

(19) **DANMARK**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(10) **DK/EP 2228533 T3**

(12) Oversættelse af
europæisk patentskrift

-
- (51) Int.Cl.: **F 03 D 1/00 (2006.01)** **F 03 D 1/06 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2015-07-27**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2015-05-13**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **10155598.5**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2010-03-05**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2010-09-15**
- (30) Prioritet: **2009-03-10 DE 102009011915**
- (84) Designerede stater: **AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK SM TR**
- (73) Patenthaver: **Senvion SE, Überseering 10 (Oval Office), 22297 Hamburg, Tyskland**
- (72) Opfinder: **Güslöf-Below, Rainer, Roeckstraße 45, 23568, Lübeck, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Budde Schou A/S, Hausergade 3, 1128 København K, Danmark**
- (54) Benævnelse: **Fremgangsmåde og arrangement til transport af komponenter til et vindenergianlæg samt montageplatform**
- (56) Fremdragne publikationer:
DE-A1-102007 012 848
GB-A- 2 090 894
US-A- 3 734 046
US-A1- 2005 163 616
US-A1- 2006 120 809

Beskrivelse

Nærværende opfindelse angår en fremgangsmåde til montage af en rotor til et vindenergianlæg på åbent hav. Desuden angår opfindelsen et arrangement af i det
5 mindste to rotorvinger til et vindenergianlæg og et flydelegeme, som er tilvejebragt til transporten af rotorvingerne til et opstillingssted for vingenergianlægget på åbent hav.

Til fremstilling af vindenergianlæg på åbent hav, dvs. offshore, er det kendt, at bringe komponenterne til vindenergianlæggene i det mindste delvis præmonterede til
10 opstillingsstedet for vindenergianlægget ved hjælp af Jack-up-pramme, og så der at opstille på sædvanlig vis. Hertil bliver, af omkostningsårsager og på grund af, at en præmontering på land ikke medfører de store problemer, som en montage til søs medfører, i det mindste rotoren præmonteret på land og læsset monteret på Jack-up-prammen.

15

Dette er eksempelvis kendt fra læreborgen fra Erich HAU, Wind Turbines, 2nd Edition, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006, siderne 646 til 649.

Fra EP 1 356 205 B1 kendes en fremgangsmåde til placering af i det mindste én
20 vindmølle på åbent hav, hvor vindmøllen, i det mindste for størstedelen, opbygges på eller i nærheden af land, og fastholdes i et stativ, idet vindmøllen med stativet anbringes på et flydelegeme og transporteres med flydelegemet til et opstillingssted, idet vindmøllen ved hjælp af en løfteindretning tages fra flydelegemet og placeres på et i vandet anbragt fundament. Især er det fra dette dokument kendt, at transportere
25 adskillige færdigmonterede vindenergianlæg på en Jack-up-pram, og opstille disse på åbent hav hhv. åbent vand.

US 2005/0163616 A1 beskriver transporten af dele til et vindenergianlæg til et opstillingssted til søs.

30

DE 10 2007 012 848 A1 omtaler en fremgangsmåde til transport, opstilling og udskiftning af en nacelle inklusive rotor for et offshorevindenergianlæg og et vandfartøj til udøvelse af denne fremgangsmåde.

35 Det er hensigten med nærværende opfindelse, at angive en effektiv fremgangsmåde til montage af en rotor til et vindenergianlæg på åbent hav. Det er yderligere hensigten

med nærværende opfindelse, at angive en pladsbesparende og sikker anbringelse af i det mindste to rotorvinger til et vindenergianlæg samt et flydelegeme.

En fremgangsmåde til at transportere komponenter til et vindenergianlæg til et opstillingssted på åbent hav omfatter følgende fremgangsmådetrin:

- anbringelse af i det mindste to rotorvinger på et flydelegeme, idet hver rotorvinge har en langsgående akse, hvor de langsgående akser for rotorvingerne i det væsentlige anbringes indbyrdes parallelt eller antiparallelt, og
- bevægelse af flydelegemet i retning mod opstillingsstedet.

10

Ved hjælp af denne fremgangsmåde og anvendelsen af passende flydelegemer, som er forholdsvis små i forhold til de flydelegemer, som anvendes inden for den kendte teknik, og ved den meget pladsbesparende opbevaring i overensstemmelse med opfindelsen, passerer flydelegemerne med de derpå anbragte eller placerede i det mindste to rotorvinger også igennem sædvanlige sluser. Adskillige sådanne flydelegemer kan ved hjælp af en slæbebåd eksempelvis slæbes til opstillingsstedet, således at der også for transporten af komponenterne til vindenergianlægget kræves ringe tid. På stedet, altså på opstillingsstedet, er det så effektivt muligt at tage komponenterne til vindenergianlægget fra flydelegemet og opstille vindenergi- anlægget.

20

Er hhv. bliver tre rotorvinger anbragt således på flydelegemet, at disses langsgående akser er indbyrdes parallelle og/eller antiparallelle, idet især rotorvingerne på tværs af disses længdeakser er anbragt ved siden af hinanden og fortrinsvis horisontalt i forhold til hinanden, er en meget pladsbesparende transport mulig. Ved denne positionering af rotorvingerne er desuden en effektiv montage af rotorvingerne på åbent hav til en rotor mulig. Fortrinsvis er et rotornav monteret eller bliver passende monteret på en rotorvinge, især den rotorvinge, som på flydelegemet er anbragt i midten. Ved en formontering af rotornavet på en rotorvinge spares der ved montage på åbent hav meget tid. Alternativt er rotornavet endnu ikke monteret på en rotorvinge. Rotornavet kan så fortrinsvis være anbragt i området ved vingeroden for en rotorvinge, især den i midten anbragte rotorvinge, især ved parallel eller antiparallelt arrangement af de tre rotorvinger.

30

Yderligere kan et maskinhus og/eller i det mindste et tårnsegment anbringes på flydelegemet hhv. være anbragt på flydelegemet. Således er det muligt, bortset fra

35

fundamentet, at anbringe samtlige komponenter til et vindenergianlæg på et enkelt flydelegeme. Fortrinsvis er også kun komponenterne til et enkelt vindenergianlæg anbragt på flydelegemet.

- 5 Hensigten med opfindelsen opnås ved en fremgangsmåde til montage af en rotor til et vindenergianlæg på åbent hav, hvor i det mindste to rotorvinger på et flydelegeme først er anbragt i det væsentlige indbyrdes parallelt og/eller antiparallelt, idet efterfølgende på eller over vandet på det åbne hav de i det mindste to rotorvinger bevæges på flydelegemet imod hinanden hhv. i forhold til hinanden, således at
- 10 vingerødderne for rotorvingerne er rettede imod hinanden og/eller i retning mod et fælles centrum, idet det fælles centrum er et skæringspunkt imellem de forlængede langsgående akser for rotorvingerne udover vingeroden, og montering af i det mindste en rotorvinge til et rotornav, som er anbragt i området ved centret, hvor rotornavet er præmonteret eller præmonteres på en rotorvinge, idet den relative indbyrdes
- 15 bevægelse af rotorvingerne sker i et i det væsentlige horisontalt plan. I den forbindelse er rotorvingerne først fortrinsvis på tværs af disses længdeakser anbragt ved siden af hinanden, før disse bevæges i forhold til hinanden.

- Fortrinsvis ligger rotorvingerne ved transporten først i det væsentlige på samme højde
- 20 på tværs af disses længdeakser indbyrdes parallelt. Med den samme højde menes i denne sammenhæng, at rotorvingerne flugter indbyrdes horisontalt ved enderne.

