



(12) **PATENTSKRIFT**

Patent- og
Varemærkestyrelsen

(51) Int.Cl.®: **F 03 D 11/00 (2006.01)** **B 64 D 15/10 (2006.01)** **F 03 D 1/06 (2006.01)**

(21) Patentansøgning nr: **PA 2004 01968**

(22) Indleveringsdag: **2004-12-21**

(24) Løbedag: **2004-12-21**

(41) Alm. tilgængelig: **2006-06-22**

(45) Patentets meddelelse bkg. den: **2006-09-18**

(73) Patenthaver: **LM Glasfiber A/S, Rolles Møllevej 1, 6640 Lunderskov, Danmark**

(72) Opfinder: **Peter Grabau, H.C. Petersens Vej 10, 6000 Kolding, Danmark**

(74) Fuldmægtig: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**

(54) Benævnelse: **Offshore-vindmølle med isbekæmpelsesindretning**

(56) Fremdragne publikationer:

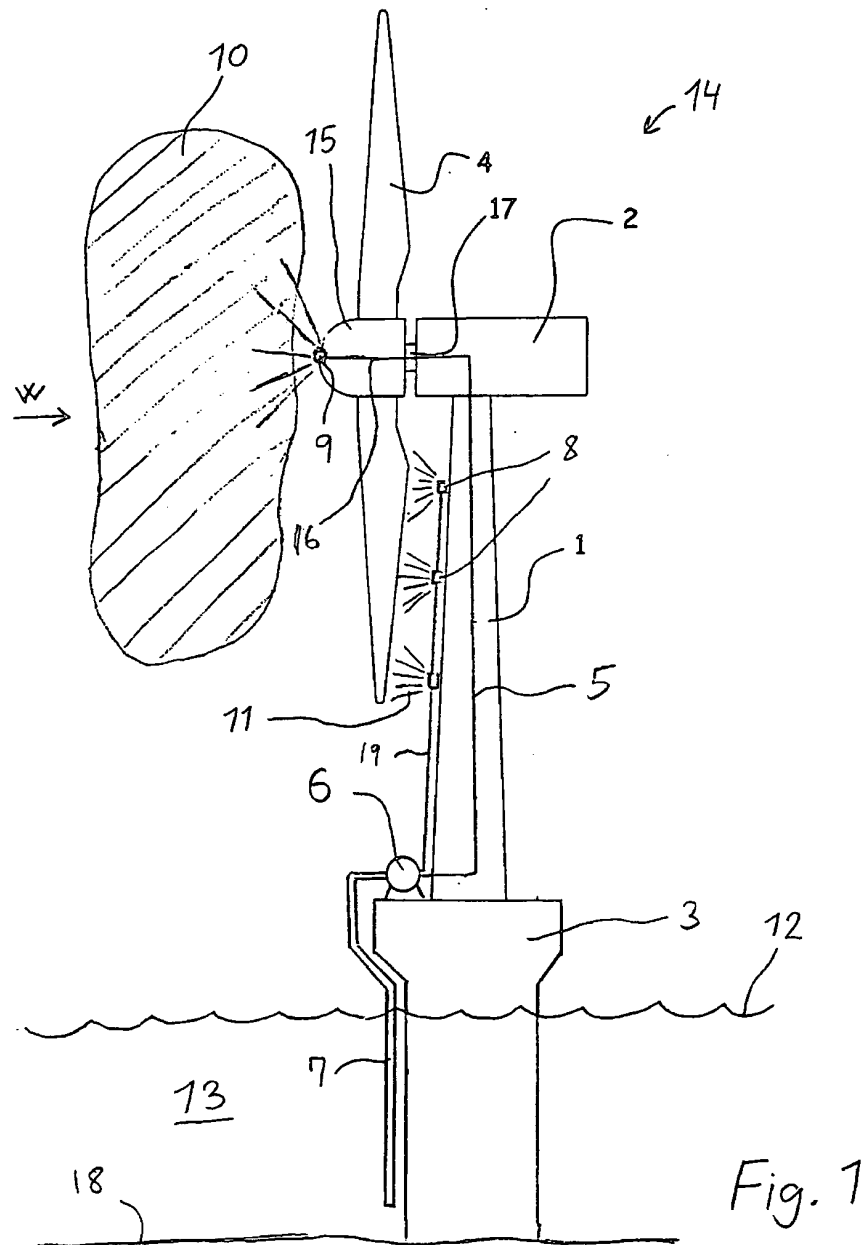
JP A 2000199474

JP A 61184196

NO A 20020591

(57) Sammendrag:

Offshore-vindmølle (14) omfattende et tårn (1), der rager op over havets overflade (12), og én eller flere vinger (4), der kan bringes til rotation af vinden. Offshore-vindmøllen omfatter en pumpe (6), der er indrettet til at pumpe havvand (13) op fra havet. Pumpen (6) er på tryksiden forbundet med dyser (8, 9), der er indrettet til at lede havvand til vingernes (4) overflade.



Opfindelsen angår en offshore-vindmølle omfattende et tårn, der rager op over havets overflade, og en eller flere vinger, der kan bringes til rotation af vinden, og hvor offshore-vindmøllen omfatter en pumpe, der er indrettet til at pumpe havvand op fra havet.

5

Moderne vindmøller, også kaldet vindturbiner eller vindmotorer, anvendes til produktion af elektricitet. De er ofte meget store konstruktioner med vinger på op til 60 meter eller mere, som er fremstillet af fiberarmerede polymerskaller.

- 10 Overisning af vindmøllevinger er et udbredt problem, der har flere negative følger. Isdannelsen kan ændre vingeprofilet og dermed vingens aerodynamiske egenskaber, hvilket går ud over effektiviteten. Desuden kan uensartede isdannelser på vindmøllevingerne medføre en voldsom asymmetrisk belastning af vindmøllekonstruktionen, hvilket kan medføre, at driften må afbrydes.

15

Fra DE 196 21 485 kendes en vindmøllevinge, som opvarmes indvendigt ved hjælp af varm luft med henblik på afisning.

- 20 Fra WO 98/53200 kendes en vindmøllevinge, der kan afises ved hjælp af varmelegemer bestående af elektrisk ledende fibre.

Fra US-A-4.060.212 er det kendt at udføre afisning af rotorblade på helikoptere ved hjælp af mikrobølger.

- 25 Det er også kendt at forhindre isdannelse på flyvinger ved at oversprøjte flyvingerne med afisningsmiddel umiddelbart før, flyet skal i luften.

- 30 I de senere år er man begyndt at opstille vindmøller til havs, idet der her optræder store vindhastigheder på grund af manglende lævirkning. Ved at placere de meget store møller med vinger på op til 60 m eller mere til havs undgås også gener ved at placere sådanne møller i naturskønne landskaber.

Fra US 6.520.737 B1 kendes en offshore-vindmølle med en pumpe, der kan pumpe havvand op til kølingsformål.

- 5 Formålet med opfindelsen er at anvise et enkelt og effektivt system til forhindring af isdannelse på en offshore-vindmølles vinger.

Formålet er ifølge opfindelsen opnået ved, at den indledningsvis nævnte offshore-vindmølles pumpe på tryksiden er forbundet med dyser, der er indrettet til at lede hav-
10 vand til vingernes overflade. Havvand indeholder som bekendt salt og har derfor et lavere frysepunkt end ferskvand. Ved at lede havvand til vingernes overflade kan is, der allerede er dannet på overfladen af vindmøllevingen bringes til smeltning. Isbekæmpelsen kan dog også foretages præventivt, idet vingens overflade tilføres saltvand, hvorved der efter fordampning efterlades salt på overfladen.

15 Offshore-vindmøllen kan være opbygget således, at vingerne forløber radialt ud fra et nav og sammen med dette udgør en rotor, der er monteret på en i det væsentlige vandret hovedaksel. Hovedakselen kan være lejret i en nacelle, der er monteret på toppen af tårnet, hvilken nacelle kan dreje omkring en lodret akse i forhold til tårnet, hvorved vingernes rotorplan kan indstilles i forhold til vindretningen.

