammenhæng kan det være vanskeligt, men i en europæisk kontekst vil et typisk krav kunne være, at developer og/eller leverandører sikrer et tilstrækkeligt antal lærlingestillinger mv. knyttet til produktion, anlæg og drift af parkerne. Dette hensyn kan have stor betydning på længere sigt, hvor mange forventer, at der kan blive stor mangel på især faglærte til at understøtte væksten i energi- og forsyningssektoren.

I vores dialog med investorer vurderes sociale forhold også forskelligt. Nogle er skeptiske, fordi store vindudbydere i andre europæiske lande kan få "billige" point her i kraft af fx lærlingeansættelser i koncernforbundne virksomheder, mens andre peger på, at sociale betingelser, brugt på den rigtige måde, kan gøre det sværere for kinesiske bydere at underbyde europæiske bydere.

*Forsyningsikkerhed og især geopolitisk sikkerhed* er kommet langt mere i fokus de seneste år, ikke mindst i relation til Rusland – men på længere sigt vil det formentlig især være truslen fra Kina, der skal tages højde for.

Det kan i øvrigt tilføjes, at vores vurdering af erfaringerne fra vindudbud i andre lande er, at pendulet er ved igen at "svinge væk" fra kvalitative krav (i modsætning til absolutte krav for at være med i udbuddet, samt økonomiske bud-parametre), fordi de kvalitative krav gør udbuddene mere komplekse.

---

## KINAS ROLLE

---

Forsyningsikkerheden, samt i bredere forstand den geopolitiske sikkerhed, er et område, der efter Ruslands invasion i Ukraine er kommet et nyt og stærkt fokus på. De vanskeligheder, Europa har med at skaffe tilstrækkeligt med energi ultimo 2022, vil blive langt værre og få en helt anden karakter, hvis udenrigshandelen med Kina trues. I et



scenarie, hvor der er en stærk kinesisk satsning på at opnå store markedsandele globalt på vindområdet, fx ved at statsstøtte kinesiske producenter, kan der derfor være grund til bekymring.

Det vanskelige ved at tage stilling til den kinesiske udfordring er Kinas dobbelte rolle. Kina er en nødvendig, og ofte billig og pålidelig, underleverandør på mange af de materialer og komponenter, der indgår i vindmøller – herunder sjældne mineraler, som vi vender tilbage til. Samtidig har Kina som erklæret ambition at blive verdensledende på grøn energi, herunder vindkraft. Skræmmescenariet, set med europæiske øjne, er at det vil gå med vindområdet på samme måde som på solområdet, hvor der tidligere var en væsentlig europæisk produktion, men hvor Kina i dag sidder på over 90 pct. af verdensmarkedet.

Afhængigheden af Kina er ikke nødvendigvis kun en langsigtet trussel, men kan også materialisere sig hurtigt. Hvis Kina optrapper sin støtte til Ruslands angreb på Ukraine eller tager skridt til at angribe Taiwan, kan der hurtigt opstå en situation, hvor handlen med Kina ikke kan fortsætte som hidtil.

På energiområdet er der allerede regler, der giver myndighederne hjemmel til at afgrænse og sikre kritisk infrastruktur. Og generelt er der indført en række regler, både på EU-plan og i de enkelte lande, som giver mulighed for at beskytte europæisk kritisk infrastruktur.

Ud over antidumping-reglerne på handelsområdet har EU-Kommissionen gennemført en regulering, der har gjort det muligt for EU-landene at gennemføre investeringsscreeningslovgivning, der fx kan hindre, at kinesiske interesser ejer vindparker eller andre vigtige dele af energisystemet. I Danmark er disse regler gennemført i Investeringsscreeningsloven, der trådte i kraft 1. juni 2021.

Den europæiske vindindustri er udsat for konkurrence fra ikke-europæiske selskaber, der i nogle tilfælde ikke er på markedsvilkår. Det er særligt kinesisk statsstøtte, der udfordrer vindmølleproducenter og flere underleverandører.

EU har egentlig relativt skrappe regler, der forbyder nationalstater at give statsstøtte til virksomhederne, men disse regler dækker ikke statsstøtte fra lande uden for EU. Det har efterladt vindbranchen i en hård og unfair konkurrence fra kinesiske virksomheder, der modtager støtte fra den kinesiske stat.

Hidtil har EU-Kommissionens eneste mulighed været at pålægge produkter fra sådanne virksomheder en anti-dumping told, hvilket er sket regelmæssigt. EU har senest i marts 2022 pålagt virksomheder fra Indonesien og Kina en straffetold på stålprodukter.<sup>5</sup>

Udfordringen er dog, at kinesiske producenter har datterselskaber i mange lande, som de relativt nemt kan flytte produktionen til. Samtidig tager det ofte mindst to år, fra en virksomhed klager over dumping, til EU-Kommissionen kan beslutte en straffetold, idet sagerne skal belyses og dokumenteres tilstrækkeligt grundigt, og da der skal gives tid til den anklagede virksomhed og dets hjemland til at gå ind i sagen. Mens sagerne belyses, kan statsstøtten fortsætte.

Der er dog nye muligheder på vej fra EU. Fra sommeren 2023 vil virksomheder, der modtager statsstøtte fra tredjelande uden for EU, blive underlagt nyt tilsyn. En ny EU-

---

<sup>5</sup> [EU counters steel subsidies \(europa.eu\)](https://europa.eu/eu-press/press-releases/2022/03/22-03-2022-01)

forordning giver således Europa-Kommissionen mulighed for at gribe ind over for virksomheder, der har modtaget statsstøtte fra tredjelande inden for de seneste fem år.

Udenlandske subsidier omfatter ethvert finansielt bidrag, herunder fx overførsel af midler, skattefritagelse, levering eller køb af varer eller ydelser mv., som er ydet af tredjelande, herunder fx offentlige myndigheder eller øvrige offentlig eller private enheder, hvis handlinger kan tilskrives tredjelandet ud fra de konkrete omstændigheder.

Forekommer der ulovlig statsstøtte kan EU-kommissionen fx kræve udenlandske subsidier tilbagebetalt, forbyde fusioners gennemførsel eller forbyde tildeling af kontrakter i forbindelse med udbud.

Forordningen gælder for alle udenlandske subsidier, der er givet inden for fem år fra den 12. juli 2023, hvis de fordrejer konkurrencen efter denne dato.<sup>6</sup>

Denne mekanisme kan potentielt få stor effekt på konkurrencevilkårene i det omfang, det bliver muligt at håndhæve den. Det kan dog vise sig at være en udfordring at påvise statsstøtten, hvis det foregår gennem ugenemsksuelige concernforhold.

Ikke desto mindre virker det som den rigtige vej at gå. Det er nemlig vanskeligt at se en alternativ vej, der ikke risikerer at skabe nye problemer, der er større end de nuværende. Det er nemlig fortsat afgørende at bibeholde fornuftige handelsforhold med Kina på klimateknologi, da Europa er afhængig af Kina ift. adgang til en række råvarer og teknologier. Fx var Kina leverandør af 98 pct. af EU's adgang til sjældne jordarter mellem 2012 og 2016. Disse råvarer indgår fx i magneter i elbiler og vindmøller.<sup>7</sup>

Mere overordnet har EU identificeret 137 produkter, hvor EU er dybt afhængige af leverandører fra tredjelande, og over halvdelen heraf stammer fra Kina.<sup>8</sup>

Det er derfor ikke en farbar vej bare at blokere for kinesiske produkter og underleverancer på vindområdet for at undgå konkurrencen fra den kinesiske statsstøtte. Det vil fordyre vindmølleproduktionen betragteligt, og vi risikerer også, at europæiske vindproducenter vil miste konkurrenceevne på markeder uden for EU, hvis adgangen til de råmaterialer, vi sourcer fra Kina, begrænses eller blokeres – enten af EU eller kinesiske modreaktioner. Det vil samtidig uundgåeligt vil bremse europæiske virksomheders eksport til Kina.

I princippet kunne "Kina-risikoen" risiko også fjernes ved på forhånd at karakterisere Kina som en systemisk risiko og blokere for kinesiske produkter og underleverancer på vindområdet. Det vil imidlertid være et meget vidtgående skridt, som kan fordyre vindmølleproduktionen betragteligt. Derudover vil der med stor sandsynlighed komme modgående kinesiske foranstaltninger, som ville bremse europæiske virksomheders eksport til Kina.

Vi vurderer derfor, at truslen fra Kina ikke kan fjernes, men at den kan reduceres med en palette af det, vi ovenfor i figur 1 har kaldt "kloge udbuds krav". Sådanne udbuds krav skal balances mod risikoen for, at sådanne krav medfører, at vindmøllerne bliver dyrere.

På nuværende tidspunkt er der tre udbuds krav, som vil reducere risikoen for kinesisk konkurrenceforvridning:

- på det sociale område kan der stilles krav om et vist lærlinge og opfyldelse af ILO<sup>9</sup>-

<sup>6</sup> [Få styr på de nye regler om statsstøtte fra tredjelande | Kromann Reumert](#)

<sup>7</sup> [swd-strategic-dependencies-capacities\\_en.pdf \(europa.eu\)](#)

<sup>8</sup> [European industrial strategy \(europa.eu\)](#)

<sup>9</sup> International Labour Organisation

- krav
- på bæredygtighedsområdet, som vi gennemgår nedenfor, kan man stille krav om LCA-beregninger verificeret af globalt anerkendte evaluatore, revisionsvirksomheder eller lignende.
  - På statsstøtteområdet kan kontrakterne med dem, der vinder udbuddet, kræve adgang til en direkte bod, såfremt leverandøren efterfølgende taber EU-statsstøttesager.

Herudover vil det skærpe virkningen, hvis hovedleverandøren på disse forhold har ansvar for underleverandørernes arbejdsforhold og statsstøtte, i flere led.

Ingen af disse krav vil hver for sig alene kunne fjerne risikoen for kinesisk konkurrenceforvridning, men til sammen kan de formentligt udgøre et tilstrækkeligt værn.

I resten af denne analyse fokuserer vi på bæredygtighed afgrænset som behovet for genanvendelse af materialer til vindmøllerne samt behovet for at holde vindparkernes direkte CO<sub>2</sub>-aftryk nede.

---

## GENANVENDELSE AF VINDMØLLER

---

Der bliver stadig flere vindmøller både i Danmark, Europa og globalt, som tillige vokser i størrelse. Mens denne tendens gør energiforsyningen stadig mere grøn, gør den også, at der kan ses ind i en fremtid med store affaldsstrømme, som kommer fra nedtagning af udtjente møller. Alene den planlagte energjø i Nordsøen forventes at få en kapacitet på 10 GW. Det kræver opstilling af 650 vindmøller,<sup>10</sup> som hver vejer mere end 2000 tons, dvs. at der kan forventes en affaldsstrøm på mindst 1,3 mio. tons alene fra denne. Det svarer til mere end den årlige mængde affald af jern og metal i Danmark i 2019.<sup>11</sup>

Med så store mængder affald fra en enkelt sektor bliver det vigtigt at sikre, at der fremadrettet er en strategi for genanvendelse af møller, både hvad angår teknologiske muligheder samt kapacitet i genanvendelsessystemet. Her er det væsentligt at fremhæve, at genanvendelsesprocenten på vindmøller allerede i dag er meget høj på 80-90%, men at langt hovedparten af materialerne indgår i såkaldt downcycling, dvs. genanvendelse til et produkt af lavere værdi end det oprindelige. Det er især vingerne, som i dag er svære at genanvende.

### Vindmøllens materialemæssige sammensætning

For at kunne følge de forskellige affaldsstrømme fra en vindmølle er det nødvendigt først at danne sig et overblik møllens opbygning og sammensætning.

En vindmølle består af fire dele: et fundament, et tårn, en nacelle og en rotor, jf. figur 2. Fundamentet består af enten stål (offshore) eller beton (onshore), tårnet er af stål, nacellen af glasfiber og en række metaller som stål, kobber, neodym, mv. og rotoren af glas- og kulfibre, resin mv. En række andre materialer udgør kun en lille del af møllerne.

---

<sup>10</sup> [faktaark om Energjø.pdf \(kefm.dk\)](#)

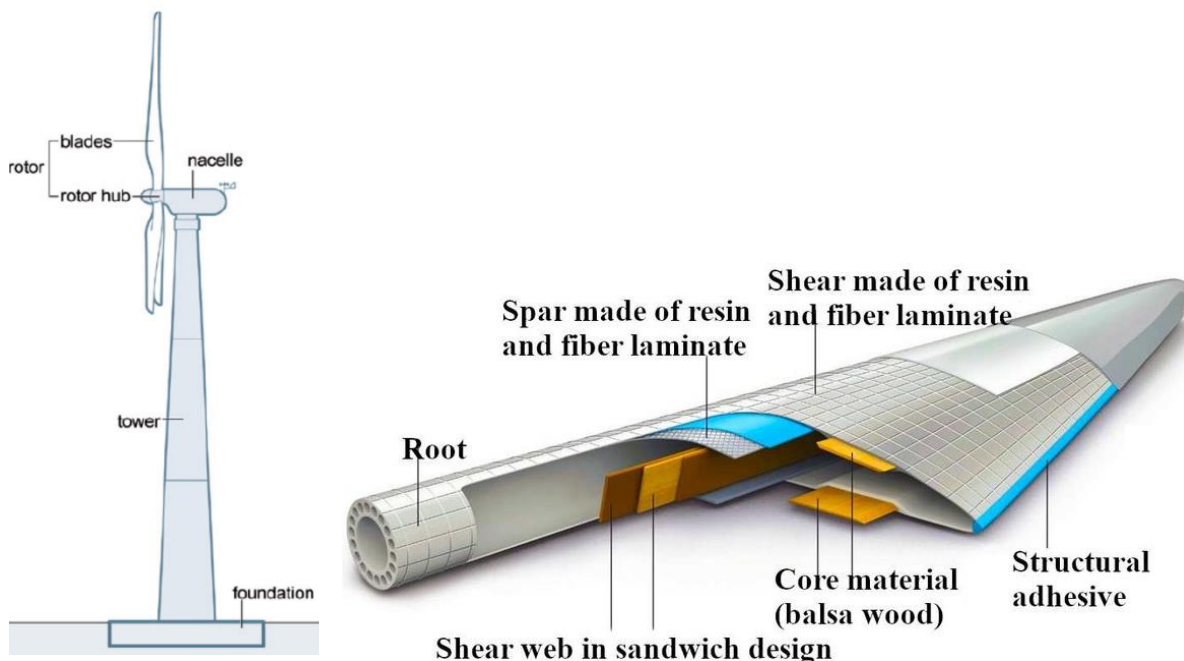
<sup>11</sup> Affaldsstatistikken 2019, [Rapport \(mst.dk\)](#)

Møllens opbygning kan således inddeles i fem overordnede materialekategorier: stål, andre metaller, glas- og kulfibre, resin og øvrige materialer. De øvrige materialer vil ikke blive berørt yderligere i denne analyse.

### Stål og andre metaller

Stål og andre metaller har i dag en genanvendelse tæt på 100%, da det er muligt at smelte dem om til nye produkter. Kobber fra fx kabler eller spoler kan typisk anvendes til nye produkter af samme type, ligesom neodym kan blive anvendt i nye magneter.