- Ved hjælp af fremgangsmåden i overensstemmelse med opfindelsen er en meget effektiv og hurtig montage af en rotor på åbent hav mulig. Montagen sker fortrinsvis på
- 25 det tidspunkt, hvor flydelegemet er anbragt ved en montageplatform, eksempelvis en Jack-up-platform, og tilsvarende som Jack-up-platformen blev hævet over vandniveauet. Alternativt kan det i forbindelse med montageplatformen også dreje sig om en halvneddykker, som før eller efter anbringelse af flydelegemet, ved fyldning af i det mindste en ballasttank, forskydes eller er forskudt til den halvneddykkede tilstand.

- 30 Halvneddykkeren er i den halvneddykkede tilstand, når flydelegemet indføres i modtageindretningen. Efterfølgende kan halvneddykkeren sænkes yderligere, eksempelvis ved yderligere fyldning af ballasttanke i halvneddykkeren eller ved fyldning af ballasttanke i flydelegemet.

Der kan også være anbragt en kran på halvneddykkeren, hvormed komponenterne til vindenergianlægget kan tages fra flydelegemet og tilsvarende opbygges på standpladsen for vindenergianlægget. Eftersom flydelegemet også i forbindelse med bølgegang kan være anbragt sikkert i modtageindretningen hhv. især en udsparring i

5 montageplatformen, kan flydelegemet også tilsvarende ved ballastering, eksempelvis ved fyldning af i det mindste en ballasttank, sænkes, således at denne også kan være udformet som halvneddykker. Herved er også flydelegemet udsat for mindre svingninger på grund af den på vandoverfladen foreliggende søgang.

- 10 Såfremt den som halvneddykker udformede montageplatform omfatter en modtageindretning, som har en anlægsflade for flydelegemet, er det fornuftigt, til andokning af flydelegemet på montageplatformen, at lænse ballasttankene på flydelegemet fuldstændigt, at lade dette svømme ind i modtageindretningen på den nedsænkede halvneddykker og derefter at fylde ballasttankene på flydelegemet så hurtigt som
- 15 mulig, med henblik på således at opnå et stabilt anlæg på modtageindretningen.

Særligt effektiv og enkel er fremgangsmåden i det tilfælde, hvor rotorvingerne hver især er oplagt på én, især skinnebåret, transportvogn og/eller én, især på flydelegemet udløseligt fikseret, modtageindretning. I den forbindelse er rotorvingerne fortrinsvis

20 udløseligt fikserbart fastgjort til den respektive transportvogn, idet hver rotorvinge er tilknyttet i det mindste én transportvogn, hhv. hver rotorvinge ligger i det mindste på én for denne rotorvinge tilvejebragt transportvogn. Transportvognen er fortrinsvis positioneret således i forhold til rotorvingen, at tyngdepunktet for rotorvingen ligger over transportvognen. I forbindelse med den rotorvinge, på hvilken rotornavet er

25 monteret hhv. formonteres, er tilsvarende tyngdepunktet for kombinationen af rotorvinge og rotornav relevant, således at transportvognen tilsvarende er anbragt under tyngdepunktet for den samlede kombination.

Til montage af rotorvingerne på et rotornav kan i det mindste én rotorvinge

30 udelukkende svinges omkring eksempelvis dennes tyngdepunkt, med henblik på med dennes rotorvingerod at nå frem til området ved rotornavet. Der kan så, med mindre lineær bevægelse langs længdeaksen for rotorvingen hhv. på tværs af længdeaksen i horisontalt plan eller i et vertikalt plan, muliggøres en nøjagtig justering for montage. En yderligere rotorvinge kan på forhånd allerede være monteret på et rotornav eller

35 være formonteret, og positionen for transporten bibeholdes hhv. udelukkende bevæges langsgående aksialt.

Alternativt er det muligt, ud fra en indledningsvis parallel anbringelse af rotorvingerne ved siden af hinanden, at positionere i det mindste en rotorvinge via en relativ kort bevægelsesvej med efterfølgende svingning hhv. samtidig svingning, således, at
5 vingeroden når frem til området ved rotnavet, med henblik på at muliggøre en montage på rotnavet.

Fortrinsvis kan en rotorvinge eller kan adskillige rotorvinger, i stedet for oplægning på en transportvogn, ligge på en modtageindretning. Modtageindretningen er fortrinsvis
10 fast hhv. udløseligt fikserbart forbundet med flydelegemet. Fortrinsvis har modtageindretningen en drejemekanik, hvormed den respektive derpå liggende rotorvinge kan svinges i et horisontalt plan. Fortrinsvis er en justeringsindretning tilvejebragt på eller ved modtageindretningen, hvormed rotorvingerne justeres sideværts og/eller vertikalt, med henblik på at muliggøre en montage på et rotnav. Fortrinsvis kan modtage-
15 indretningerne anbringes på forskellige steder på flydelegemet, med henblik på således at muliggøre anvendelsen af flydelegemet til rotorvinger af forskellig størrelse hhv. rotor af forskellig størrelse, ved hvilke tyngdepunkterne ligger ved forskellige positioner i forhold til rotnavet.

20 Fortrinsvis er, ved udskibning fra havnen hhv. før losning af flydelegemet, et svingområde for i det mindste én rotorvinge belagt med yderligere konstruktions-elementer for vindenergianlægget, eksempelvis et tårnsegment, adskillige tårnsegmenter og/eller et maskinhus.

25 Hensigten med opfindelsen opnås yderligere ved et arrangement af i det mindste to rotorvinger til et vindenergianlæg og et flydelegeme, hvor flydelegemet er indrettet til transport af rotorvingerne til et opstillingssted for vindenergianlægget på åbent hav, idet rotorvingerne er anbragt på flydelegemet ved siden af hinanden, således at de langsgående akser for rotorvingerne er indbyrdes parallelle og/eller antiparallelle, hvor
30 der for hver rotorvinge er tilvejebragt en på flydelegemet udløseligt fikserbart transportvogn eller en modtageindretning, hvorpå den respektive rotorvinge er lagt, især udløseligt fikseret, idet i det mindste én modtageindretning omfatter en drejemekanik til at svinge en på modtageindretningen liggende rotorvinge i horisontalt plan.

35 Fortrinsvis ligger de langsgående akser for rotorvingerne i det væsentlige horisontalt. Fortrinsvis ligger rotorvingerne tværaksialt ved siden af hinanden, altså især på tværs

af de langsgående akser ved siden af hinanden med i det væsentlige parallelle og/eller antiparallelle langsgående akser.

Fortrinsvis er tyngdepunktet for rotorvingen hhv. en kombination af rotorvingen med et
5 rotornav anbragt ovenover transportvognen hhv. modtageindretningen. Fortrinsvis er netop tre rotorvinger, som er beregnet til et enkelt vindenergianlæg, anbragt på flydelegemet. Fortrinsvis er yderligere et nav præmonteret på en rotorvinge og anbragt på flydelegemet. Yderligere er også et maskinhus til vindenergianlægget eller ét eller flere tårnsegmenter til vindenergianlægget anbragt på flydelegemet.

10

Fortrinsvis er transportvognen en skinn bundet transportvogn, således at en ønsket positionering af transportvognen, på en kørevej til montage af rotoren bestående af to eller tre rotorvinger, er givet. Skinnerne kan i den forbindelse være sædvanlige togskiner eller med tænder forsynede skinner, som kan komme i indgreb med
15 respektive i det mindste ét tandhjul på transportvognen. Fortrinsvis er modtageindretningen udløseligt fikseret på flydelegemet. Transportvognene kan også være udformede som slæder, som bevæger sig på en forudbestemt bane eller i en forudbestemt bane. Banen kan eksempelvis være udformet med ruller, hvorpå den som slæde udformede transportvogn bevæges. Fortrinsvis er en drejemekanik
20 tilvejebragt i forbindelse med transportvognen, hvormed den respektive derpå liggende rotorvinge kan svinges i et horisontalt plan.