Ifølge en udførelsesform kan vindmøllen omfatte dyser, som er placeret mellem tårnet og vingerne, og som er indrettet til at sprøjte havvand ind i retning af rotorplanet. Med udtrykket "sprøjte" menes der enhver form for udsendelse af vand, dvs. i form af en el-
25 ler flere vandstråler, vanddråber, jetstråler eller forstøvning.

Der kan f.eks. placeres dyser over en længde, der svarer til vindmøllevingens længde. Dyserne kan udsende havvand under rotorens rotation, hvorved alle vingerne, idet der typisk er tre, bliver tilført havvand under deres rotation. Vindmøllen kan også omfatte
30 et system, der sørger for, at den enkelte vinge kan bringes midlertidigt til standsning ud for tårnet i en kort periode.

Ifølge en udførelsesform kan dyserne være fastgjort til nacellen, så at de vender mod rotorplanet, uanset dettes orientering. Således kan vingernes overflade altid tilføres havvand, uanset nacellens krøjeretning. Dyserne kan f.eks. være fastgjort på en stang,
5 som rager radial tud fra nacellen, primært langs tårnet.

Alternativt kan dyserne være fastgjort til tårnet.

Ifølge en hensigtsmæssig udførelsesform er der flere steder langs tårnets omkreds fast-
10 gjort dyser, hvorved vingerne kan tilføres havvand, uanset nacellens krøjeretning.

Offshore-vindmøllen kan også omfatte en eller flere dyser, som er placeret i eller på ro-
tornavet. Disse dyser kan eventuelt være indrettet til at sende havvand radialt ud på
vingernes overflade.

15 Ifølge en særlig udførelsesform er dyserne indrettet til at frembringe en tågesky af hav-
vandsdråber foran rotoren. Dette kan opnås ved, at dyserne er placeret på eller i navet.
Hvis hovedakselen er hul, kan en tilførselsledning for havvand være ført gennem ho-
vedakselen til dyserne.

20 Der kan da også være placeret en eller flere dyser på nacellen og/eller den øvre del af
tårnet, som tilvejebringer en tågesky foran rotoren.

Ifølge en udførelsesform omfatter offshore-vindmøllen et styringssystem til aktivering
25 af pumpen og/eller dyserne.

Styringssystemet kan omfatte en issensor, der kan være placeret på en vinge, navet, na-
cellen eller tårnet. Når denne sensor registrerer isdannelse, kan systemet aktivere pum-
pen og/eller dyserne.

30

Alternativt kan systemet være indrettet til at aktivere/deaktivere pumpen og/eller dyserne ved måling af vindmøllens effekt. En vindmølle producerer typisk en given effekt ved en given vindhastighed. Et pludseligt fald i effekten kan være en indikation af isdannelse på vingerne. Systemet kan således detektere dette effektfald og aktivere pumpen og/eller dyserne.

Systemet kan også omfatte en vindmåler, således at det kan fastslås, om effektfaldet skyldes et fald i vindhastigheden.

10 Pumpen kan på sugesiden være forbundet med en sugeslange, der forløber ned under havoverfladen. Sugelangen kan have en åbning nær havbunden. Da saltvand er tungere, jo højere saltkoncentrationen er, vil saltkoncentrationen typisk være størst ved havbunden. Ved at suge havvand op med størst mulig saltkoncentration kan der opnås en effektiv isbekæmpelse.

15

Pumpen kan også være placeret under havoverfladen, evt. inden i tårnet. Dette kan være fordelagtigt, idet det er lettere at pumpe end at suge vand op til høje niveauer.

Almindeligt havvand har typisk en saltkoncentration på 3,5%. Saltvand ved denne koncentration fryser typisk ved -3°C . Systemet kan således være indrettet til at deaktivere pumpen og/eller dyserne ved denne temperatur. Da saltkoncentrationen på vingernes overflade dog kan være væsentlig højere på grund af fordampning, kan systemet være indstillet til at deaktivere pumpen og/eller dyserne ved enhver anden given temperatur.