**FIGUR 2. OPBYGNING AF EN VINDMØLLE OG EN MØLLEVINGE**



Kilde: [Steel Solutions in Wind Power – Official POSCO Newsroom](#) og [Balsa wood structure in wind turbine blades \[18\] | Download Scientific Diagram \(researchgate.net\)](#)

Stålet kan også genanvendes i nye produkter, men det genanvendes i dag kun i lille grad i nye vindmøller. Det skyldes især to ting. Før det første er mængden af stålskrot af tilstrækkelig høj kvalitet på nuværende tidspunkt begrænset, og prisen på det er derfor væsentligt højere end af ny, virgint<sup>12</sup> stål. På grund af de meget små tolerancer i styrken af ståltårnene er der store krav til hvilket stål, som kan bruges til især tårnene. For det andet skal tårnproducenterne bruge råstål i form af såkaldte heavy steel plates, der kan videreforarbejdes. Der findes kun ganske få leverandører af dette på verdensplan, som alle er beliggende i områder, hvor der er nem adgang til billigt virgint stål, hvorfor deres incitament til at iblande stålskrot fra gamle vindmøller er lille.

I branchen arbejdes der imidlertid på at øge mængden af genanvendt stål i møllerne, og det forventes, at der vil blive iblandet mindre, men stigende andele stålskrot inden for en kort årrække.

### Glas- og kulfibre og resiner

Glas- og kulfibre og resiner udgør hovedparten af vindmøllernes vinger og af nacellernes huse. Fibre og resiner bruges til at støbe vingerne, idet de er lette at forme, vejer lidt, er

<sup>12</sup> Virgint stål og virgine materialer er et udtryk for nyindvundne materialer.

billige og meget stærke. Langt hovedparten af fibrene udgøres af glasfibre, mens kulfibre kun anvendes de steder, hvor vingen er udsat for de største kraftpåvirkninger. Det skyldes, at kulfiber er væsentlig stærkere, men også dyrere end glasfiber.<sup>13</sup>

Resinerne dækker over plastikmaterialer, som er svære at adskille fra fibre, idet de i udgangspunktet ikke kan blødgøres igen, efter at plastikken er hærdet. Det betyder, at glasfibre ofte skades eller direkte ødelægges, når vingematerialet forsøges genbrugt. Derfor bliver glasfibre i dag ofte genbrugt i lavværdiprodukter som vej- og cementfyld. Her er det dog vigtigt at pointere, at glasfibre fra møllevinger formentlig ikke kommer til at kunne blive anvendt til nye møllevinger direkte, da de over tid mister deres styrke på grund af den store belastning, som en møllevinge udsættes for. Kulfibre er mere tolerante i forhold til langvarig belastning og kan forventeligt genanvendes til nye møllevinger på et tidspunkt.

Det betyder, at det i dag er en udfordring at genanvende møllevinger, idet der mangler teknologier, som gør det konkurrencedygtigt sammenlignet med at deponere møllevingerne, hvilket ofte sker i dag. Det har ført til to udviklingsspor inden for genanvendelse af møllevinger: Udvikling af teknologier til at genanvende eksisterende møllevinger, så prisen på genanvendelse falder, og udviklingen af vinger, som er lettere at genanvende end de eksisterende vinger.

### **Genanvendelse af møllevinger i dag**

Der er et stort arbejde i gang med at udvikle de eksisterende metoder til at genanvende de møllevinger, som tages ned i dag. Det skyldes, at langt hovedparten af nedtagne møllevinger på verdensplan i dag deponeres, hvilket også er tilfældet i Danmark. Hovedårsagen til, at de fleste møllevinger deponeres, skal findes i prisforskellen for deponi og genanvendelse.

Der er især tre metoder til at genanvende møllevinger i Danmark: Knusning, indfyring i cementovn og pyrolyse. Ved knusning neddeles møllevingerne i små dele, hvor de alt afhængig af størrelse kan bruges til fyld i spartel og beton eller som vejfyld. Ved indfyring i cementovn udnytter man energien i resinerne, som er et olieprodukt, der brænder godt og indeholder meget energi. På grund af varmepåvirkningen bliver glasfiberen til en form for sand, som primært kan bruges til vejfyld. Ved pyrolyse opvarmes vingematerialet under iltfrie forhold, hvilket får resinen til at dele sig i en gasfase og en væskefase, som kan energiudnyttes. Glasfibre kan herefter genanvendes til fx kufferter og skateboards og giver den højeste genanvendelsesværdi af møllevingerne.

I Danmark koster det ca. 900 kr. at deponere et ton vindmøllevinge, mens indfyring i en cementovn koster 3-4.000 kr. pr. ton og pyrolyse op mod 10.000 kr. pr. ton, jf. figur 3.

På grund af de store omkostninger ved at genanvende vinmøllevinger er flere store danske aktører, herunder Vestas A/S, Siemens Gamesa A/S, Ørsted, FLSmidth & Co., Syddansk Universitet og DTU er gået sammen i et treårigt projekt, DecomBlades, som løber fra 2021 til 2023. Formålet med DecomBlades er at kortlægge værdikæden for møllevinger efter nedtagning, så de kan håndteres på bedst mulig vis.

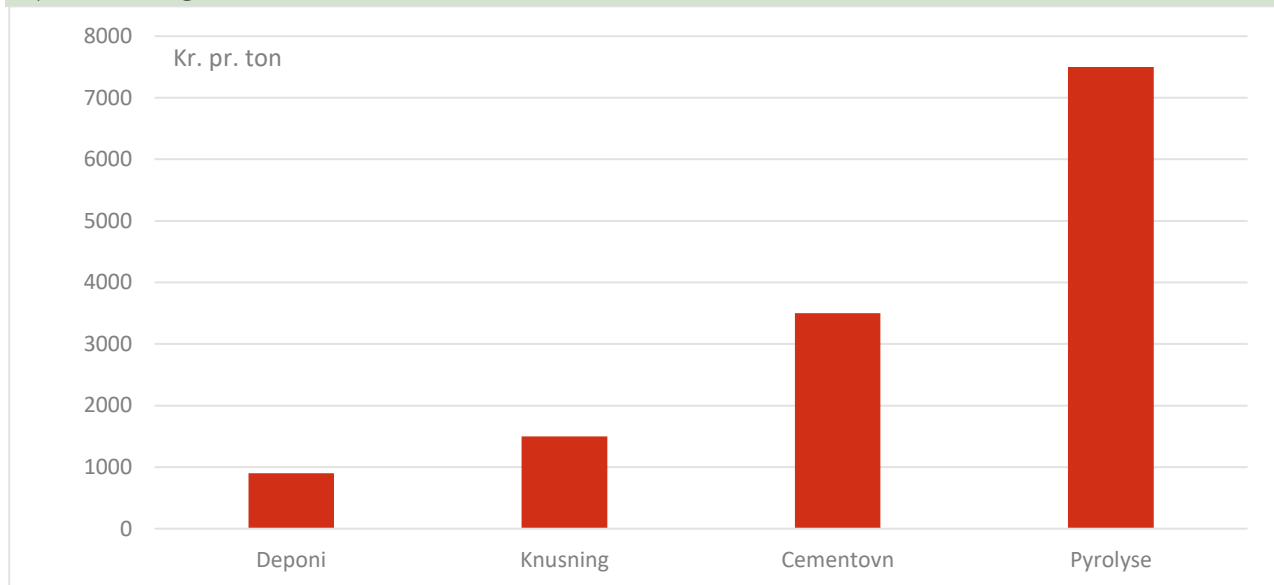
---

<sup>13</sup> Kulfibre har også et markant højere CO<sub>2</sub>-aftryk (næsten 30 ton CO<sub>2</sub> pr. ton kulfibre) end glasfibre (ca. 2 ton CO<sub>2</sub> pr. ton glasfibre). Det er imidlertid prisen som er udslagsgivende for, hvor meget af vingen, der udgøres af kulfiber (Kilde: [Natural fibres show outstandingly low CO<sub>2</sub> footprint compared to glass and mineral fibres - Renewable Carbon News \(renewable-carbon.eu\)](https://www.renewable-carbon.eu/news/natural-fibres-show-outstandingly-low-co2-footprint-compared-to-glass-and-mineral-fibres)).

### Næste generation af vindmøllevinger

For at gøre det lettere at håndtere affaldsstrømmene fra møllevinger i fremtiden, hvor kapaciteten af vindenergi forventes at blive mangedoblet, er flere producenter i gang med at udvikle vinger, som er designet til at blive genbrugt. Her ligger udviklingens fokus på at lave resiner, som let kan adskilles fra glasfibrene uden nævneværdigt tab af kvalitet.

**FIGUR 3. PRIS VED DE FIRE MEST ALIMINDELIGE BEHANDLINGER AF BRUGTE MØLLEVINGER**



Note: Tallene i denne figur er gennemsnitsomkostninger for de forskellige behandlingsformer. Det betyder, at priserne kan være både højere og lavere end vist. Tallene er baseret på drøftelser med markedets aktører og forbundet med stor usikkerhed.

Her er flere store vindmølleproducenter langt, og Siemens Gamesa har allerede lanceret møllevinger, hvor resinerne kan opløses ved at nedsænke møllevingerne i varm eddikesyre. Det forventes, at Vestas kommer med tilsvarende vinger inden for en kortere årrække. Branchen oplyser, at vindmøllernes samlede pris forventes at stige op til 2%, hvis der bruges genanvendelige resiner, hvilket giver en merpris på under 0,5% for en vindmøllepark.

Genanvendelige resiner er et centralt element i både Vestas og Siemens Gamesa's målsætninger om, at lave 100% genanvendelige vindmøller i 2030. Deres strategier for genanvendelse og CO2-neutralitet er beskrevet i boks 1.

#### **Boks 1 Vestas og Siemens Gamesa's bæredygtighedsstrategier**

Vindmølleindustrien er som helhed på vej i retning af øget genanvendelighed. Dette kan blandt andet ses ved, at både Vestas og Siemens Gamesa har lavet ambitiøse bæredygtighedsstrategier, som både målretter indsatsen inden for genanvendelse og CO2-aftryk. Begge selskaber er også en del af DecomBlades-samarbejdet, som skal øge genanvendelsen af eksisterende møllevinger.

#### **Vestas**

Vestas har udarbejdet en sustainability roadmap, som består af tre overordnede temaer: design til genanvendelse, operationel genanvendelse og materialegenindvinding. Vestas' overordnede målsætning er at udvikle en helt genanvendelig vindmølle i 2040.

Design til genanvendelse omhandler tre indsatsområder: udviklingen af nye, genanvendelige resiner, som let kan adskilles fra glas- og kulfibre, øget materiale effektivitet og øget supplier engagement. De nye, letgenanvendelige resiner vil gøre det billigt at genanvende glasfibrene i andre højværdiprodukter, fx biler. For at realisere dette, samarbejder Vestas med Teknologisk Institut, Aarhus Universitet og resinvirksomheden Olin i projektet CETEC. Øget materiale effektivitet dækker over, hvor mange nye materialer, der skal anvendes i til at lave et produkt. Vestas målsætning er 90% materiale effektivitet i 2030. Supplier engagement har som mål at reducere affaldsstrømmen i deres supply chain med 50% i 2030.

Operationel genanvendelse dækker over direkte genanvendelse af dele fra møllerne gennem reparationer og adskillelse af komponenter. Op til 70% af møllernes mekanik kan bruges i nye møller ved reparationer og genanvendelse af en komponent giver gennemsnitligt en CO2 reduktion på 45% i forhold til nye komponenter. Vestas har som målsætning at bruge 55% genbrugte komponenter i 2030 og 75% i 2040.

Materialegenindvinding handler om at undgå deponering og afbrænding af affaldet fra produktionen af vindmøllerne, så der skal indvindes færre nye ressourcer. Vestas målsætning er, at der i 2030 højest må deponeres 1% af deres affald mod 25% i dag, og at der højest må sendes 5% til forbrænding mod 11% i dag. Vestas forventer, at dette vil øge genanvendelsen af deres produktionsaffald fra 52% i dag til 94% i 2030.

Vestas målsætning om CO2 reduktioner er 100% reduktion af scope 1 og 2 emissioner og 45% reduktion af scope 3 emissioner pr. MW installeret kapacitet i 2030 i forhold til 2019. Målene er valideret af det internationalt anerkendte valideringssystem Science Based Targets initiativet (SBTi).

### **Siemens Gamesa**

Siemens Gamesa har ligesom Vestas en strategi om at have en helt genanvendelig vindmølle i 2040, ligesom de også har ambitiøse mål om reduktion af CO2-emissioner.

Siemens Gamesa har en genanvendelsesgrad på deres nye vindmøller på ca. 94% og mangler derfor kun 6% af møllen. Dermed er de tættere på at realisere deres målsætning om en fuldt genanvendelig vindmølle i 2040 i forhold til flere af deres konkurrenter. Det skyldes især, at Siemens Gamesa har udviklet en fuldt ud genanvendelig møllevinge, RecyclableBlade, hvor resinen smelter af glasfiberen ved nedsænkning i en varm, let sur væske. Dermed opretholdes kvaliteten af glas- og kulfibre, som kan anvendes i andre højværdiprodukter.

Siemens Gamesa's målsætninger i forhold til CO2 reduktioner er 70% reduktion pr. MW installeret kapacitet i 2025 i forhold til 2017. Derudover vil de bruge 30% af deres omkostninger til indkøb i SBTi-tilsluttet virksomheder i 2025, ligesom de vil bruge 100% grøn strøm i 2025, hvilket er en stigning fra 58% i 2017.

Siemens Gamesa har også en målsætning om at være CO2-positive i 2040 i deres egen produktion. Det betyder, at de optager mere CO2, end de udleder. Derudover vil de have 50% af deres ca. 20.000 leverandører til at være kontraktuelt forpligtiget til at være SBTi-tilsluttet i 2040, mod ca. 3% i dag.

## **Krav til genanvendelse i vindmølleudbud**

Som det fremgår af de tidligere afsnit, er vindmøllebranchen allerede godt i gang med at arbejde med cirkulær økonomi og designe især møllevingerne til genanvendelse allerede i produktionsfasen. Derfor er den overordnede anbefaling, at eventuelle krav til genanvendelse skal forstærke den udvikling, som allerede er i gang, men ikke at detailstyre udviklingen.

## **Forbud mod deponi**

Et konkret forslag, som vil styrke genanvendelsen af møllevinger, og som branchen selv foreslår, er at forbyde deponering af møllevinger fx fra 2025. Det vil sikre, at der fremadrettet kommer en vis mængde møllevinger, som kan blive brugt til forskellige formål. Det vil give genbrugsvirksomheder vished om, at deres produktion kan opretholdes. Netop dette har været en udfordring de seneste år, hvorfor flere europæiske virksomheder, som arbejder med at genanvende møllevinger, er gået konkurs.