Yderligere er på fordelagtig vis en justeringsindretning tilvejebragt, med henblik på at muliggøre en sideværts og/eller vertikal justering af rotorvingen for montage på navet.

25

Fortrinsvis har i det mindste én transportvogn en drejemekanik til svingning af en på transportvognen liggende rotorvinge i et horisontalt plan. Yderligere fortrinsvis omfatter i det mindste en transportvogn og/eller en modtageindretning en justeringsindretning til horisontal og/eller vertikal justering af en på transportvognen og/eller modtageindretningen liggende rotorvinge for montage på et nav. Herved er især en lineær bevægelse i vertikal og/eller i horisontal retning, på tværs af den langsgående akse for en rotorvinge, mulig, med henblik på at muliggøre en finjustering for montagen på et rotornav. Yderligere kan også en kort lineær bevægelse langs længdeaksen for rotorvingen være muliggjort. Modtageindretningen kan i den forbindelse være
30 udløseligt fikserbart forbundet med flydelegemet. Fortrinsvis er der på flydelegemet tilvejebragt adskillige positioner, ved hvilke modtageindretningen hhv. adskillige

modtageindretninger kan monteres hhv. er monterede. Montagemulighederne for den respektive modtageindretning kan være diskrete positioner på flydelegemet eller der kan også være tilvejebragt en områdemæssig kontinuerlig positionering.

- 5 Fortrinsvis er der for de tre rotorvinger tilvejebragt tre transportvogne eller to transportvogne med én, især udløseligt fikserbar, modtageindretning eller en transportvogn med to, især udløseligt fikserbare, modtageindretninger eller tre, især udløseligt fikserbare modtageindretninger. Modtageindretningerne er fortrinsvis udløseligt fikserbare på flydelegemet.

10

Der er omtalt en montageplatform for montagen af vindenergianlæg, hvor en modtageindretning er tilvejebragt, som er indrettet til at modtage i det mindste en del af et flydelegeme, idet modtageindretningen, især udsparringen, er formkomplementær til den del af flydelegemet, som skal modtages, idet modtageindretningen, især
15 udsparringen, er anbragt sideværts i montageplatformen, især Jack-up-platformen, idet modtageindretningen hhv. udsparringen er en fordybning i montageplatformen, især Jack-up-platformen. Fortrinsvis er montageplatformen en Jack-up-platform. Ved hjælp af den foretrukne Jack-up-platform kan flydelegemet i det mindste delvis modtages således, at dette kan forbindes udløseligt fast med Jack-up-platformen, således at
20 flydelegemet sammen med Jack-up-platformen kan hæves op over vandoverfladen. Hertil har Jack-up-platformen sædvanlige ben, som kan køres ud til at ligge an imod havbunden og tilsvarende ved en yderligere udkøring af standbenene i forhold til Jack-up-platformen bliver denne så hævet.

- 25 Flydelegemet bliver optaget i modtageindretningen med i det mindste en tredjedel, fortrinsvis halvdelen til hele flydelegemet, altså fuldstændigt i modtageindretningen hhv. udsparringen.

- Formkomplementært er inden for opfindelsen rammer især funktionelt formkomplementært. Herunder forstås, at i det mindste en del af flydelegemet
30 formmæssigt passer ind i modtageindretningen hhv. udsparringen, idet med hensyn til dimensionerne et toleranceområde på 5% generelt er tilladeligt, således at nok en kontakt er ønskelig mellem begrænsningerne for dele af flydelegemet og modtageindretningen hhv. udsparringen, men en mindre afstand til modtageindretningsvæggene hhv. udsparringsvæggene kan under alle omstændigheder
35 tolereres.

Optageindretningen hhv. udsparingen forløber så fortrinsvis på tværs og helt henover montageplatformen eller Jack-up-platformen, hhv. strækker sig helt over eksempelvis bredden af montageplatformen hhv. Jack-up-platformen. Fortrinsvis har modtage-
5 indretningen hhv. udsparingen en nedre flade hhv. bæreelementer, som ved indføring af en del af flydelegemet understøtter flydelegemet nedefra.

Der er tilvejebragt udløselige forbindelsesorganer til en især stiv forbindelse imellem montageplatformen hhv. Jack-up-platformen og flydelegemet. I den forbindelse kan
10 det dreje sig om tilstrækkeligt stabile bolte, som efter indføring af en del af flydelegemet kan indføres i tilsvarende udsparinger i flydelegemet, og dette såvel udgående fra siderne af udsparingen som også nedefra fra udsparingen og opad ind i flydelegemet. De tilsvarende bolte kan være fjederforspændt og/eller være hydraulisk bevægelige. Yderligere kan boltene være passende affasede, med henblik på ved en
15 kontakt med flydelegemet automatisk at blive trykket væk, således at disse, når udsparingen i flydelegemet nås, kan bevæges ind i udsparingen. Dette sker fortrinsvis også automatisk.

Der er anbragt en indretning til bølgeudglatning foran modtageindretningen hhv.
20 udsparingen i montageplatformen hhv. Jack-up-platformen. I den forbindelse drejer det sig eksempelvis om et bølgehegn, som positioneres i vandet med henblik på at minimere de ved bølgegangen tilvejebragte problemer.

Opfindelsen beskrives i det følgende, uden indskrænkning af den almene opfindelses
25 tanke, ved hjælp af udførelseseksempler, under henvisning til tegningerne, hvor der med hensyn til alle i teksten ikke nærmere forklarede detaljer ifølge opfindelsen udtrykkeligt henvises til tegningerne. På tegningerne viser:

fig. 1 et skematisk planbillede af en Jack-up-platform, i hvis udsparing et flyde-
30 legeme er indført,

fig. 2 et skematisk planbillede af kombinationen af Jack-up-platformen med flydelegemet, hvor dele, som blev vist i fig. 1, er blevet fjernet, og delvist ompositionerede,

- fig. 3 et skematisk planbillede af kombinationen af Jack-up-plattformen med flydelegemet i fremskredet monteret tilstand for en rotor,
- fig. 4 et skematisk planbillede af en kombination af en Jack-up-plattform med et flydelegeme i yderligere fremskredet tilstand for montagen af rotoren,
- fig. 5 et skematisk planbillede af en kombination af Jack-up-plattformen med et flydelegeme ved yderligere fremskridt med udtagelsen af elementer til et vindenergianlæg,
- fig. 6 et skematisk sidebillede af en Jack-up-plattform,
- fig. 7 et skematisk planbillede af Jack-up-plattformen i fig. 6,
- fig. 8 et skematisk sidebillede af en yderligere Jack-up-plattform,
- fig. 9 et skematisk planbillede af Jack-up-plattformen i fig. 8,
- fig. 10 et skematisk planbillede af et flydelegeme og
- fig. 11 et yderligere skematisk planbillede af et flydelegeme.

I de følgende figurer er respektive ens eller ensartede elementer hhv. modsvarende dele forsynede med det samme henvisningstal, således at en tilsvarende fornyet omtale udelades.

I fig. 1 er vist et skematisk planbillede af en kombination af en Jack-up-plattform, som er udformet som Jack-up-pram 40, med et flydelegeme 19, som eksempelvis kan være en flydepontoon. I stedet for flydepontonen kan også et skib med egen fremdrift være tilvejebragt.

