

DEPONENT

DEPOT ELLER DEPONERING

CASE: VINDMØLLEVINGEAFFALD

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00

FAX +45 56 40 99 99

WWW cowi.dk

INDHOLD

1	Hvorfor vindmøllevinger som case?	1
1.1	Opbygning af vindmøllevinger	1
1.2	Hvad sker der med udtjente vindmøllevinger?	2
1.3	Mængder	3
1.4	Vindmøllevinger og miljø	4
1.5	Forventninger til CØ-udvikling i vindmølleindustrien	4
1.6	Nuværende og forventninger til kommende regulering	5
1.7	Opsamling	6
2	Input til evalueringskriterier og værktøjer til udvælgelse af relevante fraktioner	7

1 Hvorfor vindmøllevinger som case?

Vindmøllevinger er en meget homogen affaldsfraktion, der i fremtiden kan forekomme i store mængder til deponi, og kan belyse udfordringer knyttet hertil.

1.1 Opbygning af vindmøllevinger

Hovedparten af en vindmøllevinge består af et kompositmateriale af glasfiber og/eller karbon fibre, som er limet med samme under opvarmning, hvorved man

PROJEKTNR.

A235878

DOKUMENTNR.

VERSION

01

UDGIVELSESDATO

04022022

BESKRIVELSE

UDARBEJDET

LPHA

KONTROLLERET

DKCA, SNS

GODKENDT

SNS

opnår et let og meget stærkt materiale¹. Derudover består vingen af mindre dele træ og metal. Kompositmaterialet er vanskelige at genbruge eller genanvende, og dermed ikke kan indgå i det cirkulære kredsløb ved endt brug.

1.2 Hvad sker der med udtjente vindmøllevinger?

Aktørerne i branchen har et stort fokus på genbrug og genanvendelse af vindmøller. I dag kan 85-95% af vindmølle genanvendes², men metoder til genbrug og genanvendelse af vindmøllevinger, har hidtil ikke være markedsmodne og økonomisk rentable, og materialet har hidtil ikke været genbrugt og genanvendt i særlig stor udstrækning.

I Danmark henlægges vindmøllevinger på deponi eller ender i forbrændingsanlæggene. Sidstnævnte genererer et stort affaldsprodukt, da størstedelen af en vinge består af glas, der ikke kan brænde³.

Kun ganske lidt af de udtjente vindmøllevinger er hidtil være genanvendt. Vindgematerialer er blevet genanvendt til f.eks. støjskærme, cykelskure og legepladser, eller nedknuses og anvendes i cementproduktion i Tyskland, til produktet fiberbeton⁴.

Da det er vanskeligt og omkostningstungt at transportere udtjente vindmøllevinger pga. deres størrelse, neddeles materialet ofte af et affaldshåndteringselskab inden deponering eller genanvendelse.

I forbindelse med Handlingsplan for cirkulær økonomi er i samarbejde med branchen igangsat en kortlægning af de potentielle behandlingsmuligheder til genanvendelse af vindmøllevingeaffald mhp. at nedbringe deponifractionen og øge genanvendelsen eller materialenytiggørelse af vindmøllevingeaffald⁵.

Det skal bemærkes, at landvindmøller som nedtages inden de er udtjente f.eks. fordi de ikke er effektive eller skal skabe plads til nye møller med større kapacitet, i visse tilfælde eksporteres og genopstilles i udlandet. Vindmølleindustrien skønnede at ca. 50% af de i 2016 nedtagne landvindmøller blev eksporteret eller gemt til reservelager til gamle møller⁶.

¹ [Vindmølleindustrien skal have styr på sit farlige affald, før vi kan kalde den grøn | Information](#)

² [Stort partnerskab undersøger mulighederne for bæredygtig genanvendelse af vindmøllevinger | Innovationsfonden](#)

³ [Vindmølleindustrien skal have styr på sit farlige affald, før vi kan kalde den grøn | Information](#)

⁴ [videnomvind.dk; Decommissioned wind turbine blades used for cement co-processing | CompositesWorld](#)

⁵ [handlingsplan-for-cirkulaer-oekonomi_0607211338.pdf \(mim.dk\)](#)

⁶ Ministersvar på spørgsmål 3, Miljø- og Fødevareudvalget 2019-20, MOF Alm.del

1.3 Mængder

En vindmølle har p.t. en levetid på ca. 20-30 år, hvorefter de skal nedtages eller udskiftes.