Der er tilsvarende to primære ulemper ved dette tiltag. For det første kan der være kapacitetsproblemer i forhold til at aftage møllevingerne på kort sigt. På længere sigt må det forventes, at der kommer en industri, som kan aftage vingerne, og affaldsstrømmen vil til dels kunne forudsiges af, hvornår europæiske vindmølleparker er sat op. Den anden ulempe kommer af den mulige prisstigning, som kan komme med et forbud på deponi. Deponering er på nuværende tidspunkt langt den billigste måde af afhænde en udtjent møllevinge, og det kan således give en øget omkostning til energi produceret fra vindmøller, hvis prisen på at dekommissionere møllerne stiger. Det forventes dog, at prisen på at genanvende møllevinger vil falde væsentligt de kommende år, blandt andet på grund af DecomBlades-projektet. Derudover er vindenergi konkurrencedygtigt med andre energiformer i dag, og det forventes ikke, at et deponeringsforbud i væsentlig grad vil forringe vindenergis konkurrencedygtighed.

## **Ændring af deponeringsafgiften**

En anden mulighed, som er mere lempelig end et forbud mod deponi, er, at lægge en afgift på deponeringen så den som minimum kommer op på niveauet for knusning af møllevingerne. Det vil gøre selskaberne indifferente mellem deponering og genanvendelse og give rum for, at selskaberne selv kan beslutte den bedste løsning i forbindelse med dekommissionering af en specifik mølle.

Udfordringen ved at bruge deponeringsafgiften som et instrument til at øge genanvendelsesprocenten af møllevingerne er, at det ikke er forbudt at handle med affald inden for EU. Deponeringsafgiften for ikke-farligt affald, som møllevinger tilhører, er forskellig på tværs af EU-landene, og derfor kan der komme en strøm af vingeaffald mod lande, som har ingen eller en lav deponeringsafgift.

## **Krav om genanvendelsesprocenter**

Frem for at have direkte fokus på at reducere eller fjerne deponering af møllevingerne kan problemstillingen også anskues ud fra et krav om en given genanvendelsesprocent. Det kan både formuleres som genanvendelseskrav til fx møllevinger eller til hele møllen.

Stilles der krav om en konkret genanvendelsesprocent til enkeltdele af møllen, kan indsatsen målrettes der, hvor der fx er behov for størst udvikling, eller hvor priserne for at



genanvende er væsentligt over omkostningen ved deponering eller forbrænding. Derudover giver det fleksibilitet til at deponeret dele, som er uegnet til genanvendelse.

Ulempen ved at målrette en genanvendelsesprocent mod fx møllevingerne er, at der kan være materiale, som kan genanvendes, som ikke bliver det, fordi genanvendelsesprocenten er opnået, og da det er dyrt at genanvende yderligere materiale. Derfor krav om genanvendelse dette give anledning til, at der sker materialespild.

### **Krav om genanvendte materialer i møllerne**

Ud over at stille krav til genanvendelsen af vindmøller ved dekommissionering kan der også stilles krav til, hvor stor en andel af møllerne eller nogle specifikke dele af møllerne, som skal være produceret af genanvendte materialer, fx at fundamentet til offshore vindmøller skal bestå af 10% genbrugt stål.

Fordelen ved at stille sådanne krav er, at mængden af virgint materiale falder, hvilket sænker CO<sub>2</sub>-aftrykket ved mølleproduktionen, ligesom det frigør de virgine materialer til enten at blive brugt andre steder, eller at de virgine materialer slet ikke skal udvindes.

Der er imidlertid to udfordringer ved at stille krav til genanvendelsesprocenten i vindmølleproduktionen. For det første gør belastningen på vindmøllerne, at der er meget store krav til styrken i de materialer, som anvendes til vindmøller. Dette gælder både til vingerne, til tårnet og til fundamentet. Mange genanvendte materialer opfylder ikke de produktionsmæssige krav og kan derfor ikke anvendes til nye vindmøller. For det andet er der en udfordring i, at mængderne af genbrugsmaterialer, som har tilstrækkelig kvalitet, ikke er store nok til at imødekomme efterspørgslen. Sættes der krav om af fx 10% af stålet i en vindmølle er genbrugt, kan det dels være umuligt at efterleve, dels kan det blive meget dyrt.

### **Krav om genanvendelsesstrategier hos leverandører**

Ud over det affald, som genereres af selve vindmølleproducenterne, dannes der også affald hos vindmølleproducenternes underleverandører. For at reducere den samlede affaldsstrøm i hele værdikæden kan det derfor overvejes, om der skal sættes krav om, at underleverandører skal have strategier for genanvendelse. Udfordringen ved dette er imidlertid, at der er mange underleverandører, og derfor kan et sådant krav blive omkostningstungt for selskaberne at leve op til. Siemens Gamesa har eksempelvis ca. 20.000 leverandører.

Kravet kan også sættes til fx de største underleverandører målt på mængden af materiale, som leveres til projektet eller på materialer, som har et særligt højt klima- eller miljøaftryk. På den måde kan indsatsen målrettes de virksomheder, som forventeligt genererer de største mængder affald eller de klimamæssigt vigtigste materialer. Det vurderes dog overordnet set, at det er svært at udforme et sådant krav, så den administrative byrde ikke bliver for tung for selskaberne at leve op til.

### **Konklusion om krav til genanvendelse**

Vindmølleindustrien genanvender allerede en meget stor del af vindmøllerne ved dekommissionering, hvor det i dag især er metallerne, som genanvendes. Derfor forekommer det ikke hensigtsmæssigt at indføre krav om øget genanvendelse til de dele

af vindmøllerne, som allerede genanvendes i dag. Hvorvidt et krav om en vis procentdel genanvendt stål i fx tårnene kan være en god ide på et senere tidspunkt, er endnu uvist. Som det er nu, er både markedet og teknologierne dog ikke parat til, at der stilles krav om genanvendt stål i vindmøllerne.

På nuværende tidspunkt er det primært møllevingerne, som kun i lille grad genanvendes. Det skyldes primært, at det er dyrt at genanvende gamle møllevinger i forhold til blot at deponere dem. De teknologier, som er tilgængelige til genanvendelse af møllevinger, kan anvendes til alle vinger. Derfor vurderes det, at et forbud mod deponering af vindmøller fra 2025, i tråd med hvad branchen allerede har foreslået, vil være en fordel i forhold til at øge genanvendelsen af møllevinger. Det vil også gøre, at der ikke bliver skabt en affaldsstrøm fra udtjente vindmøller i retning af lande, som har lave deponeringsafgifter. Ved udgangen af 2023, når DecomBlades-projektet er afsluttet, vil der kunne skabes et overblik over, hvad det reelt kommer til at koste at genanvende møllevinger i Danmark.

---

## CO2-KRAV TIL VINDMØLLEPARKER

---

Produktion og etablering af vindmølleparker er enorme byggeprojekter, der lige som andet byggeri har et stort klimaaftryk. Det gør det relevant at overveje udbudskrav om CO2-aftryket i kommende danske vindudbud, så parkerne kan blive mere bæredygtige.

De fleste lande har miljøkrav, men ingen lande har os bekendt klimakrav, dvs. krav til de direkte og afledte CO2e-emissioner,<sup>14</sup> og det kan diskuteres, om det er en god ide.

Generelt kan der i udbud stilles to typer kriterier, nemlig såkaldte udvælgelses- og tildelingskriterier. Udvalgs-kriterier er absolutte krav, som er forudsætninger for at kunne deltage i udbuddet. Tildelingskriterier er kriterier, som indgår med vægte sammen med andre kriterier i beslutningen om, hvilken virksomhed, der vinder udbuddet.

I Danmark og de fleste andre lande har der i en del år været udbud, hvor vinderen er den virksomhed, der skulle have det mindste støttebeløb for at opføre en vindmøllepark. I de seneste år har der været flere udbud, hvor vinderen har forpligtet sig til at betale for retten til at opføre en vindpark og at tilslutte denne til elnettet. I Danmark gav udbud af Thor vindmøllepark i 2021 således et provenu til staten på 2,8 mia. kr.<sup>15</sup>

Det er muligt at lave udbud, hvor man både giver point for prisen, efter en forudbestemt skala, men også for andre kriterier. En sådan procedure er imidlertid ikke problemfri. Den komplicerer udbuddet og kan indebære, at man introducerer subjektive elementer i udbuddet – eller i hvert fald at nogle af de potentielle bydere kan få den opfattelse, at der er subjektive elementer i udbuddet. Hvis det får disse bydere til at undlade at byde, svækkes konkurrencen, og vindparken bliver dyrere end ellers.

Det er derfor som udgangspunkt bedst, hvis man vil stille krav til en vindparks samlede CO2-aftryk. I praksis kan det dog give nogle måleproblemer, som taler for det modsatte,

---

<sup>14</sup> CO2e-emissioner omfatter de vægtede udslip af især metan og lattergas, som imidlertid ikke er relevante i denne sammenhæng.

<sup>15</sup> Dette udbud er beskrevet i Axcelfutures analyse fra juni 2022:

[Hvordan+udbyder+Danmark+bedst+havvind++2022.pdf \(squarespace.com\)](#)

nemlig at koncentrere kravene om enkelte, klimatunge materialer.

### **Hvor stort er CO<sub>2</sub>-aftrykket af en vindpark?**

I litteraturen er der en række forskellige skøn for CO<sub>2</sub>-aftrykket af vindparker.

Overordnet kan dette aftryk deles op i aftrykket ved produktionen af vindmøllerne, fundamentet, anlægs- og etableringsprocessen, produktion af anlæg af kabler og interkonnektorer, efterfølgende vedligehold og endelig dekommissioneringen. De tilgængelige data varierer mellem parkerne, og ikke alle data offentliggøres af producenterne. Der kan endvidere være store forskelle fra park til park. Først og fremmest er en række af omkostningerne højere ved havparker end landparker. En anden vigtig forskel er, om fundamentet er en stål- eller en betonkonstruktion, hvilket på land især afhænger af jordbundsforholdene (offshore-møller bruger i dag ikke betonfundamenter). For det tredje er omkostningerne til kabler og interkonnektorer afhængige af afstanden til land (hvis der er tale om havvind), og herudover af afstanden til transmissionsnettet og af, om dette net skal forstærkes.

For at finde generelle sammenhænge på tværs af de enkelte parker kan det derfor være en god ide at finde såkaldte meta-studier, der samler en række opgørelser for enkeltparker. Sådanne metastudier vanskeliggøres dog af, at mølleteknologierne ændres over tid.

Endelig kan CO<sub>2</sub>-aftrykkene beregnes på flere måder. De to mest almindelige måder er i forhold til vindparkens kapacitet, og i forhold til den forventede strømproduktion i parkens levetid. Denne levetid sættes normalt – konservativt – til 20 eller 25 år. Hvis CO<sub>2</sub>-aftrykket måles i forhold til strømproduktionen, bliver det afgørende, hvor stor parkens kapacitetsfaktor er. Kapacitetsfaktoren måler, forenklet udtrykt, hvor stor en del af året, vindmøllerne producerer på fuldt tryk. En højere kapacitetsfaktor giver således et lavere CO<sub>2</sub>-aftryk for kWh.

Et metastudie er udarbejdet af Thomson et al., 2015<sup>16</sup>, jf. figur 4. Best practice for havvindparker var ifølge dette studie et CO<sub>2</sub>-aftryk på 6 g CO<sub>2</sub>/kWh i 2015.

Til denne analyse har vi fundet tre forskellige kilder, som giver et godt indtryk af forskellene – både mellem de enkelte vindparker og imellem de forskellige opgørelsesmetoder, jf. tabel 1. Disse kilder muliggør en opdeling af kilderne til CO<sub>2</sub>-belastningen.

For at sammenligne tallene i figur 3 med tallene i tabel 1 kan det anføres, at det samlede klimaaftryk for Siemens-parken svarer til 6 g CO<sub>2</sub>/kWh, svarende til best practice i figur 3.

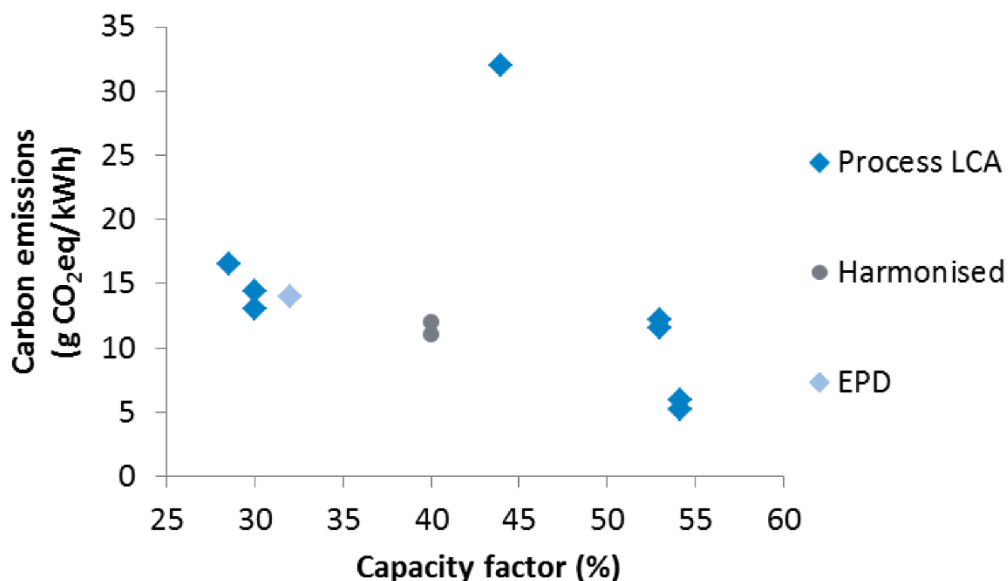
Tallene for Aflandshage inkluderer ikke de negative emissioner knyttet til nedtagningen (dekommissioneringen), hvilket forklarer lidt af forskellene. Den negative emission skyldes, at når materialerne genbruges, fortrænger de andre materialer, som ellers havde udledt CO<sub>2</sub>.

De negative tal for de to andre parker er med andre ord et udtryk for en høj grad af genanvendelse, som indgår som en negativ emission. Herudover kan Aflandshages større CO<sub>2</sub>-aftryk skyldes, at parken er mindre, hvilket gør den mindre effektiv, også mht. CO<sub>2</sub>-aftryk. Endelig er der for Aflandshage-parken forudsat aluminium-ekabler, som har et tre gange større klimaaftryk end kobber-kabler, der anvendes i de to andre parker.

---

<sup>16</sup> Thomson, Camilla og Harrison, Gareth, University of Edinburgh, 2015: Life Cycle Costs and carbon emissions of wind power

**FIGUR 4. CO2E-UDLEDNING FOR HAVVINDPARKER**



Kilde: Thomson et al. Note: Kapacitetsfaktoren udgør op mod 55 pct. for nyere havparker med store møller. "Harmonised" angiver studier, hvor CO<sub>2</sub>e-belastningen er beregnet som et gennemsnit af opgørelser med flere forskellige metoder. EPD angiver en Environmental Product Declaration.

**TABEL 1. CO<sub>2</sub>-AFTRYK AF TRE UDVALGTE VINDPARKER. MIO. TONS CO<sub>2</sub> PR. GW VINDKAPACITET**

	Siemens-park, Tyskland	Vindpark, Skotland	Aflandshage, Danmark
Tårn	0,11	0,38	0,06
Nacelle og generator	0,11		0,06
Vinger	0,08		0,10
Fundament	0,23	0,17	0,65
Kabler mv.	0,11	0,15	0,39
Anlægsarbejder	0,09	0,13	0,32
Vedligehold	0,10		
Dekommissionering	-0,15	-0,24	-
<b>I alt</b>	<b>0,68</b>	<b>0,59</b>	<b>1,58</b>

Note 1: Siemens-parken er en 0,64 GW park med 80 8 MW-møller med antaget 25 års levetid. Fundamentene er af stål. Kilde: EPD SG 8.0 – 167 DD.