På flydelegemet 19 er dele hhv. komponenter til et vindenergianlæg anbragt, som skal monteres på et fundament 17. Der ses især to tårnsegmenter 10, 11, tre rotorvinger 12, 13, 14, et rotornav 15, som allerede er fastgjort hhv. formonteret på rotorvingen 13 og et maskinhus 16. Under begrebet maskinhus 16 forstås også begrebet nacelle. Fundamentet 17 befinder sig på åbent hav 18, alt offshore. Jack-up-prammen 40

omfatter standerben 50, 51, 52, 53, som i forhold til platformen 40 hhv. Jack-up-prammen 40 kan bevæges. Således tjener Jack-up-prammen 40 til, at bevæges på vandet, og dette til opstillingsstedet for et vindenergianlæg, for så der, ved hjælp af den på Jack-up-prammen 40 anbragte kran 48, at opbygge vindenergianlægget. Hertil

5 kræves en fast opstilling på havbunden. For en fast opstilling på havbunden bliver standbenene 50, 51, 52, 53 bevæget nedad, således at disse kommer i kontakt med havbunden, som ikke er vist. Efter kontakt bliver Jack-up-prammen "jacket op", altså bevæget opad, således at platformen hhv. prammen 40 er anbragt ovenover havniveauet.

10

Flydelegemet 19, som kan være udformet som pram eller ponton, bliver i en havn lastet med en gondol hhv. et maskinhus 16, to tårnsektioner hhv. tårnsegmenter 10, 11, et rotornav 15 med færdigmonteret rotorvinge 13 samt to yderligere rotorvinger 12, 14. Rotorvingerne er i den forbindelse i det væsentlige anbragt indbyrdes parallelt.

15 Dette er nøjagtigt udtrykt tilfældet for rotorvingerne 12, 14. Rotorvingen 13 er anbragt antiparallelt, altså drejet 180° på flydelegemet 19 i forhold til de langsgående akser for de øvrige rotorvinger 12 og 14. Rotorvingerne 12, 13 og 14 er fortrinsvis anbragt i ét plan, som fortrinsvis er parallelt med en overflade på flydelegemet og især horisontalt.

20 Det færdigt lastede flydelegeme 19 bliver eksempelvis med en slæbebåd trukket til målområdet, altså i retning mod fundamentet 17. Jack-up-prammen 40 kan så allerede være på dette sted eller bliver med indtrukne standben 50, 51, 52, 53 halet dertil. I denne fase bliver flydelegemet 10 trykket ind i den tilvejebragte udsparring 41, 42 hhv. udbugtning i Jack-up-prammen ved hjælp af eksempelvis en slæbebåd. Med henblik

25 på at minimere søgangen kan der hertil være tilvejebragt et bølgehegn 46 eller 47. Hertil gives der i de følgende figurer yderligere udformninger. Efter den vellykkede indføring hhv. andokning af flydelegemet 19 i udsparringen 41, 42, som vist i figurerne 4 og 6 til 9, bliver ballasttanken i flydelegemet 19 så hurtigt som muligt lænset. Derefter bliver Jack-up-prammen med flydelegemet 19 jacket op.

30

Ved anvendelse af en halvdykker som montageplatform kan alternativt ballasttankene så hurtigt som muligt fyldes, efter at de på forhånd for andokning blev fuldstændigt lænset og flydelegemet således kunne svømme ind i modtageindretningen i den sænkede halvdykker.

35

I fig. 1 til 5 er montagen af vindenergianlægget og især montagen af rotoren, bestående af tre rotorvinger 12, 13, 14 samt rotornavet 15, skematisk vist. Efter forbindelse af flydelegemet 19 med Jack-up-prammen 40 og hævningsen af kombinationen bestående af Jack-up-prammen 40 og flydelegemet 19, bliver først
 5 tårnsegmenterne 10, 11 ved hjælp af kranen 48 taget fra flydelegemet 19 og anbragt på fundamentet 17. Efter udtagning af tårnsegmenterne 10 hhv. herunder bliver positioneringen af rotorvingen 13 påbegyndt, som antydnet i fig. 2. Rotorvingen 13 bliver på et i fig. 2 ikke vist men i fig. 3 vist skinneresystem, bestående af skinnerne 34, kørt agterud. Agterud er i fig. 2 nedad i pileretningen.

10

I fig. 3 er skematisk vist den yderligere fremgang af sammenbygningen af rotoren. I mellemtiden blev rotorvingen 12 på en transportvogn 8, hvorpå rotorvingen via eksempelvis et fastgørelsesbånd 31 er fastgjort, kørt således på et skinneresystem 35, at rotorvingeroden peger imod centrum 26. Rotorvingeroden kan så forbindes med
 15 rotornavet 15. Der sker så også en bevægelse af rotorvingen 14 på en tilsvarende transportvogn 30, hvorpå rotorvingen 14 ved hjælp af et fastgørelsesbånd 33 er fastgjort, på et skinneresystem 36. Slutpositionen er skematisk vist i fig. 4. I denne position, i hvilken vingeroden for rotorvingen 14 peger imod centrum 26, kan rotorvingen 14 forbindes med rotornavet 15. Der sker derefter også losningen hhv.
 20 montagen af maskinhuset 13, som i overgangen fra fig. 4 til fig. 5 er antydnet. Endelig bliver rotoren på sædvanlig måde ved hjælp af kranen 48 hævet og fastgjort til maskinhuset. Det er også muligt, at den respektive rotorvinge er i det væsentlige horisontalt svingbar i forhold til transportvognen. Herved kolliderer rotorvingerne ved bevægelse ikke med hinanden. Den respektive transportvogn kan hertil omfatte en
 25 rotationsindretning, til hvilken rotorvingen er fastgjort hhv. ligger på, og som i forhold til en nedre del af transportvognen er svingbar. Fortrinsvis har transportvognen en justeringsindretning, hvormed rotorvingen kan justeres i sideværts og/eller vertikal retning, med henblik på at muliggøre en pasnøjagtig montage i rotornavet 15.

30 I fig. 4 er yderligere udsparringen 41 i Jack-up-prammen 40 antydnet og den optagne del 43 af flydelegemet 19 vist skraveret. Det ses, at halvdelen af flydelegemet 19 er optaget i udsparringen 41. Udsparringen er endnu en gang vist tydeligere i fig. 6. Her ses det, at udsparringen med hensyn til højden omtrent udgør halvdelen af højden af Jack-up-prammen, og også har en bund, hvorpå flydelegemet 19 kan hvile. I fig. 6 er
 35 Jack-up-prammen 40 kørt op og befinder sig over vandet på det åbne hav 18.

Fig. 7 viser skematisk et planbillede af Jack-up-prammen 40 i fig. 6, hvor især her, som også i fig. 5, et bølgehegn 46 er antydnet. Bølgehegnet 46 kan, som vist i fig. 5, på dette tidspunkt hvor flydelegemet 19 er optaget i udsparringen 41, være lukket. Før flydelegemet indføres, skal bølgehegnet 46, som antydnet i fig. 7, være åbnet.

5

I fig. 7 er yderligere låseindretninger 45 vist, som kan indlåses i ikke viste udsparringer i flydelegemet 19.

Fig. 8 viser en yderligere Jack-up-pram 41' i skematisk sidebillede. Denne Jack-up-pram 41' har en gennemgående udsparring 42, altså en udsparring, som strækker sig over hele Jack-up-prammen 40. Flydelegemet 19 bliver så fuldstændigt optaget i udsparringen 41, hhv. når flydelegemet 19 er længere end bredden af Jack-up-prammen, kan flydelegemet 19 rage ud på den ene side og/eller på den anden side. Et sådan i fig. 9 vist arrangement giver den fordel, at benene på Jack-up-prammen 41' belastes ensartet.