25 Ifølge en særlig udførelsesform kan vindmøllen omfatte en indretning, der øger saltkoncentrationen i det saltvand, der ledes ud på vingernes overflade. F.eks. kan havvandet ledes gennem en indretning, hvor vand fordampes, hvilket medfører en opkoncentrering. Det er også muligt at øge saltkoncentrationen ved såkaldt omvendt osmose. Alternativt kan der til vandet tilføres ekstra salt.

30

Opfindelsen vil i det følgende blive forklaret nærmere ved hjælp af en udførelsesform, der er vist på tegningen, hvor

fig. 1 skematisk viser en offshore-vindmølle ifølge opfindelsen.

5

Den i fig. 1 skematisk viste offshore-vindmølle omfatter et fundament 3, der står på bunden 18 af havet 13. Fundamentet 3, som udgør en del af møllens tårn 1, rager op over havets overflade 12. Møllens tårn 1 forløber videre op fra fundamentet og understøtter en nacelle 2, der også kaldes en møllehat. Ud fra nacellen 2 rager en i det væsentlige vandret hovedaksel 17, hvorpå en rotor omfattende et nav 15 og et antal vinger 4 er monteret. Nacellen 2 kan krøjes, dvs. dreje omkring en lodret akse i forhold til tårnet 1, hvorved rotoren kan indstilles efter den aktuelle vindretning. Den viste vindmølle er en såkaldt forløber, hvor vinden rammer rotoren før tårnet 1. På fundamentet 3 er der placeret en pumpe 6, der på sugesiden er forbundet med en sugeslange 7, som forløber ned under havoverfladen 12, hvorved pumpen kan pumpe havvand op. På tryksiden er pumpen 6 forbundet med to pumpeslanger 5, 19. Den ene pumpeslange 19 forløber op langs tårnet 1 og er forbundet med et antal dyser 8. Disse dyser 8 er således indrettet, at de kan spraye havvand i retning af rotoren, dvs. vingerne 4, hvorved disse kan blive tilført havvand. Der kan være tilvejebragt et vilkårligt antal dyser 8, således at der opnås en effektiv fordeling af havvand på vingernes 4 overflade. Den anden pumpeslange 5 forløber op gennem tårnet 1 til nacellen 2, hvorfra den via en tilførselsledning 16 forløber gennem hovedakselen 17, der er hul, til en dyse 9, som befinder sig foran på navet 15. Dysen 9 er indrettet til at spraye eller forstøve havvand ud foran rotorplanet, så at der dannes en tågesky 10 af meget små havvandsdråber. Vinden, hvis retning er vist med pilen W, vil føre tågeskyen i retning af rotorplanet, hvorved vingernes 4 overflade tilføres saltholdigt havvand.

I den viste udførelsesform omfatter vindmøllen dyser 8, der er anbragt mellem tårnet 1 og rotoren, samt en dyse 9, der er placeret i rotornavet 15. Vindmøllen behøver dog ikke at omfatte begge dele.

30

Den viste vindmølle 14 er som nævnt en forløber. Møllen kunne dog også være en bagløber, hvor rotoren befinder sig bag tårnet 1, set i vindretningen. I dette tilfælde kunne dysen eller dyserne 9 være placeret på nacellen 2 eller øverst på tårnet 1.