Note 2: Vindparken i Skotland er vurderet af Spourydi, 2021: Carbon footprint of offshore wind components og består af 10 MW-møller.

Note 3: Aflandshage-projektet (som ikke er gennemført) er en 0,3 GW vindpark med 45 5,5 MW-møller med betonfundament. Kilde: Niras, 2021: Baggrundsrapport for emissioner og klima - Aflandshage Vindmøllepark.

## Material sammensætningen af vindmøllerne

Material sammensætningen af vindmøller afhænger i høj grad af, om fundamenterne medregnes, jf. ovenfor. Hvis man blot nogenlunde skal sammenholde forskellige kilder, giver det derfor bedst mening at se på materialeindholdet i møller og kabler fra regnet fundamenterne. I tabel 2 er der givet en oversigt over material sammensætningen i en række parker baseret på tilgængelige kilder.

**TABEL 2. MATERIALESAMMENSÆTNINGEN I VINDPARKER, I PCT. AF VINDMØLLERNES SAMLEDE VÆGT**

Mat.\ Kilde	Spourydi	Mello	NREL	Niras	Vesterhavet	Vestas
Jern og stål	86	90	84	58	94	88
Glasfiber mv.	12	6	14	8	5	9
Aluminium	2	2	1	20	1	2
Kobber	1	2	1	14	0	1
I alt	100	100	100	100	100	100

Kilder: *Spourydi, 2021*: Carbon footprint of offshore wind components. Catapult.

*Mello et al, 2020*: Wind farms life cycle assessment review. CO2 emissions and climate change. Science Direct, 2020.

NREL – National Renewable Energy Laboratory, 2015: Cost of Wind Energy Review.

Niras, 2021: Baggrundsrapport for emissioner og klima - Aflandshage Vindmøllepark.

*Vesterhavet – Orbicon og Vattenfall, 2020*: Vesterhav Nord Vindmøllepark.

Miljøkonsekvensrapport.

*Vestas, 2022*: Life Cycle Assessment. Onshore V150 – 4,2 MW Wind plant.

**TABEL 3. MATERIALERNES CO2-AFTRYK OPGJORT I KG CO2 PR KG MATERIALE**

Jern og stål	1,3
Glasfiber	7,7
Aluminium	6,7
Kobber	1,7
Beton	1,0

Kilde: *Niras, 2021*: Baggrundsrapport for emissioner og klima - Aflandshage Vindmøllepark.

Materialernes CO<sub>2</sub>-aftryk er forskellige og afhænger af produktionsteknologien hos såvel mineselskaberne som de forarbejdende virksomheder, jf. tabel 3. Aftrykket afhænger også af mølletype, afstand til transmissionsnettet og dermed kabellængde, mv.

Hvis man sammenholder tabel 2 og tabel 3 bliver resultatet, at klimaaftrykket for jern- og ståldelen af en vindpark fylder ca. halvanden gang så meget som klimaaftrykket for glasfibermaterialet. Klimaaftrykket for betondelen varierer meget, lige fra ca. halvdelen i nogle projekter, hvor fundamentet er beton, som i Aflandshage-projektet<sup>17</sup>, til næsten ingenting.

## Forsyning af materialer til vindmølleproduktion

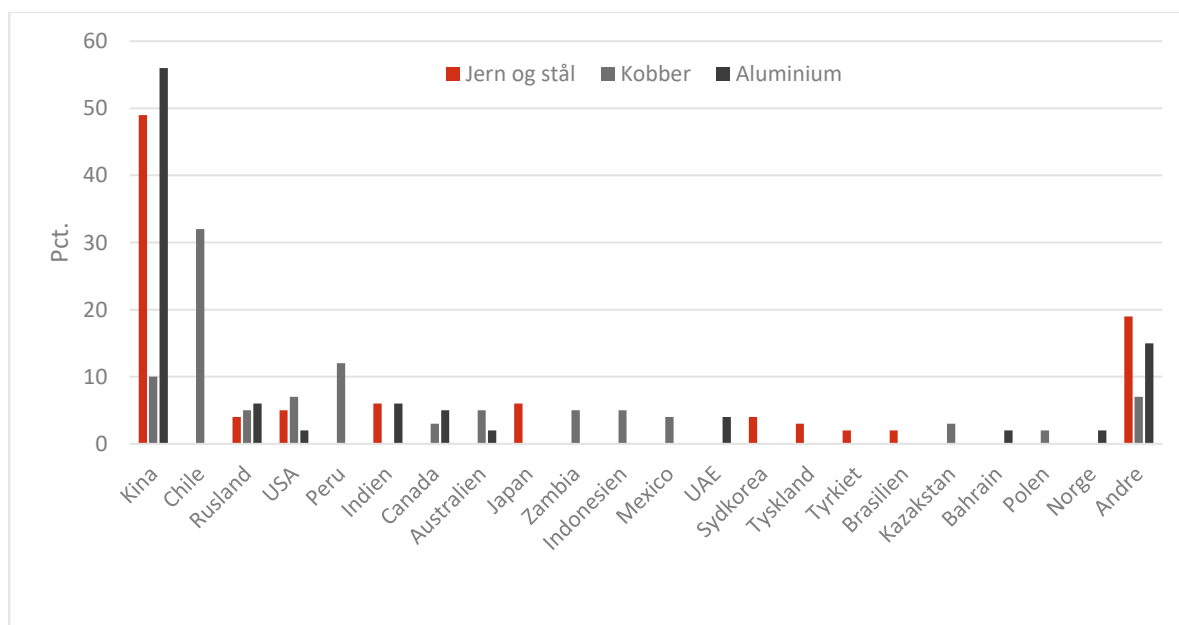
Et andet interessant spørgsmål er, om der bliver mangel på materialer til vindmøller,

<sup>17</sup> Jf. Niras rapport om Aflandshage-projektet

kabler, interkonnektorer mv. i de kommende år, når VE-produktionen skal mangedobles. Et billede heraf kan fås ved at se på landefordelingen af den globale produktion af jern og stål, kobber og aluminium. Denne er vist i figur 5.

Den overordnede konklusion på dette spørgsmål er, at der er en vis Kina-risiko. Kina har ca. halvdelen af verdens jern- og aluminiumsproduktion og 10 pct. af verdens kobberproduktion. På den anden side aftager Kina også ca. halvdelen af verdens jernproduktion, og Europa er stort set selvforsynende med jern og stål<sup>18</sup>. På kobbermarkedet er Chile og Peru de to største producenter, mens de to største aluminiumsproducenter efter Kina er Rusland og Indien fulgt af Canada. Hvis man samtidigt tager hensyn til, at der er visse substitutionsmuligheder mellem aluminium og kobber, vurderes risikoen for egentlig mangel som følge af fx en samtidig konflikt med Rusland og Kina ikke væsentlig. En konflikt med både Rusland og Kina vil dog give anledning til prisstigninger.

**FIGUR 5. LANDEFORDELINGEN AF VERDENS PRODUKTION AF JERN OG STÅL, KOBBER OG ALUMINIUM**



Kilde: worldsteel.org og statista.org samt egne beregninger

De fleste vindparker anvender i dag aluminiumskabler, selv om aluminium har et væsentligt højere klimaaftryk end kobber, jf. tabel 3. Der er endvidere allerede adgang til grønt kobber, som gør forskellen mellem kobber og aluminium endnu større end vist i tabel 3. Dette anvendes af NKT, som er en af Europas største producenter af elkabler. Deres arbejde med grønt kobber er beskrevet i boks 2. NKT vurderer, at der inden for en kortere årrække også vil komme grønt aluminium på markedet.

Kobberprisen er imidlertid mere end dobbelt så høj pr. kg, og selvom aluminium er et mindre fleksibelt materialet og har en mindre ledningsevne (dvs. større modstand) end kobberkabler, gør prisforskellen det attraktivt at bruge aluminium, særligt til transmissionskabler.

<sup>18</sup> Kilde: [World Steel in Figures 2022 - worldsteel.org](https://www.worldsteel.org)

## Boks 2. Grønt kobber i NKT's kabler

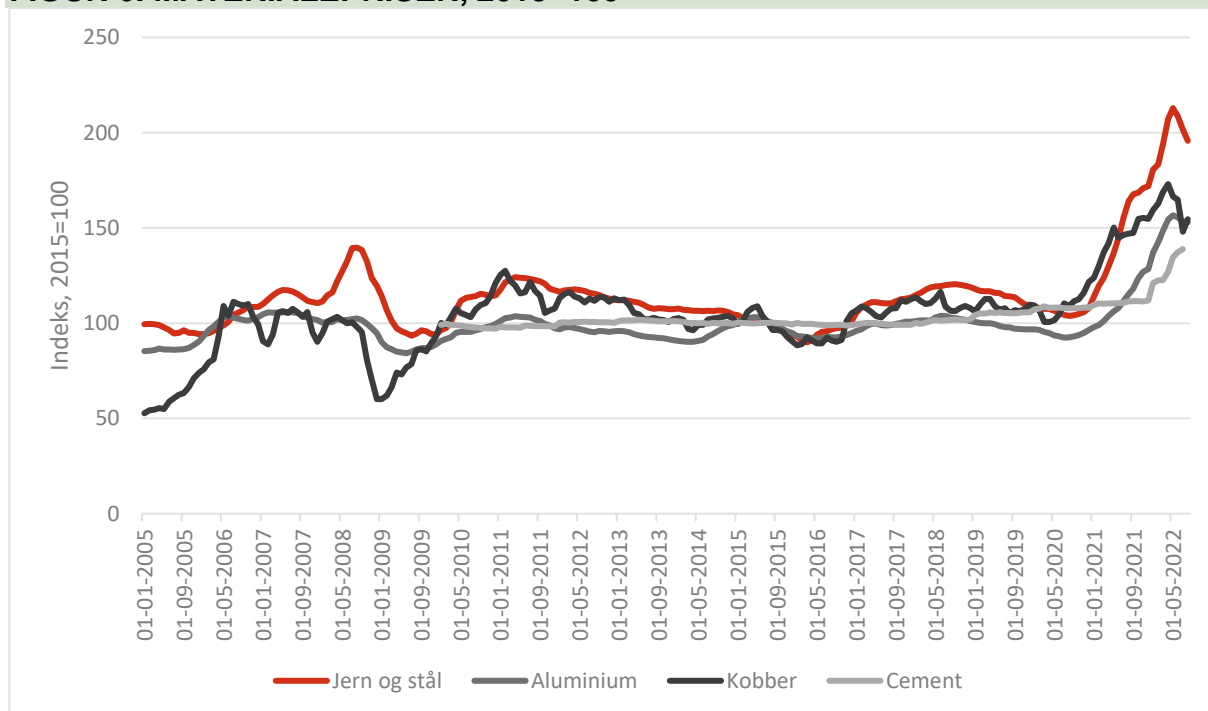
NKT har fået til opgave at levere kabler til vindmølleparken Dogger Bank C, som skal opføres i farvandet nordøst for England. Parken vil have en samlet kapacitet på 1,2 GW og ligge 196 km fra den engelske kyst.

Det specielle ved kablerne er, at de er produceret af grønt kobber. Det grønne kobber er udvundet i Nordsverige med maskiner drevet af grøn strøm, lige som al transport og forarbejdning af kobberet foregår ved brug af grøn strøm. Når hele processen i fremstillingen af kobber er elektrificeret, falder CO<sub>2</sub>-aftrykket markant. Når elmikset bliver helt grønt, vil CO<sub>2</sub>-aftrykket således blive nul. Dermed er det eneste CO<sub>2</sub>-aftryk tilbage det isoleringsmateriale, som ligger rundt om kobberet.

Som følge af anvendelsen af det grønne kobber i kablerne til Dogger Bank C spares der 23.000 tons CO<sub>2</sub>.

Noget andet er, at der kan opstå mangel og dermed stigende materialepriser både som følge af en generel efterspørgselsstigning og som følge af stigende energipriser, idet energiforbruget til produktionen af alle materialerne er højt. Som det fremgår af figur 6, er prisen på jern og stål omtrent fordoblet i de seneste to år, mens priserne på aluminium, kobber og cement er steget om ca. 50 pct.

**FIGUR 6. MATERIALEPRISER, 2015=100**



Kilde: Macrobond og egne beregninger

## Hvor meget CO<sub>2</sub> fortrænger vindmøllerne?

Vindbranchen bruger traditionelt antal år eller måneder, før en vindmølle eller en vindpark har fortrængt så meget fossil strømproduktion, at vindparken har "tjent sig selv hjem" CO<sub>2</sub>-mæssigt, som mål for vindmøllers bæredygtighed. Vestas angiver fx på sin hjemmeside at antallet af år før en vindpark er CO<sub>2</sub>-neutral i dag er ca. et halvt år. Andre skøn ligger

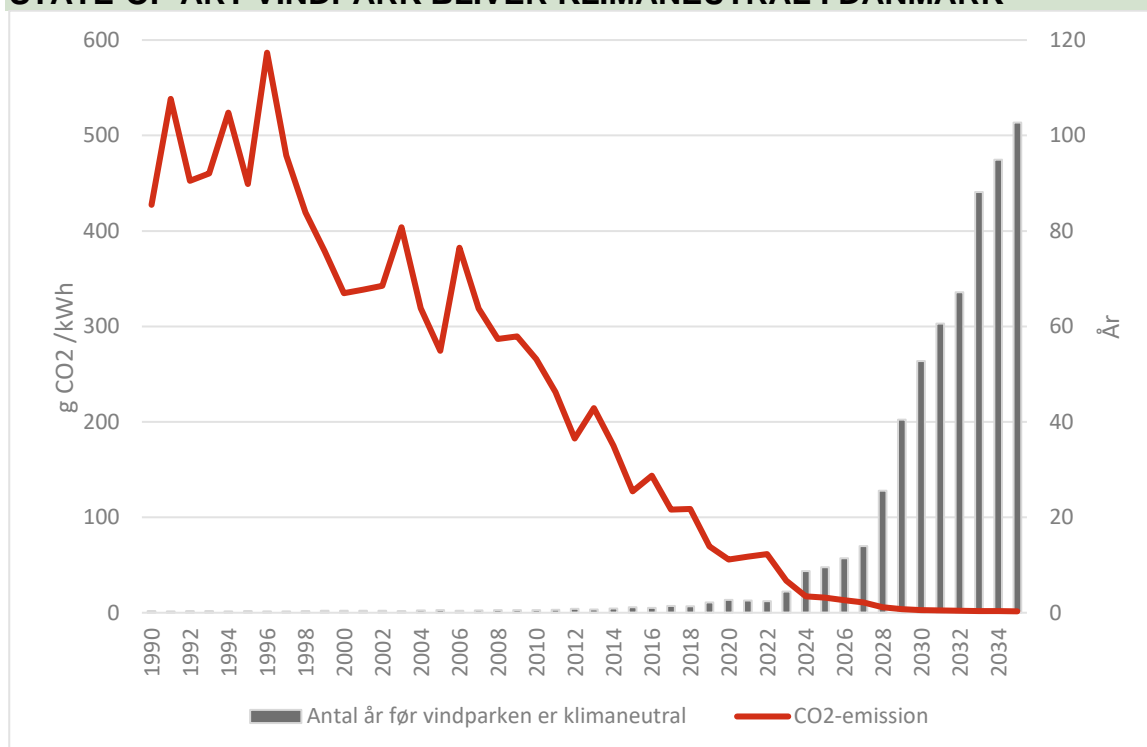
højere, hvilket blandt andet er tilfældet for Aflandshage, hvor perioden skønnes til ca. 3. år.