15

I fig. 8 og fig. 9 er yderligere også antydnet låseindretninger 45, 45', som kan komme i funktionsmæssig forbindelse med flydelegemet 19. Låseindretningerne 45 kan sideværts indføres i flydelegemet 19 og låseindretningerne 45' nedefra.

20

I denne udformning af Jack-up-prammen 41' er to bølgehegn 46, 47 fornuftige. Flydelegemet 19 kan fortrinsvis transportere omtrent 1000 t. Dette har så en tomvægt på 250 t til 300 t og dimensioner på 50 m til 90 m x 20 m til 30 m.

I fig. 11 er skematisk vist et planbillede af et flydelegeme 19, hvorpå kun yderligere de tilsvarende rotorvinger 12 til 14 med et rotornav 15 er vist. Transportpositionen for rotorvingerne 12 og 14 er vist stregpunkteret. Transportpositionen for rotorvingen 13 svarer til den viste position for rotorvingen 13 i fig. 10. Den yderligere plads på flydelegemet 19 er blevet belagt med yderligere elementer til vindenergianlægget, eksempelvis tårnsegmenter og maskinhuset, som under alle omstændigheder i afbildningen i fig. 10 allerede er lossede.

30

Rotorvingen 13 ligger på en modtageindretning 63, som er udløseligt fikseret til flydelegemet 19. Rotorvingen 13 har således den ønskede montageposition.

Fortrinsvis er rotornavet 15 allerede monteret hhv. formonteret på rotorvingen 13. Med henblik på nu også at montere rotorvingerne 12 og 14 på rotornavet 15, bliver disse

35

over en kort bevægelsesvej bevæget på transportvognene 28 og 29. Bevægelsesvejene er vist med henvisningstallene 62 og 62'. Under den lineære bevægelse af rotorvingerne langs bevægelsesvejene 62 og 62' hhv. kørebewægelsen 62, 62', kan rotorvingerne 12 og 14, således som dette er vist ved svingbevægelser 61, 61', også svinges. Disse bliver tilsvarende svinget hver især med 120° . Tyngdepunkterne for rotorvingerne ligger omtrent på den viste tyngdepunktscirke 60. Efterfølgende kan, ved hjælp af de på de respektive transportvogne 28 og 29 tilvejebragte justeringsindretninger, montagen af vingerne på rotornavet 15 ske. Svingningen af rotorvingerne kan også ske efter kørebewægelsen 62 hhv. 62'.

10

Fig. 11 viser et yderligere planbillede af et flydelegeme 19, hvormed en yderligere variant af montagen af rotorvingerne 12-14 på et rotornav 15 skal vises. I den forbindelse er rotorvingerne 12 og 14 anbragt på modtageindretninger 63 og 63'. Modtageindretningerne 63 og 63' er udløseligt fastgjort til flydelegemet 19. Også er først stregpunktet transportpositionen for rotorvingerne 12 og 14 vist. Fra denne transportposition skal rotorvingerne 12 og 14 kun yderligere svinges, og dette blot hver især med 120° langs svingbevægelsen 61 hhv. 61'.

Rotorvingen 13, som er anbragt i midten, kan enten ved transporten være anbragt således som det er vist i fig. 11. I dette tilfælde kan rotorvingen 13 ikke, som vist i fig. 11, ligge på en transportvogn, men også på en modtageindretning, som er udløseligt forbundet med flydelegemet 19. I dette tilfælde skal så rotorvingen 13 ikke længere bevæges væsentligt. Såfremt rotornavet 15 er monteret hhv. formonteret på rotorvingen 13, er end ikke en justeringsindretning på modtageindretningen 28 til en lineær horisontal og/eller vertikal justeringsmulighed nødvendig.

I fig. 11 er nu under alle omstændigheder, som eksempel, rotorvingen 13 vist liggende på en transportvogn 28. Ved transport kan rotorvingen 13 så også være anbragt noget højere, med henblik på, på tværs af længdeaksen for rotorvingen 13, at ligge omtrent på samme højde som rotorvingerne 12 og 14, og dette i det horisontale plan, altså i planbillede på flydelegemet 19. Med henblik på nu at tilvejebringe en montage af rotoren, bliver først rotorvingen 13 i fig. 11 bevæget nedad, og dette i overensstemmelse med kørebewægelsen 62, og efterfølgende svinges rotorvingerne 12 og 14 hver især 120° langs svingbevægelsen 61 hhv. 61'. Ved hjælp af en på hver af modtageindretningerne 63 og 63' foreliggende justeringsindretning kan rotorvingerne 12 hhv. 14 passende justeres for montagen på rotornavet 15.

Ved transport af rotorvingerne på flydelegemet 19 til opstillingspositionen til søs, kan frirummet imellem rotorvingerne 12, 13 og 14 belægges med tårnsegmenter og/eller et maskinhus.

5

Ved passende optimal udformning og passende størrelse af flydelegemet 19 er, som allerede nævnt ovenfor, en montagemulighed og en transportmulighed givet, ved hvilken ingen rotorvinge er anbragt på en transportvogn, men hver rotorvinge er anbragt på en modtageindretning. Hertil bliver så rotorvingen 13 allerede for
10 transporten anbragt i montagepositionen. En fordel er, at tyngdepunkterne for rotorvingerne ligger på den antydede tyngdepunktscirkel 60.

Ved anvendelse af et flydelegeme 19 til rotor af forskellig størrelse hhv. rotorvinger med forskellig længde, er forskellige montagepositioner for modtageindretningerne 63
15 hhv. 63', og i givet fald også en yderligere modtageindretning, som erstatter transportvognen 28, mulig.

Omfanget af patentbeskyttelsen er defineret ved patentkravene.

Henvisningstalsliste

10	tårnsegment
11	tårnsegment
12	rotorvinge
13	rotorvinge
14	rotorvinge
15	rotornav
16	maskinhus
17	fundament
18	vand
19	flydelegeme
20	langsgående akse
21	langsgående akse
22	langsgående akse
23	vingerod
24	vingerod
25	vingerod
26	centrum
28	transportvogn
29	transportvogn
30	transportvogn
31	fastgørelsesbånd
32	fastgørelsesbånd
33	fastgørelsesbånd
34	skinner
35	skinner
36	skinner
40, 40'	Jack-up-pram
41	udsparing
42	udsparing
43	optaget del af flydelegeme
44	optaget del af flydelegeme
45, 45'	låseindretning
46	bølgehegn
47	bølgehegn

48	kran
50	standerben
51	standerben
52	standerben
53	standerben
60	tyngdepunktcirkel
61, 61'	svingbevægelse
62, 62'	kørebevægelse
63, 63'	modtageindretning