I 2017 blev der nedtaget omkring 800 ton vindmøllevinger i Danmark (1% af de samlede mængder affald; ref. videnomvind.dk).

Der er opstillet af nye 1.800 MW landmøller i perioden 2012-2020. Disse vil i Danmark kunne generere 28.800 ton affald i perioden 2030-2050⁷.

I de kommende år skal blandt andet Horns rev I nedtages, og der vil fra de 80 møller være mere end 3000 ton brugte vindmøllevinger af glasfiber (ref. [Vindmølleindustrien skal have styr på sit farlige affald, før vi kan kalde den grøn | Information](#)).

Grundet den korte levetid af vindmøller, og de mange parker, der er etableret over de sidste 20 år, kan der fortsat forventes at komme stadig større mængder af udtjente vindmøllevinger.

Et studie fra SDU estimerer, at der igennem de sidste 23 år, er genereret knap 8.000 ton kompositaffald fra vindmøllevinger – og at vi i de næste 23 år kan se frem til cirka 61.000 ton affald⁸.

På globalt niveau indikerer et studie fra University of Cambridge, at affaldsmængden af udtjente vindmøllevinger vil udgøre 43 mill. ton i 2050⁹

Det har ikke været muligt at skaffe yderligere data for mængder af deponeret vindmøllevinger i Danmark. Det skyldes bl.a. at data ikke rapporteres i Affaldsdatasystemet med en selvstændig EAK-kode. Samtidig opgøres der i BEATE rapporter heller ikke selvstændigt for vindmøllevinger.

Ovenstående understreger, at der er behov for mere data om behandling af affald fra vindmøllevinger. I Handlingsplan for cirkulær økonomi er igangsat et initiativ om øget sporbarhed af håndtering af affald fra vindmøllevinger, som forventelig kan bidrage hertil¹⁰.

I tillæg til vindmøller bliver glasfiberaffald også genereret fra andre kilder f.eks. lystbåde, hvilket også kan være relevant ift. at kunne håndtere fraktionen i depot med henblik på efterfølgende genbrug eller genanvendelse, når metoder hertil er markedsmodne og rentable.

⁷ Ressourceplan for affaldshåndtering [978-87-93178-55-7.pdf \(mst.dk\)](#)

⁸ SDU Lykke Margot Ricard i ingeniøren [Vindmøllevinger ender i deponi – Syd-dansk Universitet \(sdu.dk\)](#)

⁹ Liu, P., & Barlow, C. (2017). Wind turbine blade waste in 2050. *Waste Management*, 62 229-240. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.02.007>

¹⁰ Handlingsplan for cirkulær økonomi, [handlingsplan-for-cirkulaer-oekonomi_0607211338.pdf \(mim.dk\)](#)

1.4 Vindmøllelevinger og miljø

Hele vindmøllelevinger af glasfiber kompositmaterialer er i udgangspunktet, når færdigproduceret, et inert produkt, der ikke nedbrydes på kort sigt.

Materialerne kan indeholde problematiske stoffer, og det kan være væsentligt at hindre spredning af disse til omgivende miljø under oparbejdning (neddeling og nedknusning) og både i forhold til midlertidige oplagring inden deponering og ved permanent deponering¹¹.

Cirkulære betragtninger på genbrug og genanvendelse af glasfiber

Udtjente vindmøllelevinger vil i fremtiden udgøre en større og større andel af det deponerede affald og set i et cirkulært økonomi-perspektiv, vil det give mening at bevare materialerne i kredsløb længst muligt og bedst muligt.

Nedknust glasfiber fra vindmøllelevinger kan erstatte råmaterialer i betonproduktionen og muligvis bidrage til reduktion af CO₂ fra transport og i betonproduktionen¹².

1.5 Forventninger til CØ-udvikling i vindmølleindustrien

Branchen har i dag fokus på at arbejde for at genbrug og genanvendelse af vindmøllelevinger, og arbejder både strategisk og praktisk med udvikling af vinger og metoder, der kan bidrage til øget cirkulær anvendelse af vindmøllelevinger.