Efterhånden som den danske elproduktion bliver mere og mere baseret på VE, bliver den traditionelle måde at beregne denne periode imidlertid meningsløs, idet den vil overstige møllernes levetid, jf. figur 7. (Møllernes levetid er svær at afgøre på forhånd, men i de fleste LCA-beregninger antages en levetid på 25 år).

I andre lande, hvor VE-andelen fylder mindre end i Danmark, kan den traditionelle måde at opgøre "pay-back-perioden" derimod godt give mening i nogle år endnu.

Det betyder ikke, at vi skal holde op med at satse på vind og sol, men det giver anledning til to overvejelser omkring CO<sub>2</sub>-aftryk fra vindmøller fremadrettet. For det første bliver det stadig vigtigere, at vindparkens direkte CO<sub>2</sub>-aftryk ved produktionen og opsætningen bliver begrænset så meget, som det er økonomisk meningsfuldt. For det andet skal vindmøllers samlede CO<sub>2</sub>-aftryk også inkludere den indirekte fortrængning, det giver, at den grønne strøm kan bruges til PtX, som fortrænger fossile brændsler ud over forsyningssektoren.

**FIGUR 7. ELPRODUKTIONENS KLIMAAFTRYK OG ANTAL ÅR FØR EN STATE-OF-ART VINDPARK BLIVER KLIMANEUTRAL I DANMARK**



Note: Elproduktionens klimabelastning er beregnet sammen med fjernvarmens for at tage højde for samproduktion. Antal år før klimaneutralitet er beregnet ved at antage, at en state-of-art park har et klimaaftrek på 6 g CO<sub>2</sub>/kWh, beregnet ved 25 års levetid og en kapacitetsfaktor på 52 pct.

Kilde: Energistyrelsens basisfremskrivning 2022 og egne beregninger.

### Skal man stille udbuds krav til CO<sub>2</sub>-aftrykket eller bruge generelle afgifter?

Et andet spørgsmål er, om CO<sub>2</sub>-krav til vindparker skal indarbejdes i vindudbud, eller om det er tilstrækkeligt at have generelle CO<sub>2</sub>-afgifter og kvotepriiser for CO<sub>2</sub>.

I Europa er CO<sub>2</sub>-kvotemarkedet efter mange års begyndervanskeligheder omsider



begyndt at fungere godt, og prisen på udledning af 1 ton CO<sub>2</sub> har i de sidste to år svinget mellem 500 og 700 DKK. Herudover er der i Danmark indgået en politisk aftale, som indebærer, at der oven på en bund for kvoteprisen på 750 kr. pr tons gradvist frem til 2030 indføres en CO<sub>2</sub>-afgift på 375 kr. pr tons for kvote-omfattede virksomheder<sup>19</sup>. Det er endnu uklart, i hvilket omfang andre EU-lande lige som Danmark vil indføre CO<sub>2</sub>-afgifter ovenpå kvotepriserne i de kommende år.

Det formodes, at EU's kvotepriser vil stige yderligere i de kommende år som følge af EU's mål om at reducere EU's samlede CO<sub>2</sub>e-udslip med 55 pct. i 2030, målt i forhold til 1990, som det er kommet til udtryk i EU's Fit for 55-plan. Det formodes også, at omkostningerne til at udlede CO<sub>2</sub> som følge af EU's klimamål i mange år vil ligge væsentligt over omkostningerne i resten af verden.

Det er baggrunden for EU's forslag om CBAM – Carbon Border Adjustment Mechanism - som, efter en foreløbig aftale herom mellem EU-Parlamentet og Rådet i december 2022 er godt på vej. Hvis forslaget endeligt vedtages, vil den indebære en afgift på udvalgte, meget energitunge varer (herunder jern, cement og beton). Tolden vil blive pålagt import fra ikke-EU-lande, der har lavere priser på CO<sub>2</sub>-udledninger end EU, og vil afhænge af forskellen mellem EU's CO<sub>2</sub>-kvotepris og eksportlandets CO<sub>2</sub>-afgift.

Når de fleste EU-lande har CO<sub>2</sub>e-afgifter på niveau med de danske, og når CBAM-forslaget realiseres, kan man argumentere for, at der ikke er grund til at indføre særlige udbudskrav ved danske vindudbud. Omvendt kan krav om maksimale CO<sub>2</sub>-aftryk give mening, så længe de danske CO<sub>2</sub>-afgifter og kvotepriser er højere end i andre lande.

### **Giver det mening at stille udbudskrav til vindparkeres CO<sub>2</sub>-aftryk – og hvordan?**

Baseret på ovenstående følger herefter et af analysens spørgsmål, nemlig om det er en god ide i de kommende års vindudbud at stille krav til CO<sub>2</sub>-aftrykket.

Dette spørgsmål kræver viden om, hvor meget de enkelte materialedele bliver dyrere ved forskellige klimakrav. For så vidt angår *jern og stål* angiver nogle europæiske producenter et CO<sub>2</sub>-aftryk helt ned til ca. 0,5 kg CO<sub>2</sub>/kg jern – altså under det halve af det gennemsnit, der fremgår af tabel 3. Vores kilder viser imidlertid ikke, i hvor høj grad dette betyder en højere jern- eller stålpris end for resten af markedet. Teknologien til at reducere jern og ståls CO<sub>2</sub>-aftryk er først og fremmest at anvende naturgas eller allerhelst brint, som i dag ikke er en almindelig anvendt teknologi på jern- og stålværker.

Nogle af de virksomheder, vi har talt med, vurderer imidlertid, at det ikke er sikkert, at krav om anvendelse af "grønt stål" vil favorisere europæiske stålproducenter. De lægger vægt på, at de kinesiske stålproducenter ekspanderer kraftigt i disse år og at disse derfor i mange tilfælde vil have nyere anlæg, der kan være mere energieffektive end de europæiske producenters anlæg. Et andet problem er, at der ikke er én globalt anerkendt standard for, hvornår stål er grønt, eller hvordan CO<sub>2</sub>-indholdet i stålet kontrolleres og verificeres. Nogle producenter lægger vægt på miljøforhold eller sociale forhold i stålproduktionen, og andre lægger vægt på, at en vis andel af stålet er genbrugsstål.

Klimaaftrykket for *beton* varierer også en del. Beton er en blanding af cement og grus, og stort set hele CO<sub>2</sub>-aftrykket skyldes cementen. En række cementfabrikker er ved at udvikle cementtyper, hvor noget af materialet erstattes af calcineret ler<sup>20</sup>. På sigt vil grøn

<sup>19</sup> Afgiften udgør 750 kr for ikke-kvotefattede virksomheder og 125 kr. for mineralogisk produktion.

<sup>20</sup> Calcineret ler er ler, der opvarmes for at frigøre vand, og som herefter erstatter en del af de klinker, der medgår til cementproduktionen, og som afgiver meget CO<sub>2</sub>.

cement forudsætte, at producenten fanger og lagrer (såkaldt CCS) både den CO<sub>2</sub>, der skyldes den kemiske proces, og den CO<sub>2</sub>, der hænger sammen med forbrændingen af klinkerne.

CO<sub>2</sub>-aftrykket for *glas- og kulfiber, epoxy mv.* er som nævnt væsentligt højere end for jern, stål og beton. CO<sub>2</sub>-aftrykket for *aluminium og kobber* er også højt, men disse elementer udgør en mindre del af vindparkernes samlede CO<sub>2</sub>-aftryk.

Alternativet til at stille CO<sub>2</sub>-krav til udvalgte materialer er at stille krav til vindparkernes samlede CO<sub>2</sub>-aftryk. Fordelen herved er, at samlede mål er mere innovationsfremmende. Ulempen er, at hvis klimaaftrykket fx også skal inddrage den efterfølgende vedligeholdelse og indregne klimagevinsten ved genanvendelse, så inddrager man hermed forhold, som først finder sted mange år efter, at udbuddets vinder er fundet. Dertil kommer, at der er tusindvis af mindre komponenter fra forskellige leverandører, som alle vil skulle have en præcis CO<sub>2</sub>-opgørelse alt efter fx leverandør, hvis det skal virke hensigtsmæssigt.

### **Opsamling om CO<sub>2</sub>-krav**

Vores samlede konklusion på dette punkt er, at det er komplekst at stille CO<sub>2</sub>-krav, som kan måles og kontrolleres, som ikke fordyrer vindmøllerne unødigt, og som ikke komplicerer udbuddene for meget.

Vi vil derfor anbefale, at det bliver fast praksis i danske vindudbud at stille krav om LCA-vurderinger af høj kvalitet, som skal opfylde to kriterier:

- De skal medtage hele produktionskæden (inkl. underleverandører, dvs. scope 3)
- De skal medtage det forventede CO<sub>2</sub>-aftryk i hele møllernes levetid, dvs. inkl. mulig genanvendelse efter nedtagning.

Disse LCA-vurderinger skal være godkendte af internationalt anerkendte revisionsfirmaer eller evaluatore. Vi vurderer, at standarderne ikke er tilstrækkeligt accepterede og kontrollerbare til, at krav om størrelsen af det samlede CO<sub>2</sub>-aftryk kan bruges som udvælgelseskrav eller tildelingskriterium.

Vi tror dog også, at dette vil være muligt inden for få år. Når det sker, kan vi tage stilling til, om fordelene ved at stille krav til CO<sub>2</sub>-aftrykket overstiger ulemperne, herunder på omkostningerne til at bygge havvindparker. Kravene kan enten omfatte det samlede CO<sub>2</sub>-aftryk eller CO<sub>2</sub>-aftrykket fra udvalgte materialer og processer. Krav til processerne kan fx omfatte krav om anvendelse af grøn energi i den løbende drift, dvs. primært sejlads og løft af vindmølledele i forbindelse med drift og vedligehold af parkerne. Det kan ske ved batteridrevne skibe, ved grøn metanol eller lignende, eller subsidiært ved køb af grønne oprindelsescertifikater, når det ikke er muligt at bruge grøn energi.

Kravene skal dog også balanceres op imod de generelle krav til fx den stål og den cement, der anvendes i resten af samfundet. Hvis kravene til fx stål og cement til vindmøller er hårdere end kravene til stål og cement i øvrigt bliver de samlede omkostninger til den grønne omstilling højere end nødvendigt.

# INTERNATIONAL KONKURRENCE OG INNOVATION

En del af de virksomheder, vi har talt med under udarbejdelsen af denne analyse, vurderer, at priskonkurrencen på hele vindmarkedet er blevet hårdere de sidste ca. 5 år. Generelt bekræfter regnskabstal for de vigtigste danske virksomheder i vind-værdikæden også, at især underleverandørerne har dårlige regnskabsresultater., jf. tabel 4.

Sammenstillingen af regnskabsresultaterne for udvalgte vindvirksomheder viser, at store dele af vindbranchen – med Ørsted som undtagelse - er presset. Branchens nøgletal skal sammenlignes med, at typiske afkastningsgrader (ROIC) for større danske virksomheder er godt 10 pct., mens egenkapitalforrentningen (med store variationer) har udgjort godt 15 pct.

Vindbranchens kapitalforrentning har ligget under disse gennemsnit – især for underleverandørerne, hvor et flertal af virksomhederne har ligget markant under markedsgennemsnittet.

**TABEL 4. VINDBRANCHEN ER ØKONOMISK PRESSET**

	Omsætning	Driftresultat	Samlede aktiver	ROIC	Egenkapital	Årets resultat	ROE	Antal beskæftigede
<i>Developers</i>								
<b>Ørsted</b>								
2022	132,277 mia. kr.	19,774 mia. kr.	314,142 mia. kr.	6,3%	95,532 mia. kr.	14.996 mia. kr.	15,7%	8027
2021	77,673 mia. kr.	16,195 mia. kr.	270,385 mia. kr.	5,9%	85,137 mia. kr.	10,877 mia. kr.	12,8%	6836
2020	52,601 mia. kr.	9,010 mia. kr.	196,719 mia. kr.	4,6%	97,329 mia. kr.	15,537 mia. kr.	16,0%	6179
2019	67,842 mia. kr.	11,588 mia. kr.	192,860 mia. kr.	6,0%	89,562 mia. kr.	7,235 mia. kr.	8,1%	6526
2018	76,946 mia. kr.	23,116 mia. kr.	174,575 mia. kr.	13,2%	85,115 mia. kr.	18,276 mia. kr.	21,5%	6080
2017	59,504 mia. kr.	16,290 mia. kr.	146,521 mia. kr.	11,2%	71,837 mia. kr.	19,425 mia. kr.	27,0%	5638
<i>Producenter</i>								
<b>Vestas</b>								
2022	108,645 mia. kr.	11,970 mia. kr.	150,675 mia. kr.	7,9%	22,950 mia. kr.	-11,790 mia. kr.	-51,4%	28779
2021	116,902 mia. kr.	2,415 mia. kr.	147,840 mia. kr.	1,6%	35,707 mia. kr.	2,167 mia. kr.	6,0%	29164
2020	111,142 mia. kr.	5,235 mia. kr.	136,200 mia. kr.	3,8%	35,272 mia. kr.	5,782 mia. kr.	16,4%	26121
2019	91,102 mia. kr.	7,530 mia. kr.	107,482 mia. kr.	7,0%	25,087 mia. kr.	5,250 mia. kr.	22,1%	24964
2018	76,005 mia. kr.	6,907 mia. kr.	89,242 mia. kr.	7,7%	23,280 mia. kr.	5,122 mia. kr.	22,0%	24221
2017	74,647 mia. kr.	9,225 mia. kr.	81,532 mia. kr.	11,3%	23,340 mia. kr.	6,705 mia. kr.	28,0%	22504