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåde til montage af en rotor (12-15) til et vindenergianlæg på åbent hav (18), hvor i det mindste to rotorvinger (12-14) er anbragt på et flydelegeme (19),
5 indledningsvis i det væsentlige parallelt og/eller antiparallelt, hvor efterfølgende på eller over vandet på det åbne hav (18) de i det mindste to rotorvinger (12-14) bevæges på flydelegemet (19) i forhold til hinanden således, at vingerødderne (23-25) på rotorvingerne (12-14) er rettede imod hinanden og/eller i retning mod et fælles centrum (26), idet det fælles centrum (26) er et skæringspunkt mellem de forlængede
10 langsgående akser (20-22) for rotorvingerne (12-14) udover den respektive vingerod (23-25), og montage af i det mindste én rotorvinge (12-14) på et rotornav (15), som er anbragt i området ved centrummet (26), idet rotornavet (15) er eller bliver formonteret på en rotorvinge (13), hvor den indbyrdes relative bevægelse af rotorvingerne (12-14) sker i et i det væsentlige horisontalt plan.
15
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, **kendetegnet ved, at** rotorvingerne hver især er lagt på en, især skinnebundet, transportvogn (28-30) og/eller en, især på flydelegemet (19) udløseligt fikseret, modtageindretning (63, 63').
- 20 3. Arrangement af i det mindste to rotorvinger (12-14) til et vindenergianlæg og et flydelegeme (19), som er indrettet til transport af rotorvingerne (12-14) til et opstillingssted (17) for vindenergianlægget på åbent hav (18), hvor rotorvingerne (12-14) er anbragt på flydelegemet (19) ved siden af hinanden, således at de langsgående akser (20-22) for rotorvingerne (12-14) er indbyrdes parallelle og/eller
25 antiparallelle, hvor der for hver rotorvinge (12-14) på flydelegemet (19) er tilvejebragt en udløseligt fikserbar transportvogn (28-30) eller en modtageindretning (63, 63'), hvorpå den respektive rotorvinge (12-14) er lagt, især er udløseligt fikseret lagt, idet i det mindste en modtageindretning (63, 63') omfatter en drejemekanik til svingning af en på modtageindretningen (63, 63') liggende rotorvinge (12-14) i horisontalt plan.
30
4. Arrangement ifølge krav 3, **kendetegnet ved, at** i det mindste en transportvogn (28-30) omfatter en drejemekanik til svingning af en på transportvognen (28-30) liggende rotorvinge (12-14) i horisontalt plan.
- 35 5. Arrangement ifølge krav 3 eller 4, **kendetegnet ved, at** i det mindste en transportvogn (28-30) og/eller en modtageindretning (63, 63') omfatter en justeringsindretning til

horisontal og/eller vertikal justering af en på transportvognen (28-30) og/eller modtageindretningen (63, 63') liggende rotorvinge (12-14), for montage på et rotornav (15).

6. Arrangement ifølge ethvert af kravene 3 til 5, **kendetegnet ved, at** netop tre rotorvinger (12-14), som er beregnet til et enkelt vindenergianlæg, er anbragt på flydelegemet (19).

7. Arrangement ifølge krav 6, **kendetegnet ved, at** for de tre rotorvinger (12-14) er der tilvejebragt tre transportvogne (38-30) eller to transportvogne (28-30) med én, især udløseligt fikserbar, modtageindretning (63, 63') eller en transportvogn (28-30) med to, især udløseligt fikserbare, modtageindretninger (63, 63') eller tre, især udløseligt fikserbare, modtageindretninger (63, 63').

8. Arrangement ifølge ethvert af kravene 3 til 7, **kendetegnet ved, at** transportvognen (28-30) er en skinnebundet transportvogn og/eller at modtageindretningen (63, 63') er udløseligt fikseret på flydelegemet (19).