- 5 Et system til aktivering/deaktivering af pumpen 6 og dyserne 8, 9 er ikke vist på tegningen. Dette system kan omfatte en issensor, der registrerer isdannelse. Denne issensor kan være placeret et vilkårligt sted på vindmøllen 14. Systemet kan også være således indrettet, at det aktiverer/deaktiverer pumpen 6 og dyserne 8, 9 i afhængighed af vindmøllens effekt. Ved isdannelse på vingerne vil effekten typisk falde. En detektering af et sådant effektfald kan anvendes til at aktivere pumpen 6 og/eller dyserne 8, 9. Systemet kan desuden omfatte en vindmåler, f.eks. et anemometer, hvorved det kan detektere, om effektfaldet skyldes et fald i vindhastighed. Hvis vindhastigheden ikke er faldet, vil effektfaldet typisk skyldes overisning af vingerne.
- 10
- 15 Tilførsel af saltholdigt havvand til vingernes overflade kan også udnyttes præventivt. Ved at tilføre havvand til vingernes overflade kan der efter fordampning af vandet opnås en meget saltholdig hinde på overfladen af vingerne 4. Når fersk regnvand rammer vingernes 4 overflade, vil der ikke opstå isdannelse, før lufttemperaturen er langt under 0°C.
- 20
- Offshore-vindmøllen kan også være forsynet med dyser, der er indrettet til at lede eller sprøjte havvand til/på tårnet, navet, nacellen, hovedakselen eller diverse måleudstyr.
- Opfindelsen er ikke begrænset til den her viste udførelsesform. Således kan opfindelsen
- 25 udnyttes i forbindelse med vindmøller af typen, der har lodret aksel.

Liste over henvisningstal:

- | | |
|------|-----------|
| 1 | tårn |
| 30 2 | nacelle |
| 3 | fundament |

	4	vinge
	5	pumpeslange
	6	pumpe
	7	sugeslange
5	8	dyser
	9	dyse
	10	tågesky
	11	stråler
	12	havoverflade
10	13	havvand
	14	offshore-vindmølle
	15	nav
	16	tilførselsledning
	17	hovedaksel
15	18	havbund
	19	pumpeslange

P A T E N T K R A V

1. Offshore-vindmølle (14) omfattende et tårn (1), der rager op over havets overflade (12) og en eller flere vinger (4), der kan bringes til rotation af vinden, og hvor offshore-vindmøllen omfatter en pumpe (6), der er indrettet til at pumpe havvand (13) op fra havet, kendetegnet ved, at pumpen (6) på tryksiden er forbundet med dyser (8, 9), der er indrettet til at lede havvand til vingernes (4) overflade.
2. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 1, kendetegnet ved, at vingerne (4) forløber radialt ud fra et nav (15) og sammen med dette udgør et rotor, der er monteret på en i det væsentlige vandret hovedaksel (17).
3. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 2, kendetegnet ved, at hovedakselen (17) er lejret i en nacelle (2), der er monteret på toppen af tårnet (1), hvilken nacelle (2) kan dreje omkring en lodret akse i forhold til tårnet (1), hvorved vingernes (4) rotorplan kan indstilles i forhold til vindretningen (W).
4. Offshore-vindmølle (14) ifølge et af kravene 1-3, kendetegnet ved, at den omfatter dyser (8), som er placeret mellem tårnet (1) og vingerne (4), og som er indrettet til at kunne sprøjte havvand i retning af rotorplanet.
5. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 3 og 4, kendetegnet ved, at dyserne (8) er fastgjort til nacellen (2), så at de vender mod rotorplanet uanset dets orientering.
6. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 4, kendetegnet ved, at dyserne (8) er fastgjort til tårnet (1).
7. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 6, kendetegnet ved, at der flere steder langs tårnets (1) omkreds er fastgjort dyser (8).

8. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 2, **kendetegnet ved**, at den omfatter en eller flere dyser (9), som er placeret i eller på rotnavet (15).
9. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 8, **kendetegnet ved**, at dyserne (9) er indrettet til at frembringe en tågesky (10) af havvandsdråber foran rotoren.
10. Offshore-vindmølle (14) ifølge et af de foregående krav, **kendetegnet ved**, at den omfatter et styringssystem til aktivering af pumpen (6) og/eller dyserne (8, 9).
- 10 11. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 10, **kendetegnet ved**, at styringssystemet omfatter en issensor, der kan være placeret på en vinge (4), navet (15), nacellen (2) eller tårnet (1).
- 15 12. Offshore-vindmølle (14) ifølge krav 10 eller 11, **kendetegnet ved**, at systemet er indrettet til at aktivere/deaktivere pumpen (6) og/eller dyserne (8, 9) ved måling af vindmøllens effekt.