<b>Siemens Gamesa</b>								
2022	73,031 mia. kr.	-1,237 mia. kr.	131,301 mia. kr.	1,0%	28,772 mia. kr.	-6,998 mia. kr.	-22,4%	27053
2021	83,572 mia. kr.	3,465 mia. kr.	123,727 mia. kr.	1,8%	33,682 mia. kr.	2,797 mia. kr.	8,3%	26182
2020	76,650 mia. kr.	1,717 mia. kr.	191,467 mia. kr.	0,9%	35,767 mia. kr.	1,050 mia. kr.	2,9%	26114
2019	76,740 mia. kr.	-0,900 mia. kr.	175,020 mia. kr.	-0,5%	33,112 mia. kr.	-1,275 mia. kr.	-3,8%	24453
2018	68,415 mia. kr.	-2,182 mia. kr.	160,357 mia. kr.	-1,3%	28,170 mia. kr.	-2,182 mia. kr.	-7,8%	23034
2017	82,230 mia. kr.	-1,012 mia. kr.	149,550 mia. kr.	-0,6%	36,097 mia. kr.	-1,012 mia. kr.	-2,8%	25000
<i>Underleverandører</i>								
<b>Bladt</b>								
2021	2,177 mia. kr.	-0,043 mia. kr.	1,824 mia. kr.	-1,8%	0,518 mia. kr.	-0,047 mia. kr.	-8,5%	385
2020	2,205 mia. kr.	0,079 mia. kr.	1,881 mia. kr.	-41,3	0,505 mia. kr.	-0,022 mia. kr.	17,9%	473
2019	2,167 mia. kr.	-0,049 mia. kr.	1,206 mia. kr.	-10,0%	0,378 mia. kr.	-0,041 mia. kr.	-12,4%	427
2018	1,455 mia. kr.	0,043 mia. kr.	0,946 mia. kr.	21,1%	0,429 mia. kr.	0,029 mia. kr.	9,9%	355
2017	3,086 mia. kr.	0,004 mia. kr.	1,123 mia. kr.	11,1%	0,449 mia. kr.	0,031 mia. kr.	1,0%	557
<b>Welcon</b>								
2021	0,708 mia. kr.	0,037 mia. kr.	0,337 mia. kr.	9,5%	0,082 mia. kr.	0,027 mia. kr.	40,4%	434
2020	0,740 mia. kr.	0,005 mia. kr.	0,299 mia. kr.	1,6%	0,054 mia. kr.	0,002 mia. kr.	3,1%	416
2019	0,588 mia. kr.	0,002 mia. kr.	0,282 mia. kr.	0,9%	0,082 mia. kr.	0,002 mia. kr.	2,9%	361
2018	0,619 mia. kr.	0,009 mia. kr.	0,301 mia. kr.	4,3%	0,080 mia. kr.	0,007 mia. kr.	9,1%	348
2017	0,434 mia. kr.	0,052 mia. kr.	0,174 mia. kr.	27,5%	0,082 mia. kr.	0,040 mia. kr.	52,6%	302
<b>Valmont</b>								
2021	0,793 mia. kr.	-0,065 mia. kr.	0,305 mia. kr.	-21,4%	0,130 mia. kr.	-0,093 mia. kr.	-71,7%	550
2020	0,721 mia. kr.	-0,021 mia. kr.	0,527 mia. kr.	-4,1%	0,159 mia. kr.	-0,052 mia. kr.	-33,1%	519
2019	0,601 mia. kr.	-0,027 mia. kr.	0,284 mia. kr.	-9,6%	0,212 mia. kr.	-0,023 mia. kr.	-11,0%	486
2018	0,586 mia. kr.	0,002 mia. kr.	0,359 mia. kr.	0,6%	0,235 mia. kr.	0,000 mia. kr.	0,0%	494
2017	0,664 mia. kr.	0,038 mia. kr.	0,301 mia. kr.	12,8%	0,240 mia. kr.	0,026 mia. kr.	10,8%	569
<b>NKT</b>								
2022	15,592 mia. kr.	0,519 mia. kr.	20,755 mia. kr.	2,5%	8,578 mia. kr.	0,468 mia. kr.	5,5%	4062
2021	13,710 mia. kr.	0,179 mia. kr.	19,150 mia. kr.	0,9%	8,699 mia. kr.	0,035 mia. kr.	0,4%	4176
2020	10,522 mia. kr.	0,288 mia. kr.	16,129 mia. kr.	-1,8%	8,073 mia. kr.	-0,558 mia. kr.	-6,9%	3800
2019	9,510 mia. kr.	0,657 mia. kr.	13,422 mia. kr.	-4,9%	6,028 mia. kr.	-0,570 mia. kr.	-9,5%	3671
2018	11,262 mia. kr.	0,289 mia. kr.	13,944 mia. kr.	-2,1%	6,717 mia. kr.	-0,347 mia. kr.	-5,2%	3744
2017	10,716 mia. kr.	0,039 mia. kr.	14,284 mia. kr.	0,3%	6,122 mia. kr.	6,966 mia. kr.	113,0%	3600

Både på konkurrence- og handelsområdet er der regler, der sigter mod at opretholde en "fair" konkurrence.

På konkurrenceområdet er det forbudt og udtryk for misbrug af en dominerende stilling, hvis en producent har meget lave priser med det sigte at holde mindre konkurrenter nede eller ude af markedet. I EU er der også relativt skrappe regler, der forbyder nationalstater at give statsstøtte til virksomhederne.

Det skal også indgå i betragtningen, at noget kunne tyde på, at udviklingen mod en meget

hård priskonkurrence ikke vil fortsætte. Nogle markedsaktører fremfører over for os, at de meget ambitiøse udbygningsplaner for vindenergi, som bl.a. EU har, vil medføre en sådan vækst i efterspørgslen, at produktionskapaciteten på vindområdet i de nærmest kommende år vil være for lille, og at det vil muliggøre højere marginer for leverandørerne.

### **Konkurrence og innovationsevne**

Ingen er i tvivl om, at de kommende års store behov for vindudbygning også vil forudsætte en betydelig innovation. Eksempelvis vil de stadigt større møller kræve stærkt stigende mængder materiale, hvis ikke der udvikles nye materialer og byggemetoder, som kan reducere mængden i møllerne.

I konkurrenceteorien er der i betydelig grad konsensus om, at den stærkeste innovation hverken opnås, når der er en betydelig markedskoncentration, eller når der er tilnærmelsesvist fuldkommen konkurrence med et stort antal udbydere. Den stærkeste innovation fås ved oligopolistisk konkurrence, dvs. konkurrence med få store konkurrenter. Det giver den enkelte virksomhed tilstrækkeligt mange ressourcer til at kunne håbe på en betydelig gevinst, hvis en innovation kan disrupte markedet eller i hvert fald give større markedsandele. I konkurrenceøkonomisk teori kaldes dette teorien om "det omvendte U"<sup>21</sup>.

Denne teori, som der er empirisk belæg for, bekræfter således, at bekymringer om "for hård" konkurrence ikke nødvendigvis er beklagelser fra virksomheder med utilstrækkelig konkurrenceevne.

### **Konklusion**

Vores samlede konklusion på dette område er, at der i dag er en risiko for, at den meget hårde priskonkurrence på vindområdet vil lede til en situation, hvor europæiske producenter taber markedsandele. Dette taler for at supplere priskriterierne med kvalitetskriterier, som måske kan dæmpe den meget hårde priskonkurrence, om end det forventes kun at være i lille grad.

Det er også vigtigt fortsat at fastholde og bruge de instrumenter, ikke mindst EU har på såvel handels- som på konkurrenceområdet.

Endelig er det vores konklusion, at bæredygtighedskrav kan være en god ide. Det skal dog primært indføres for at gøre vindmølleparkerne mere bæredygtige og ikke ud fra et hensyn om at give europæiske producenter en konkurrencefordel.

---

<sup>21</sup> Det omvendte U er en kurve i et diagram med markedskoncentrationen ud ad x-aksen og innovationstempoet i markedet op ad y-aksen. Et eksempel på en oversigt over teorien er givet i Aghion, Philippe et al, 2002: Competition and innovation: An Inverted U Relationship. The Institute for Fiscal Studies

---

# BILAG 1. INSPIRATION UDEFRA – UDBUDSKRAV I HOLLAND, TYSKLAND OG FRANKRIG

---

Introduceres andre udbudskriterier end kun pris i danske vindmølleprojekter, vil det ikke være første gang, det sker i Europa. Andre lande har lignende overvejelser, fx er Tyskland i gang med at revidere deres retningslinjer for vindudbud og både Holland og Frankrig har allerede introduceret det i nogle af deres udbud. Vi har derfor indhentet oplysninger om vindudbuddene i disse tre lande.

## Hollandske HWK VI og HWK VII

Holland har et udestående udbud, hvor der skal etableres en samlet kapacitet på 1,4 GW fordelt i to områder med 700 MW i hver zone, som ligger ud for den hollandske kyst 60 km fra Amsterdam. Deadline for budafgivelse var 12. maj 2022, der træffes afgørelse om udbuddet i 2022, og det forventes, at parkerne er operationelle i 2025/2026. Udover selve tildelingskriterierne er der en række krav til parkerne, fx at de enkelte vindmøller ikke må have en kapacitet over 14 MW, at der ikke må opstilles mere end 60 møller i hver zone mm. Der kan bydes på udbuddene samlet eller hver for sig.

Begge udbud adskiller fra udbud i mange andre lande ved, at deres maksimale pointsum ikke summerer til 100 men til 200, hvoraf 100 af pointene gives på baggrund af traditionelle kriterier fx pris, og 100 point gives på baggrund af hhv. biodiversitet (HWK VI) og systemintegration (HWK VII). De traditionelle kriterier er identiske for to parker og fremgår af tabel 5. Kriterierne, som fordeler de resterende 100 point, fremgår af hhv. tabel 6 (HWK VI) og tabel 7 (HWK VII).

Det specielle ved de hollandske udbud er, at der nedsættes to eksterne ekspertpaneler (et til hvert udbud), som skal vurdere kriterierne og komme med anbefalinger til pointtildelingen. Ekspertpanelerne har ingen indflydelse på pointtildelingen i forhold til de traditionelle kriterier, og kan heller ikke træffe en egentlig afgørelse om pointtildelingen – de kan alene komme med anbefalinger.

Denne model har flere fordele. Vurderingen af den bedste løsning inden for biodiversitetsfremme eller systemintegration er særdeles svær at lave rent fagligt. Der kan fx være to forskellige strategier til fremme af nogle sårbare arter, men strategierne fremmer forskellige arter – hvilken strategi er i så fald bedst samlet set?

Dette føder ind i en anden fordel: der kan være teknologisk set åbne kriterier, så den bedste løsning kan blive anvendt, også selv om den ikke er bredt kendt eller kendt af myndighederne på forhånd. Dermed åbnes for fleksibilitet i udbuddene, som normalt kan give anledning til, at myndighederne må bruge ressourcer og tid på sagsprocessen, formulering af begrundelser, mv. Når det tilrettelægges på denne måde med ekspertpaneler, kan disse omkostninger holdes nede, samtidig med, at der kan være tillid til de vurderinger, som foretages af ekspertgruppen, og dermed også den efterfølgende afgørelse om tildeling af vindmølleparkerne.

Tilliden til kvaliteten af vurderingerne, som ligger til grund for afgørelsen, kan også kræve armslængde for den ansvarlige myndighed. Det kan gøre det nemmere for myndigheden at træffe afgørelser, som omhandler tekniske aspekter af udbuddene, hvor kriterierne er åbne. Åbne udbud har normalt den iboende ulempe, at det er let at kritisere pointtildelingen. Har udbuddet været tæt, kan der derfor være et efterspil, hvor myndighederne kan være under pres på grund af den afgørelse, der er truffet. Dette kan afbødes væsentligt ved at etablere armslængde ved brug af et eksternt ekspertpanel.

I forhold til de traditionelle udbudskriterier tillægger de hollandske udbud ikke stor vægt på, hvilken byder, som vil byde mest for vindmølleparkerne. Det indgår således kun med en vægt på 10% af hele vurderingen. I stedet rettes der fokus på vished, for at parken bliver leveret som aftalt og til tiden. Dette gøres gennem pointtildeling til erfarne leverandører, finansiel robusthed hos den part hos byderen, som er hovedansvarlig for udbuddet, og at der leveres så meget produktion af strøm som muligt fra parken.

**TABEL B1. UDBUDSKRITERIER FOR HWK VI I HOLLAND**

Kriterier	Point
Pris	20
Der gives point på baggrund af højeste bud. Der gives 20 points for bud på mindst 50 mio. €. Derfra gives der 1 point mindre for hver 2,5 mio. € der bydes under 50 mio. €.	20
Sikkerhed for parkens opførelse	40
Hvis projektleder har opført 25 MW havvindskapacitet tidligere, gives der 3 point, ellers 0.	3
Hvis leverandøren af fundamenternes tidligere har leveret 10 eller flere fundamenter til havvindmølleparker gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis installatøren af fundamenterne tidligere har leveret 10 eller flere fundamenter i havvindmølleparker gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis leverandøren af vindmøllerne tidligere har leveret 10 eller flere havvindmøller gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis installatøren af vindmøllerne tidligere har installeret 10 eller flere havvindmøller gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis leverandøren af kablerne til vindmøllerne tidligere har leveret kabler til mindst 10 offshore forbindelser gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis installatøren af kablerne til vindmøllerne tidligere har tilsluttet 10 eller flere havvindmøller til en platform gives 1 point, ellers 0.	1
Hvis selskaberne med ansvar for drift og vedligehold af parkerne tidligere har haft ansvar for drift og vedligeholdelse af mindst 25 MW havvind gives 1 point, ellers 0.	1
Der gives point, des højere byders egenkapital er i forhold til investeringsomkostningen i parken. For hver 20% af investeringsomkostningen i vindmølleparken tildeles 3 point. Under 20% giver 0 point, og 100% eller mere giver 15 point.	15
Der gives point for finansiel garanti i koncernen/moderselskabet. Garantien skal i tilstrækkelig grad dække tre kriterier: Den skal stilles ubetinget, være underlagt hollandsk lovgivning og gælde i hele opførelsesperioden. For hver 100 mio. € der stilles garanti for, tildeles 3 point. Er garantien under 100 mio. €, tildeles 0 point. Er garantien mindst 500 mio. € tildeles 15 point.	15
Vindmølleparken bidrag til energiforsyningen	40
Der gives 2 point, hvis parken leverer under 3.000 GWh om året. Der gives 8 point for 3.100 GWh, hvorefter der tildeles 8 point for hver 100 GWh mere, der leveres. Der tildeles 40 point, hvis parken leverer mindst 3.400 GWh om året.	40

kilde: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7093-n1.html#d17e1810> og <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7101-n1.html>

I tildelingen af HWK VI er der lagt 50% vægt på biodiversitetsfremme, både form af fugle (EU's fuglebeskyttelsesdirektiv) og det marine økosystem (EU's habitatdirektiv og EU's havstrategirammedirektiv). Dette gøres gennem to spor, som dækker over anvendelse af eksisterende muligheder for integration af biodiversitetsfremmende virkemidler i vindmølleparken (20% af det samlede udbud) samt udvikling af nye biodiversitetsfremmende virkemidler, der skal kunne anvendes i en operationel kontekst (vægter 30% af det samlede udbud). Begge spor indeholder et kriterium om, at der skal ske vidensdeling for anvendelsen af biodiversitetsfremmende virkemidler, jf. tabel 6.

Mens dette ikke er relateret til emnerne, som er berørt i denne rapport, er det en god måde at udnytte vindmølleparkers mulighed for at forbedre både vandkvalitet og biodiversitet, samt afbøde nogle af de negative konsekvenser, som vindmølleparker har for især fuglelivet.

Der er forholdsvis mange delkriterier, som en byder skal forholde sig til forud for at afgive bud på HWK IV. Den administrative byrde i forbindelse med et sådant udbud kan derfor blive stor, hvilket kan afholde nogle selskaber fra at afgive bud.