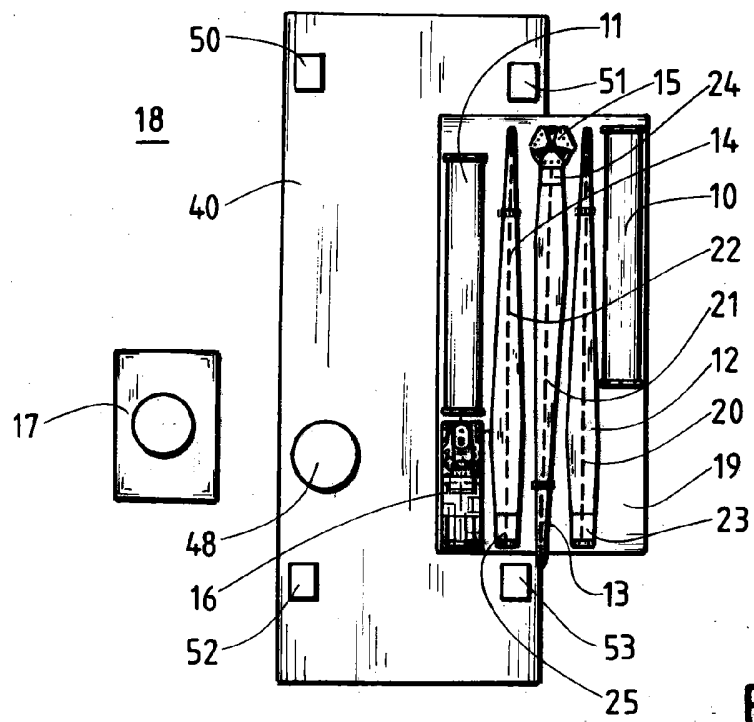


Fig. 1

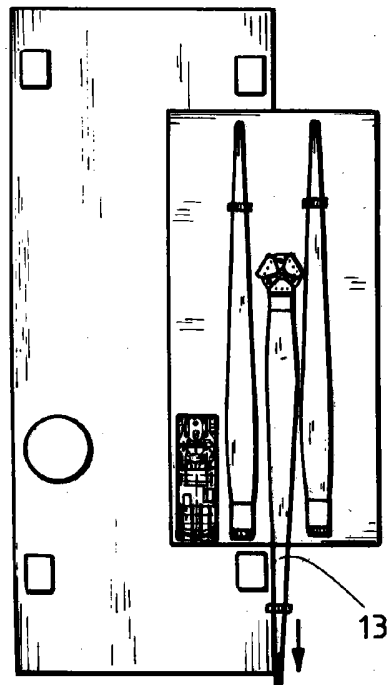


Fig. 2

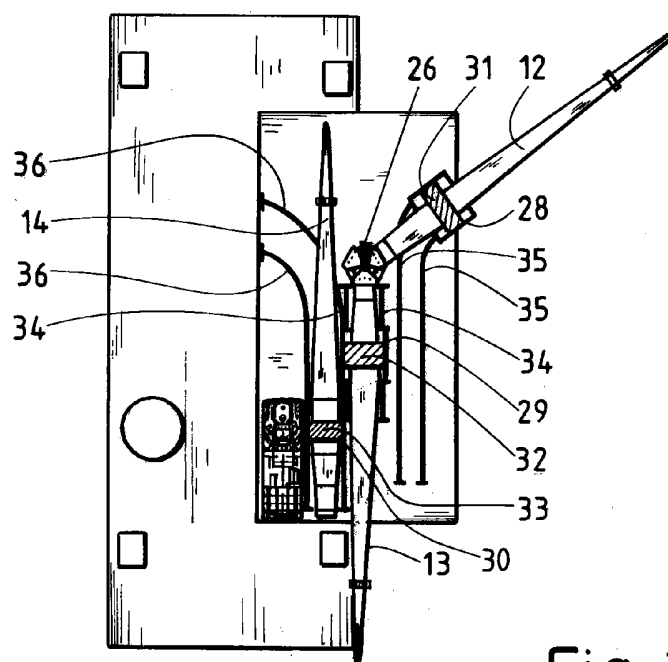


Fig. 3

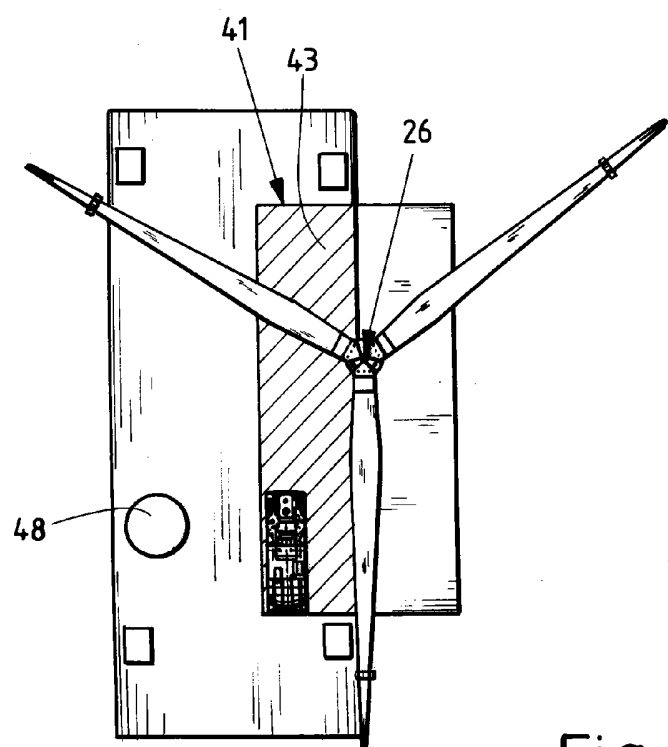


Fig. 4

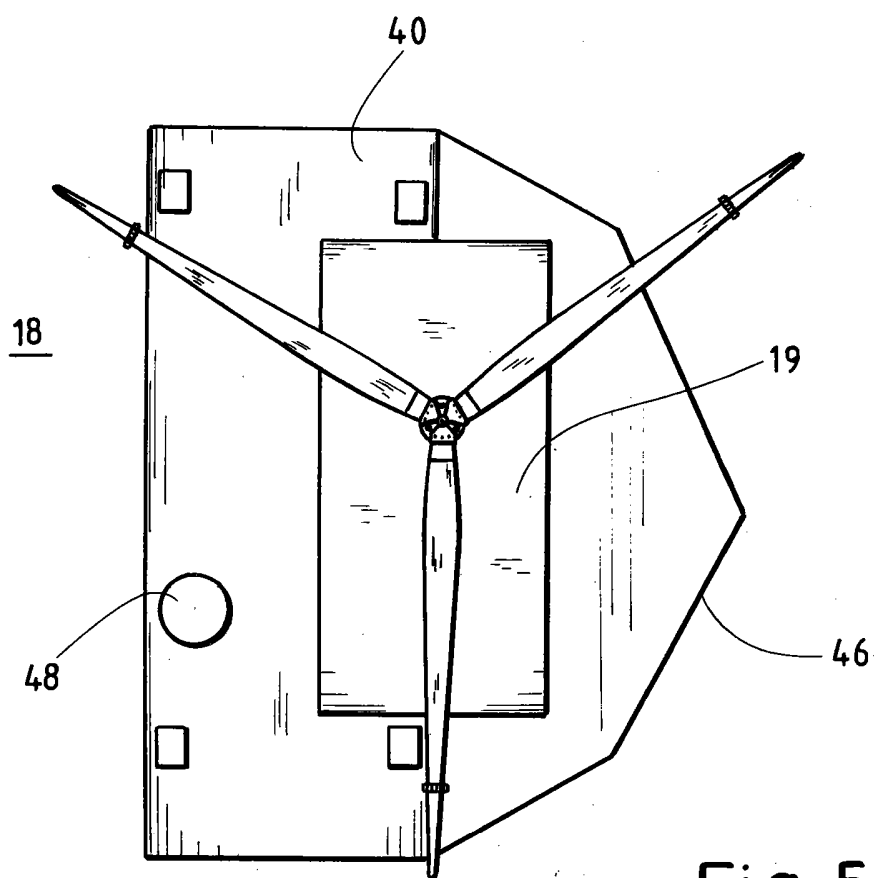


Fig. 5