Eksempelvis har Ørsted som mål: "Ørsted forpligter sig til enten at genbruge, genanvende eller genvinde alle vindmøllelevingerne i sin globale portefølje af hav- og landvindmølleparker ved nedtagningstidspunktet¹³.

Også i produktionsledet er der fokus på at fremme genbrug og genanvendelse. Eksempelvis Siemens har fokus på at ændre produktionsmetoder og materialer så vingerne i fremtiden bedre kan adskilles og genbruges eller anvendes¹⁴.

Virksomheden har udviklet en fuld genanvendelig vinge, der forventes anvendt i opførelse af en vindmøllehavpark allerede i 2022 i Tyskland¹⁵.

Senest har Innovationsfonden støttet et treårigt samarbejdsprojekt mellem ti aktører i branchen, om at markedsmodne, commercialisere og gøre Danmark til frontløber i genanvendelse af vindmøllelevinger ved hjælp af bæredygtige løsninger. Projektet skal både se på mekanisk neddeling af glasfiberen, pyrolyse og co-processing – en proces hvor de organiske dele af vingen afbrændes og glasfiber kan iblandes cement. Partnerskabet består af ti aktører fra flere dele af

¹¹ Danmark uden affald - Ressourceplan for affaldshåndtering [978-87-93178-55-7.pdf \(mst.dk\)](#)

¹² WindEurope, [Decommissioned wind turbine blades used for cement co-processing | CompositesWorld](#)

¹³ [Ørsted forpligter sig til bæredygtig genbrug af vindmøllelevinger \(orsted.com\)](#)

¹⁴ [Siemens Gamesa has created a recyclable wind turbine blade \(fastcompany.com\)](#)

¹⁵ [Første genanvendelige vindmøllelevinger til brug i havvindmarkedet er 'made in Denmark' | Wind Denmark](#)

produktions- og genanvendelsesværdikæden bl.a. Ørsted, LM Wind Power, Siemens Gamesa Renewable Energy, FLSmidth og HJ Hansen Genvindingsindustrien A/S^{16,17}.

Et andet samarbejdsprojekt CETEC, som er delvist støttet af innovationsfonden, har fokus på at kommercialisere en ny teknologi til fuld genanvendelse af kompositmaterialer, der bl.a. bruges til at lave vindmøllevinger. Partnere er Vestas Wind Systems A/S, Olin Corporation, Teknologisk Institut og Aarhus Universitet.¹⁸

Også i udlandet er der stort fokus på at øge genanvendelse af vindmøllevinger, og der er en lang række initiativer, der arbejder med bl.a. genbrug af glasfiber fra vindmøllevinger i cement¹⁹.

Det kan forventes, at der i en nær fremtid er udviklet metoder og processer, der gør det muligt at genbruge og genanvende vindmøllevinger. Sammenholdt med de forventede kommende mængder af brugte vindmøllevinger bl.a. fra Horns Rev I, vil det give mening at se på hvordan disse materialer kan blive tilgængelige for senere genanvendelse.

1.6 Nuværende og forventninger til kommende regulering

I Danmark er der ikke særskilte regler for affaldshåndtering af kompositmaterialer. Materialerne skal klassificeres ud fra deres indholdsstoffer og herefter følge regler for håndtering af erhvervsaffald.

I dag gives der tilladelse til at affaldshåndteringsvirksomheder indsamler, opbevarer og neddelser vindmøllevinger til senere bortkørsel til i få tilfælde genanvendelse eller deponering eller affaldsforbrænding.

De specifikke tilladelser til genvindingsindustrien til at opbevare og behandle vindmøllevinger er givet efter MBL §33, og materialet er en del af deres ressource oplagring.

Ved opbevaring af hele eller delvist overskårede vinger skal disse opbevares på fast tæt belægning med kontrolleret afledning af overfladevand til rensningsanlæg.

¹⁶ [Stort partnerskab undersøger mulighederne for bæredygtig genanvendelse af vindmøllevinger | Innovationsfonden](#)

¹⁷ [videnomvind.dk](#)

¹⁸ [Internationalt samarbejde mellem industri og forskning vil lancere løsning for fuld genanvendelse af vindmøllevinger - Ydelser - Teknologisk Institut](#)

¹⁹ [Decommissioned wind turbine blades used for cement co-processing | CompositesWorld](#)

Ved opbevaring af vindmøllevingemateriale, der er schreddet, stilles krav til at det schredede materiale opbevares i haller med fastbelægning, og overdækning, så det ikke spredes²⁰.