Netop de mange udbudskriterier kan også gøre det svært at evaluere de indkomne udbud. Evalueringen kompliceres yderligere af, at kriterierne stiller store krav til myndighedernes faglige kompetencer inden for naturområdet. Derfor er det som tidligere nævnt formentlig en fordel, at Holland anvender et eksternt ekspertpanel til at vurdere dette.

**TABEL B2. UDBUDSKRITERIER FOR BIODIVERSITET I HWK IV**

Kriterier	Point
Investeringer i vindmølleparken som fremmer tiltag, der forbedrer biodiversiteten	40
Der skal begrænses negative effekter fra vindmølleparken og/eller fremme positive effekter i de marine økosystemer i henhold til de relevante EU-direktiver. Investeringerne skal indbygges i designet, anlægningen, driften og produktionen af parken.	30
Investeringernes mulige virkning i at forebygge eller reducere negative konsekvenser for en række arter	6
Investeringens mulige virkning til at bidrage med at opnå god økologisk status eller have favorabel bevaringsstatus i overensstemmelse med EU's havstrategirammedirektiv.	4
Der gives point efter, i hvor høj grad investeringen kan anvendes i en operationel kontekst	10
Der gives point efter, i hvor høj grad investeringen er specifik, målbar og at effekten af investeringen kan måles inden for en tidsafgrænset periode.	10
Der gives point for hvor meget vidensdeling der sker i forbindelse med projektet angående tre områder: begrænse de negative konsekvenser i for opfyldelsen bestemmelserne for beskyttede arter, fremme af de positive virkninger for bevarelsen af de marine økosystemer i overensstemmelse og fremme af de positive virkninger for miljøtilstanden i den hollandske del af Nordsøen.	10
Dette skal gøres ud fra en samlet vurdering af omfanget, som den delte viden bidrager til videnshuller, sammenhængen til eksisterende forskningsprojekter og kvalitet og tilrettelæggelse af den formidlingsmæssige strategi/plan så den sikrer deling, er specifik og tidsbunden, samt i hvilket omfang målgrupperne er blevet identificeret.	



Fremme af innovation og udvikling af løsninger til forbedring af biodiversiteten i den hollandske del af Nordsøen, som kan anvendes i denne og fremtidige vindmølleparker.	60
Projekterne, som skal demonstrere en ny løsning eller udvikle på en eksisterende metode, skal bidrage til enten at begrænse de negative konsekvenser i for opfyldelsen de respektive EU-direktiver, fremme af de positive virkninger for bevarelsen af de marine økosystemer i overensstemmelse med EU's habitatdirektiv eller fremme af de positive virkninger for miljøtilstanden i den hollandske del af Nordsøen jf. EU's havstrategirammedirektiv.	50
For hver ny metode, som ikke allerede findes, skal der laves et demonstrationsprojekt, som skal testes i en operationel kontekst svarende til TRL7 som pilotforsøg. Metoder, som allerede er tilgængelige, skal testes i et operationelt niveau uden nærmere angivelse af TRL-niveau.	
Metodens mulige virkning i at forebygge eller reducere negative konsekvenser for en række arter	12
Metodens mulige virkning til at bidrage med at opnå god økologisk status eller have god bevaringsstatus med EU's havstrategirammedirektiv.	6
I hvor grad en ny metode vurderes at være bedre end de eksisterende muligheder	8
I hvilket omfang en ny metode er baseret på den nyeste videnskabelige viden og metode ved ansøgningstidspunktet	8
I hvor grad det kan sandsynliggøres, at en ny metode kan anvendes i en operationel kontekst. Dette skal gøres gennem dokumentation fra den videnskabelige litteratur og ved overvågning af pilotforsøg	8
I hvilket omfang er det muligt at måle hvilke specifikke og målbare effekter, som en ny metode kan bidrage med, og i hvor høj grad dette kan måles inden for en tidsafgrænset periode.	8
Der gives point for hvor meget vidensdeling der sker i forbindelse med de nye metoder angående tre områder: begrænse de negative konsekvenser i for opfyldelsen bestemmelserne for beskyttede arter, fremme af de positive virkninger for bevarelsen af de marine økosystemer i overensstemmelse og fremme af de positive virkninger for miljøtilstanden i den hollandske del af Nordsøen.	10
Dette skal gøres ud fra en samlet vurdering af omfanget, som den delte viden bidrager til videnshuller, sammenhængen til eksisterende forskningsprojekter og kvalitet og tilrettelæggelse af den formidlingsmæssige strategi/plan så den sikrer deling, er specifik og tidsbunden, samt i hvilket omfang målgrupperne er blevet identificeret.	

Note: Kriterier skrevet med lysegrå er delkriterier, og summere til pointsummen i kriteriet skrevet med sort ovenover.

Kilde: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7101-n1.html>

I det andet udbud, HWK VII, lægges der vægt på, hvordan der kan indarbejdes (35%) og udvikles (15%) løsninger, som kan dække forskellen mellem udbud og efterspørgsel, som er særligt udfordrende for VE-teknologier som vind og sol, da de har fluktuerende produktion. Det betyder, at produktionen i perioder vil være højere end efterspørgslen, når det blæser meget, og lavere i andre perioder. Hvis ikke denne udfordring løses vil elforsyningen være afhængig af reservekapacitet, især fra termiske generatorer.

Denne udfordring (som også er relevant i Danmark) kan løses gennem energilagring i batterier, produktion af brint enten direkte i møllerne eller på land mv., men også ved udbygning af transmissionsnettene. Mange af løsningerne er dog ikke markedsparate endnu, og derfor er der behov for innovation på dette område.

**TABEL B3. UDBUDSKRITERIER FOR SYSTEMINTEGRATION I HWK VII**

Kriterier	Point
Fremme af investeringer i til integration af HWK IIV i det hollandske energisystem	70
Investeringer i systemintegrationen skal bidrage til at skabe en stigende skalerbar og fleksibel efterspørgsel, som passer til udbudsprofilen fra vindenergi. Dette gøres ud fra en samlet vurdering af den potentielle effekt af integration af vindenergi i det hollandske energisystem, i hvor høj grad det allerede er vist, at en løsning kan anvendes i en operationel kontekst og i hvor høj grad der redegøres for en specifik, målbar og tidsafgrænset effekt af en investering.	60
Der gives point for, hvor meget vidensdeling der sker i forhold til systemintegrationen. Dette vurderes samlet ud fra i hvor høj grad den nye viden kan bidrage til at lukke videnshuller i samarbejde med eller ved støtte af eksisterende forskning og kvalitet og tilrettelæggelse af den formidlingsmæssige strategi/plan så den sikrer deling, er specifik og tidsbunden, samt i hvilket omfang målgrupperne er blevet identificeret.	10
Fremme af innovation inden for integration af havvindmølleparker i det hollandske energisystem	30
Der gives point for, hvor meget en ny løsning bidrager til at skabe en stigende skalerbar og fleksibel efterspørgsel, som passer til udbudsprofilen for vindenergi, og som kan bruges til fremtidige havvindparker. Dette gøres gennem en demonstration hollandsk territorium, og demonstrationsprojektet skal minimum testes i et TRL7-niveau. Dette gøres ud fra en samlet vurdering af 1) potentiel effekt af den nye løsning inden for integration af HWK VII og fremtidige vindmølleparker i det hollandske energisystem, når den nye løsning er markedsparat, 2) i hvor høj grad den nye løsning er bedre og nyskabende for systemintegration sammenlignet med nuværende løsninger, 3) i hvor høj grad en ny løsning kan demonstreres at kunne anvendes i en operationel kontekst og 4) i hvilket omfang der på baggrund af demonstrationsprojekterne kan laves specifikke og målbare fremskridt inden for en tidsafgrænset periode	20
Der gives point for, hvor meget vidensdeling der sker i forhold innovation inden for systemintegrationen. Dette vurderes samlet ud fra i hvor høj grad den nye viden kan bidrage til at lukke videnshuller i samarbejde med eller ved støtte af eksisterende forskning og kvalitet og tilrettelæggelse af den formidlingsmæssige strategi/plan så den sikrer deling, er specifik og tidsbunden, samt i hvilket omfang målgrupperne er blevet identificeret	10

Kilde: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2022-7093-n1.html#d17e1810>

### Tyske vindmølleudbud under udvikling

Tyskland har tidligere, ligesom blandt andet Danmark, kun haft fokus på pris og andre traditionelle udbudsbetingelser i deres vindmølleudbud. Fremadrettet arbejder de tyske myndigheder dog på

fastsatte regulatoriske rammevilkår for to parallelle spor for havvindudbud: et hvor havarealer uden forudgående forundersøgelser vil blive udbudt baseret på højeste betalingsvillighed, og et andet hvor man flytter fokus væk fra at være ensidigt på pris, og i stedet også have fokus på kvalitetsaspekter ved vindmølleprojekterne. Dette emne er blevet aktuelt, da Tyskland forventer at udvide deres vindkapacitet betragteligt de kommende år og har en målsætning om 30 GW vindenergi i 2030 og 75 GW i 2045. Derfor har de brug for at tænke helhedsorienteret, så møllerne ikke kommer til at skabe unødige gene og kan bidrage med innovation. De tyske udbudskriterier fremgår af tabel 8.

**TABEL B4. FORELØBIGT UDKAST TIL UDBUDSKRITERIER I FREMTIDIGE TYSKE VINDUDBUD**

Kriterium	Point
Pris	60
Udbud vil foregå efter en konsessionsmodel, hvor højeste bud får 60 point. Det er ikke tilladt at byde negativt, og der er ikke noget loft. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på højeste pris.	60
Købsaftaler for strømproduktionen (PPA)	10
Budgiver skal have en andel af produceret energi, som er solgt via PPA. Der gives 10 point til højeste andel strøm solgt via PPA'er, som skal dokumenteres ved budafgivelse. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på højeste andel relativt set.	10
CO2-reduktioner	10
Der gives point for andelen af vedvarende energi i produktionen af møllerne. Højeste andel giver 5 point. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på højeste andel relativt set.	5
Der gives point for andelen af grøn brint i den del af produktionen af møllerne, som ikke dækkes af strøm. Højeste andel giver 5 point. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på den højeste andel. Dette er ikke taget i brug endnu på grund af manglede muligheder for at anvende grøn brint hos leverandørerne.	5
Sikring af kvalificeret arbejdskraft	10
Der gives point for antal lærlinge relativt til samlet antal ansatte hos byderne på buddatoen. Højeste ratio tildeles 10 point. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på denne andel.	10
Reducerede støjgener ved etablering af fundamenterne og reduceret påvirkning af havbunden	10
Der gives point efter høj en andel af fundamenterne til vindmølleparken, som ikke er anlagt med rambuk eller gravitationsfundament. Den højeste andel får 10 point. Øvrige bydere tildeles point efter, hvor tæt de er på højeste andel relativt set.	10

De foreløbige udkast til tyske udbudsbetingelser i tabel 8 afspejler et ønske om at flytte fokus væk fra et ensidigt fokus på pris, som kun vægter 60 pct. De øvrige elementer afspejler et ønske om at drive en udvikling med fokus på samfundsansvar.

Strømproduktionen er en del af at levere en samfundsydelse til en fast pris, som både industri- og privatkunder kan regne med. Når Tyskland giver point for at lave PPA'er, må det derfor skyldes et ønske om, at de nye vindparker skal give stabilitet i elpriserne, frem for at producenter bruger

korttidsaftaler eller spotprisaftaler til at maksimere profit. Hvorvidt dette er relevant i Danmark, er ikke klart. Danmark forventer at øge produktionen af både sol- og vindenergi ganske betydeligt de næste årtier, og derfor bliver fluktuation i produktionen af energi en udfordring, som skal løses. Her er det ikke sikkert, at et krav om PPA'er er et velegnet instrument, da det vil forudsætte, at der kan købes energi hos baseloadproducenter på dage, hvor der ikke er vind eller sol.

Som det tidligere er beskrevet i denne analyse, er der et relativt stort CO<sub>2</sub>-aftryk i produktionen af møllerne. Specielt produktionen af glasfiber og stål bidrager med store CO<sub>2</sub>-emissioner, som gør møllernes samlede CO<sub>2</sub> regnskab mindre grønt. Derfor giver det også mening, at de tyske myndigheder vil belønne selskaber, som har en grøn produktion af selve møllerne. Det forekommer dog for tidligt at indføre krav om grøn brint i produktionen af møllerne, da der pt ikke er produktion. Derfor vil de tyske myndigheder også først anvende det delkriterium på et senere tidspunkt.

I forbindelse med produktionen af vindmøllerne anvendes der meget faglært arbejdskraft, fx smede, som der også i Danmark forventes at blive mangel på i fremtiden. Dette er baggrunden for, at der indføres krav om antallet af lærlinge i produktionen. Det er fortsat uklart, hvordan og under hvilke forhold lærlinge helt konkret kræves anvendt til vindmølleprojekterne for at udgøre et kvalificeret bidrag til pointtildeling. Selv om det også i en dansk kontekst kan give god mening med sådanne krav er det afgørende, at kriteriet udformes, så det reelt bidrager til uddannelse af mere faglært arbejdskraft.

Det sidste kriterium om hvilke typer fundamenter og anlægsmetoder, som giver lavere antal point, er overraskende set med danske øjne. Det skyldes dels, at støjgenerne ved at hamre stålfundamenter i havbunden med rambuk er midlertidige og ligger langt fra land, hvorfor de i mange sammenhænge ikke forventes at være betydelige, dels at betonfundamenter, som gravitationsfundamenter er, ofte danner kunstige rev. Derved forbedrer de ofte den marine biodiversitet og vandkvalitet. Et ønske om at begrænse, hvor meget et fundament fylder, bør derfor ske ud fra en konkret vurdering af den placering, som møllerne får. Kommer møllerne til at ligge i et område med høj biodiversitet, er det klart at der bør tages hensyn til det, men det forekommer usandsynligt, at en myndighed vil lægge en vindmøllepark i et område, hvor der allerede er høj biodiversitet. Fordelen ved denne formulering er, at det er målbart, i hvor høj grad selskaberne opfylder det. Naturhensyn kan indbygges i danske udbud, fx ved at etablere rev mellem møllerne.

#### Franske AO4

Frankrig har et igangværende udbud ud for Normandiets kyst, hvor de vil etablere to vindmølleparker på i alt 2,5 GW, som skal være i driftssat senest i 2028. Udbuddet blev sendt ud 30. november 2021 og der forventes at blive udvalgt en vinder inden udgangen af 2022.<sup>22</sup>

Det franske udbud har tre overordnede kriterier, som der kan bydes efter: pris, miljø og sociale og udviklingsmæssige aspekter. Disse er yderligere inddelt i underkategorier. Kriterierne og deres vægtninger vist i tabel 9.

**TABEL B5. UDBUDSKRITERIER I FRANSKE UDBUD**

Kriterium	Point
Pris og finansielle forhold	75
Elpris: prisen for den el, som parken kommer til at levere, må maksimalt være 75€/MWh. Pointene fordeles fra laveste bud til maksimalprisen ved lineær interpolation. Laveste bud får 70 point. Bydes maksimalpris fås 0 point.	70

<sup>22</sup> Udbuddet specificerer ikke en konkret dato i 2022.

Der gives point for, at byderen kan sandsynliggøre, at de er i stand at imødekomme de kontraktuelle forpligtelser ved opsætning af parken, herunder at elprisen er realistisk.	5
<b>Miljø</b>	<b>15</b>
Der må maksimalt opsættes 95 møller, hvilket giver 0 point. Opsættes 45 eller færre møller, gives. Derimellem er der interpolation.	2
Der gives point efter, hvor mange midler tilbudsgiveren afsætter til miljøforbedrende formål ved projektet. 75 mio. € på dette giver 5 point, mens 0€ giver 0 point. Derimellem er der interpolation.	5
Der gives point efter hvor stor en del af møllevingen inklusiv flangerne, som kan genanvendes. Kan 100% genanvendes tildeles der 8 point, kan 80% genanvendes tildeles 0 point, derimellem laves der lineær interpolation.	8
<b>Social udvikling</b>	<b>10</b>
Bydere er forpligtet til at bruge mindst 6% af komponenterne og anlægsydelseerne til parken fra SMV'er, som vil give 0 point og maksimalt 10%, som vil give 5 point. Derimellem laves der lineær interpolation.	5
Bydere er forpligtet til at bruge mindst 3% af drifts- og vedligeholdelsesydelser til parken fra SMV'er, som vil give 0 point og maksimalt 6%, som vil give 3 point. Derimellem laves der lineær interpolation.	3
Bidrag fra personer og kommuner (crowdfunding): Der tildeles point efter hvor mange midler der tilgår projektet fra mindst 100 personer, kommuner og foreninger. Der må maksimalt indhentes 10 mio. €, som giver 2 point, og mindst 0€ som giver 0 point. Derimellem laves der lineær interpolation.	2

Kilde: [SA\\_62218\\_8000C87D-0000-C466-A569-8551E7C9AA9F\\_83\\_1.pdf \(europa.eu\)](#)

Det franske udbud vægter prisen højest af de tre lande i denne analyse med en vægt på 70 pct.

De miljømæssige aspekter kan give 15 pct., og her er det især genanvendelsesgraden på møllevingerne og samt miljøkompenserende foranstaltninger, som giver point. Det betyder, at udbuddet kan bidrage til udviklingen af nye genanvendelsesmetoder af vingerne eller udviklingen af nye resiner, ligesom det kan bidrage til at forbedre vandkvaliteten og biodiversiteten i området, hvor parken sættes op. Vindmølleparkerne kan fx bruges som lokale hotspots for biodiversitet ved at etablere rev eller andet, som giver renere vand.

Tildelingskriterierne omkring social udvikling har til hensigt at opførelsen af vindmølleparken kan bidrage til regional vækst og udvikling. I den form de har i dette udbud, fremstår de dog af som rettet mod at favorisere lokale/nationale bydere, hvilket kan skræmme udenlandske bydere væk.

---

# BILAG 2. ARBEJDSPAPIR FRA KROMANN REUMERT OM BÆREDYGTIGHED I UDBUDSPROCESSEN

---

KROMANN  
REUMERT

## KRAV TIL BÆREDYGTIGHED I UDBUDSPROCESSEN

### 1. INTRODUKTION

Ordregiver har en række forskellige muligheder for at stille krav til bæredygtighed/inddrage miljøhensyn i udbudsprocessen både efter udbudsloven og efter forsyningsvirksomhedsdirektivet. Konkret giver udbudsreglerne direkte adgang til at inddrage miljømæssige hensyn, men mulighederne går videre end det, og en ordregiver i et udbud kan langt henad vejen selv bestemme, hvordan man vil inddrage hensyn til miljø i udbuddet.

Overordnet er der nogle krav til udbuddet, som skal overholdes i hele udbudsprocessen:

- De grundlæggende udbudsretlige principper om ligebehandling, gennemsigtighed og proportionalitet skal overholdes.
- Krav og kriterier skal altid være forbundet med kontraktens genstand.
- Ordregiver skal have mulighed for at føre en effektiv kontrol med de oplysninger, der gives i tilbuddene om opfyldelse af krav til bæredygtighed og/eller kriterier.

Hertil er alle udbud efter udbudsloven som udgangspunkt omfattet af WTO's GPA-aftale (Government Procurement Agreement). Af relevans i forhold til miljøhensyn i udbud, indebærer aftalen, at ordregiver skal give økonomiske aktører fra lande, der har underskrevet aftalen, en behandling, som ikke er mindre gunstig end den, der gives økonomiske aktører fra EU. Den samme gør sig langt henad vejen gældende for udbud efter forsyningsvirksomhedsdirektivet.

Heri ligger også den krølle, at GPA-aftalen kun beskytter ansøgere/tilbudsgivere fra de lande, der har tiltrådt aftalen. En liste over tiltrådte medlemslande kan findes [her](#). Lande, der f.eks. ikke er medlem er Kina og Indien.

Mulighederne for at inddrage grønne hensyn i udbuddet kan opdeles efter de forskellige elementer/faser i udbuddet. Her opdeles hvilke grønne krav, ordregiver kan stille i udbuddet efter:

---

#### ADVOKATFIRMA

WWW.KROMANNREUMERT.COM

CVR-NR.: DK 62 60 67 11

#### ADVOKATFULDMÆGTIG

RIKKE SANDBÆK GEERTSEN

AARHUS

DIR. +45 38 77 12 54

RGE@KROMANNREUMERT.COM

JENS MUNK PLUM

8. NOVEMBER 2022

SAGSNR. 10158 RGE/RGE

DOK. NR. 62613630-1.0

1. Udelukkelsesgrunde og egnethed
2. Udvælgelsen
3. Kravspecifikationen
4. Tildelingen
5. Kontrakten

Nedenfor gennemgås hvilke hensyn til miljø, ordregiver kan stille i de forskellige dele af udbudsprocessen.

## 2. UDELUKKELSESGRUNDE OG EGNETHED

Ordregiver kan sikre grønne hensyn ved at udelukke virksomheder, der har tilsidesat forpligtelser inden for det miljø-, social- og arbejdsretlige område. Dette er en **frivillig udelukkelsesgrund**, det betyder, at ordregiver aktivt skal tilvælge denne udelukkelsesgrund og tydeligt skrive det i udbudsbekendtgørelsen. Ordregiver kan også kræve, tilbudsgiveren erklærer, at deres underleverandører heller ikke har tilsidesat forpligtelserne.

En ordregiver kan fastsætte krav til en ansøgers eller tilbudsgivers **egnethed** i form af krav til økonomisk og finansiell formåen og/eller teknisk og faglig formåen. Egnethedskrav stilles for at sikre, at ansøger eller tilbudsgiver har de fornødne forudsætninger for at udføre den udbudte kontrakt. Grønne krav til ansøgerne/tilbudsgiverne kan især inddrages ved fastsættelsen af minimumskrav til teknisk og faglig formåen. Ordregiver kan eksempelvis stille som minimumskrav, at ansøger/tilbudsgiver skal have erfaring med lignende opgaver med tilsvarende miljø- og klimahensyn eller krav til specifikke kompetencer.

Ordregiver kan kræve, at en ansøger eller en tilbudsgiver fremlægger certifikater udstedt af uafhængige organer til bekræftelse af, at ansøgeren eller tilbudsgiveren opfylder bestemte **kvalitetssikringsstandarder, miljøledelsessystemer eller miljøledelsesstandarder**. Hvis en virksomhed har implementeret et miljøledelsessystem, indebærer det, at virksomheden opfylder en række krav for at kunne opnå eksempelvis en certificering i det pågældende miljøledelsessystem. Et eksempel på et miljøledelsessystem er den internationale standard ISO 14001. Både ved krav om kvalitetssikringsstandarder og miljøledelsesstandarder skal ordregiver acceptere anden passende dokumentation for, at en ansøger eller tilbudsgiver, som ikke har det pågældende certifikat, lever op til kravene i den krævede standard.

Som anført ovenfor, så er det et krav, at uanset hvornår ordregiver inddrager grønne hensyn i forløbet for en offentlig anskaffelse, skal de krav eller kriterier, ordregiver inddrager, relatere sig til kontraktens og projektets genstand, og dermed det, som skal leveres i henhold til kontrakten. Ordregiver kan altså ikke stille krav til en generel politik eller opførsel hos virksomheden, for eksempel CSR-politik, da sådanne generelle krav ikke relaterer sig direkte til virksomhedens evne til at levere i henhold til kontrakt. I stedet må man forsøge at opstille nogle konkrete krav/kriterier til det pågældende udbud.

## 3. UDVÆLGELSEN

Hvor man har valgt at lave et udbud med udvælgelsesfase kan ordregiver fastsætte et antal ansøgere, som vil blive opfordret til at afgive tilbud eller deltage i en dialog.

---

KØBENHAVN  
SUNDKROGSGADE 5  
DK-2100 KØBENHAVN Ø

AARHUS  
RÅDHUSPLADSEN 3  
DK-8000 AARHUS C

LONDON  
65 ST. PAUL'S CHURCHYARD  
LONDON EC4M 8AB

SIDE 2

Er der flere ansøgere, som både opfylder minimumskravene til egnethed og ikke er omfattet af udelukkelsesgrundene, skal der foretages en udvælgelse på baggrund af, i hvilken grad ansøgerne opfylder de fastsatte udvælgelseskriterier. Grønne hensyn kan inddrages i disse udvælgelseskriterier - de skal dog være objektive og ikke-diskriminerende.

Eksempelvis kan udvælgelsen ske på baggrund af referencer fra tidligere udførte sammenlignelige - grønne - leverancer. De ansøgere, der i højeste grad opfylder udvælgelseskriterier, opfordres til at give tilbud. Når man udbyder efter forsyningsvirksomhedsdirektivet (f.eks. udbydes vindmøller oftest efter dette direktiv), kan man også inddrage mere generelle oplysninger fra virksomheden, såfremt dette er relevant for kontrakten ved udvælgelsen, som f.eks. kan vise noget om virksomhedens hensynstagen til bæredygtighed. Dette er det eneste sted i udbudsprocessen, hvor dette er muligt.

#### 4. KRAVSSPECIFIKATIONEN

Det er ordregiver, der vælger, hvad der skal indkøbes/opføres. Ordregiver kan som led heri 'tvinge' markedet til at tænke grønt ved at stille konkrete grønne krav til det, der udbydes (f.eks. krav om at et byggeri skal leve op til DGNB-certificeringen sølv, gulv eller platin).

Hvis grønne krav gøres til mindstekrav i kravspecifikationen, sikres det at kontrakten kun tildeles en tilbudsgiver, der opfylder ordregivers grønne krav. Det bør dog have for øje, at kravet skal være forbundet med kontraktens genstand, og det skal være muligt at konstatere, hvorvidt en tilbudsgiver lever op til mindstekravet. Det kan derfor ikke anbefales at stille krav om, at et givent produkt skal være 'miljørigtigt', da det ikke objektivt kan konstateres, om dette er tilfældet.

#### 5. TILDELINGEN

Ordregiver skal tildele kontrakten til den tilbudsgiver, der har afgivet det økonomisk mest fordelagtige tilbud. Denne vurdering skal foretages på en af følgende tildelingskriterier:

1. Pris,
2. omkostninger eller
3. bedste forhold mellem pris og kvalitet.

Ordregiver kan ikke inddrage grønne kriterier ved tildeling efter **pris**, da tilbuddene alene vurderes på den samlede tilbudte pris.

Anvender ordregiver kriteriet **omkostninger**, giver dette mulighed for at inddrage grønne kriterier ved tildelingen ved enten at evaluere på totalomkostninger eller livscyklusomkostninger. Totalomkostninger omfatter alle de omkostninger, der måtte være ved udførelsen af kontrakten i hele kontraktperioden, og ikke kun anskaffessummen. Det kan fx være driftsomkostninger (energiforbrug, vandforbrug, service og vedligeholdelse) og bortskaffelsesværdien. Ved livscyklusomkostninger indgår omkostninger forbundet med hele ydelsens levetid, for eksempel til vedligeholdelse og bortskaffelse, men også omkostninger, der kan henføres til ydelsens virkning på miljøet, såsom drivhusgasemissioner.

Anvender ordregiver totalomkostninger eller livscyklusomkostninger som tildelingskriteriet, skal ordregiver i udbudsmaterialet angive, hvordan ordregiver beregner omkostningerne, og hvilke oplysninger tilbudsgiverne skal give. I den forbindelse skal ordregiver overholde proportionalitetsprincippet - det betyder, at det arbejde tilbudsgiverne skal lægge i at skaffe oplysningerne, skal stå i et rimeligt omfang til den udbudte kontrakt.



Anvender man tildelingskriteriet **bedste forhold mellem pris og kvalitet**, kan ordregiver evaluere på underkriterier som f.eks. kvalitative miljømæssige og sociale aspekter. Det kan eksempelvis tillægges positiv vægt, at tilbudsgiveren i sine processer illustrerer, at miljømæssige hensyn inddrages, og at tilbudsgiveren dermed har fokus på miljøvenlige løsninger, når denne udfører ordregiverens opgave. Ordregiver kan også efter denne model f.eks. evaluere på livscyklusomkostninger. Det er dog et krav, at underkriteriet i tildelingen skal være forbundet med kontraktens genstand, og give mulighed for effektiv kontrol af tilbudsgiverens oplysninger, så det reelt er muligt at vurdere i hvilket omfang tilbuddene opfylder kriterierne for tildeling.

Det er også muligt at kombinere mindstekrav i specifikationen med tildelingskriteriet. Eksempelvis kan der i kravspecifikationen fastsættes mindstekrav til den grønne løsning, hvor evalueringen af et tildelingskriterium omfatter, hvor meget tilbudsgiverne tilbyder ud over det fastsatte krav.

Tildelingskriterierne skal dog leve op til de grundlæggende udbudsretlige principper herunder gennemsigtighed, det må derfor ikke være ugennemsigtigt, hvad der evalueres på. Det må derfor anbefales, at ordregiver specifikt angiver i sine tildelingskriterier, hvad der vægtes positivt og negativt.

## 6. KONTRAKTEN

Ordregiver kan fastsætte særlige betingelser for gennemførelsen af kontrakten. Herved kan tilbudsgiver stille grønne betingelser for gennemførelsen af kontrakten til tilbudsgiverne.

Grønne betingelser vedrørende kontraktens gennemførelse kan være krav til levering, hvor ordregiver kan stille krav om, at leveringerne under kontrakten skal ske med grønne køretøjer. Det er dog værd at holde for øje at også i forbindelse med krav i kontrakten, skal der være sammenhæng mellem kontraktbetingelserne og kontraktgenstanden. Det betyder, at ordregiver som udgangspunkt ikke kan stille krav til en virksomheds generelle politik.

Når en ordregiver har stillet krav til forskellige forhold, der skal fremme et mere bæredygtigt indkøb, er det nødvendigt, at ordregiveren sikrer dig mulighed for at kontrollere forholdene i praksis. Kontrol kan eksempelvis ske ved, at ordregiveren forpligter leverandøren til at fremsende dokumentation – enten løbende eller efter ordregivers anmodning.

## 7. OPSAMLING

Samlet set har Ordregiver vidde muligheder for at stille krav til bæredygtighed i udbudsprocessen, så længe man overholder de grundlæggende udbudsretlige principper og sørger for, at kravet/kriteriet relaterer sig til den udbudte kontrakt.