Desuden er set eksempel på at indsamling, opbevaring og neddeling af vindmøllevinger: Vindmøllevinger opbevares løst udendørs i bås eller container på befæstet areal med kontrolleret afledning af overfladevand til rensningsanlæg²¹.

I Danmark har der fra myndighedsside været igangsat en række initiativer ift. affald og vindmøllevinger. Senest er der bl.a. igangsat et nabotjek af behandlingsmuligheder i andre lande, med henblik på at vejlede danske affaldsproducenter i, hvordan vindmøllevingeaffald kan afsættes²².

Det skal bemærkes, at brancheorganisationen Windeurope har opfordret EU til at indføre, det fra 2025 skal være ulovligt at deponere vindmøller²³

Evt. kommende producentansvar er behandlet i hoveddokument.

1.7 Opsamling

Det giver mening at inddrage vindmøllevinger som case i analysen af flere årsager:

- > Fraktionen vil udgøre en stadig stigende andel af de årlige affaldsmængder
- > Der er formodning om, at der i nær fremtid vil være udviklet metoder til genanvendelse af eksisterende vindmøllevinger samt nye konstruktioner og materialer i vindmøllevinger og, så de for fremtiden kan genbrug og genanvendes.
- > Der kan muligvis også være muligheder for genanvendelse ifbm. "Gamle" allerede deponerede vinger gennem landfill mining. Dette er ikke yderligere behandlet i nærværende projekt.
- > Der eksisterer andre glasfibermaterialer (f.eks. både), der også kan være relevante ift. opbevaring i midlertidige depot. Disse kan dog være opbygget anderledes og derfor vanskeligere at genanvende.

Der er en række faktorer, der bør belyses yderligere, inden kompositmaterialefraktion fra vindmøllevinger kan udtages til depot:

- > Miljøforhold ifm. neddeling og evt. nedknusning bør undersøges nærmere. Herunder hvordan evt. indhold af problematiske stoffer håndteres ved opdeling og nedknusning

²⁰ Telefonisk oplyst af Miljøstyrelsen 30.11.2021

²¹ Revurdering af miljøgodkendelse til Marius Pedersen A/S, Måde Industrivej 23, 6705 Esbjerg Ø 21. juli 2020

²² Handlingsplan for cirkulær økonomi

²³ [Europas vindindustri vil forbyde vinger på lossepladsen \(energiwatch.dk\)](https://energiwatch.dk/2021/07/21/europas-vindindustri-vil-forbyde-vinger-pa-lossepladsen/)

- > Miljørisiko ved neddelte kompositmaterialer kan have betydning for krav til udformning af depotanlægget

Vindmølleveingeanalysen er repræsentativt for andre deponeringsegne fraktioner f.eks. solceller ift. analyse af eksisterende barrierer i dels deponeringsbekendtgørelsen og affaldsreguleringen.

2 Input til evalueringskriterier og værktøjer til udvælgelse af relevante fraktioner

På baggrund af arbejdet med at vurdere om vindmøllevingers mulighed som fraktion, der kunne være relevant at placere i depot er identificeret en række faktorer og behov det er vigtigt at afdække ifm. generel udpegnings af depotegnede affaldsmaterialer. Disse er:

- > Identificering af eksisterende mængder samt prognoser for fremtidige mængder
- > Kommer der lignende fraktioner ind fra andet affald?
- > Kortlægning af nationale og internationale initiativer for at øge genbrug og genanvendelse eller afskaffelse af fraktionen igangsat samt vægt bag disse (f.eks. partnerskaber støttet af myndigheder)
- > Vurdering af miljøforhold forbundet med udtagning af fraktionen
- > Vurdering af markedsmodenheden af ovennævnte initiativer og metoder til genbrug og genanvendelse.
- > Samfundsøkonomiske omkostninger forbundet med ovenstående
- > Det bør fastsættes, hvornår det genevalueres om fraktionen fortsat skal ligge og fortsat lægges i midlertidigt depot - herunder vurdering af udviklingen af metoder til genanvendelse mm.