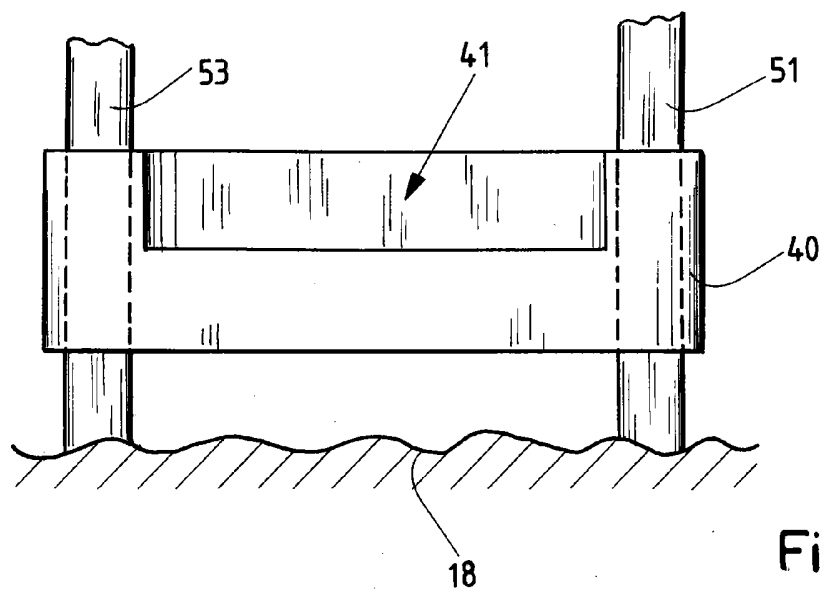


Fig. 6

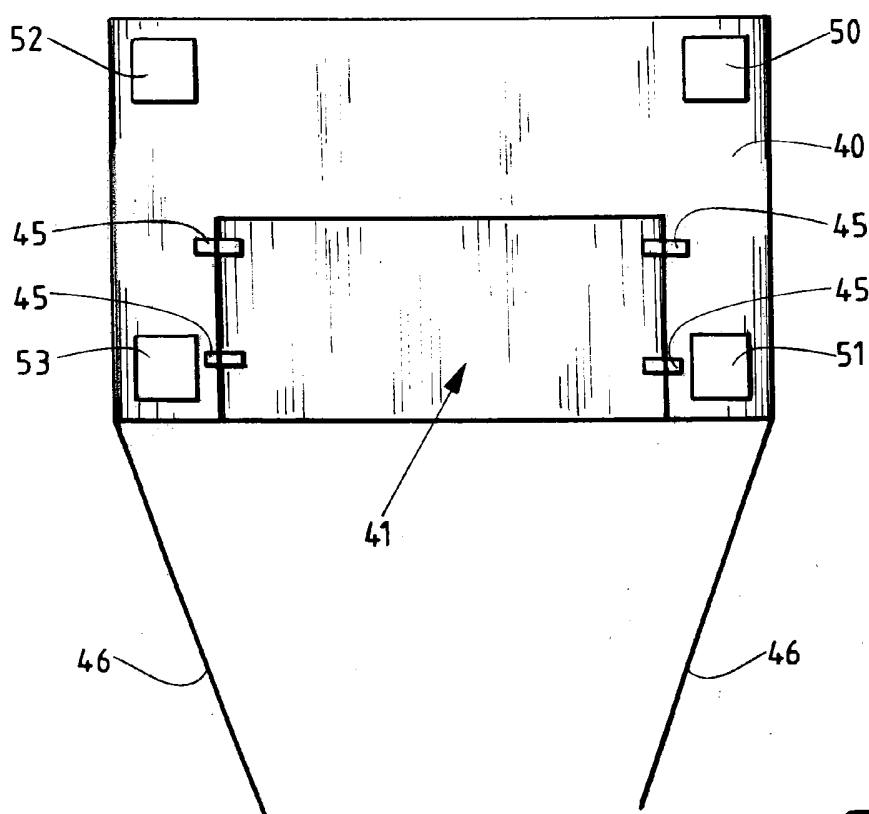


Fig. 7

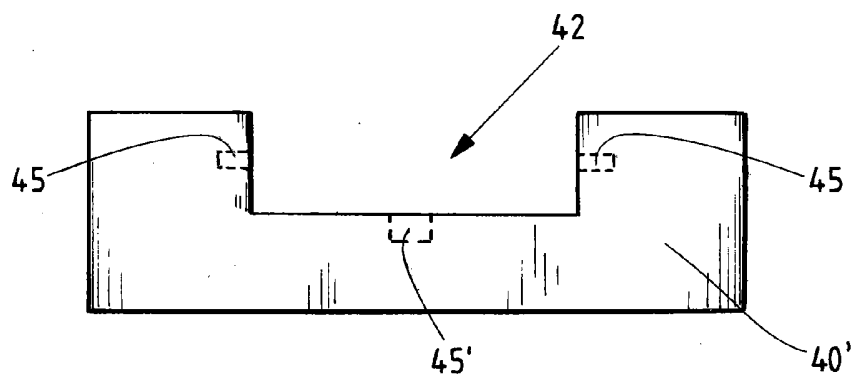


Fig. 8

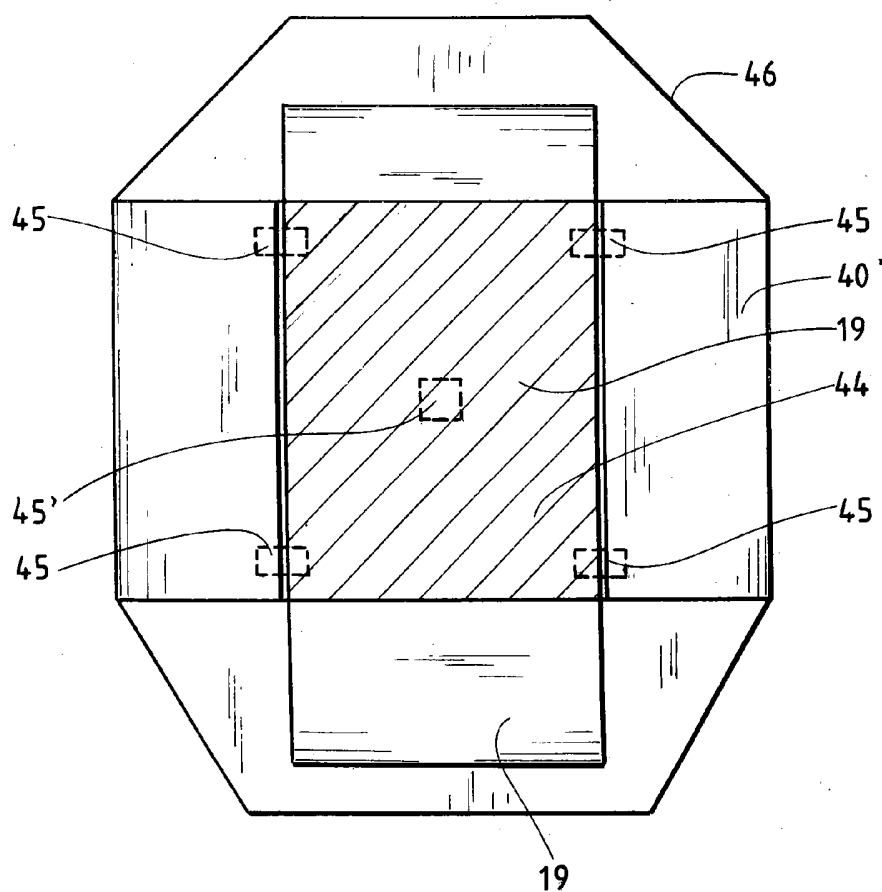


Fig. 9

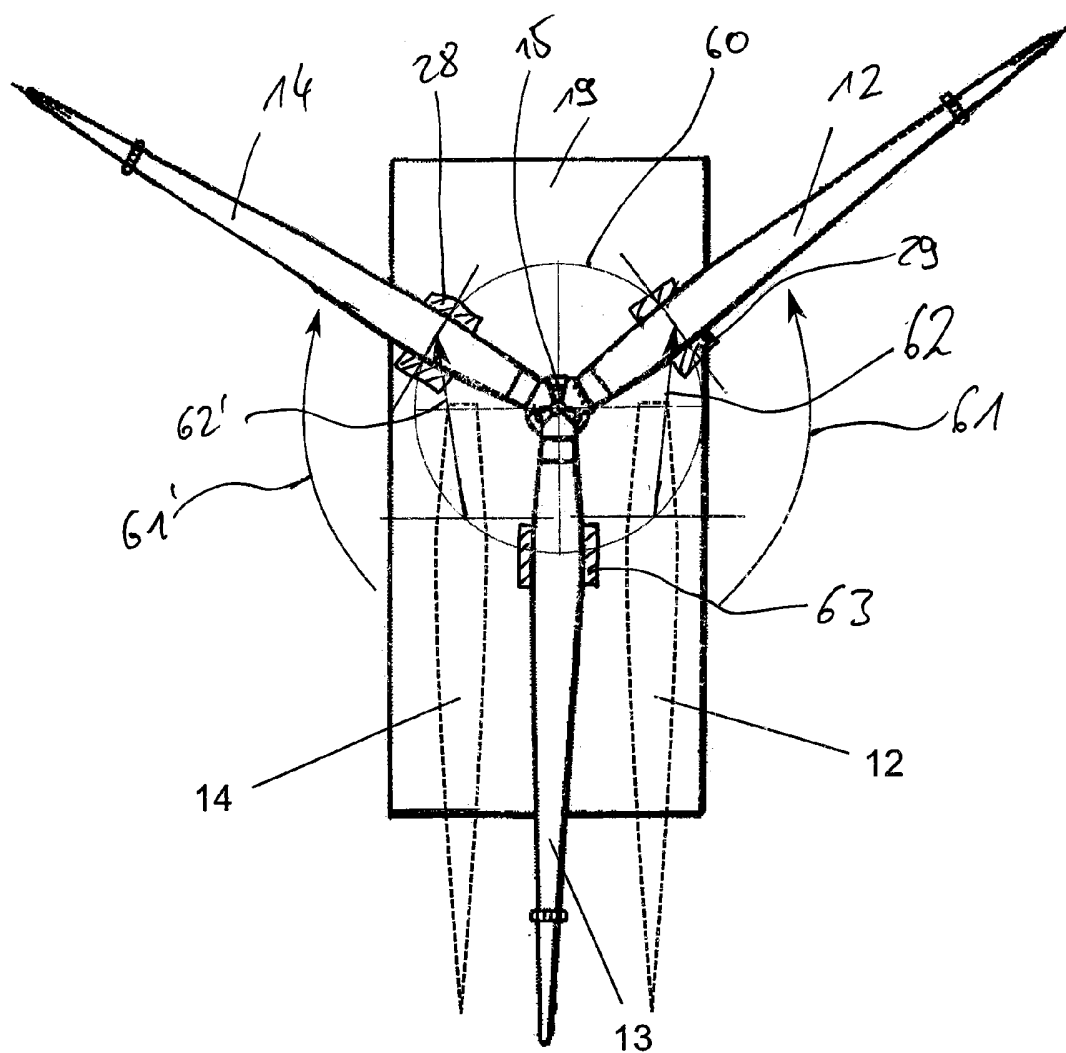


Fig. 10

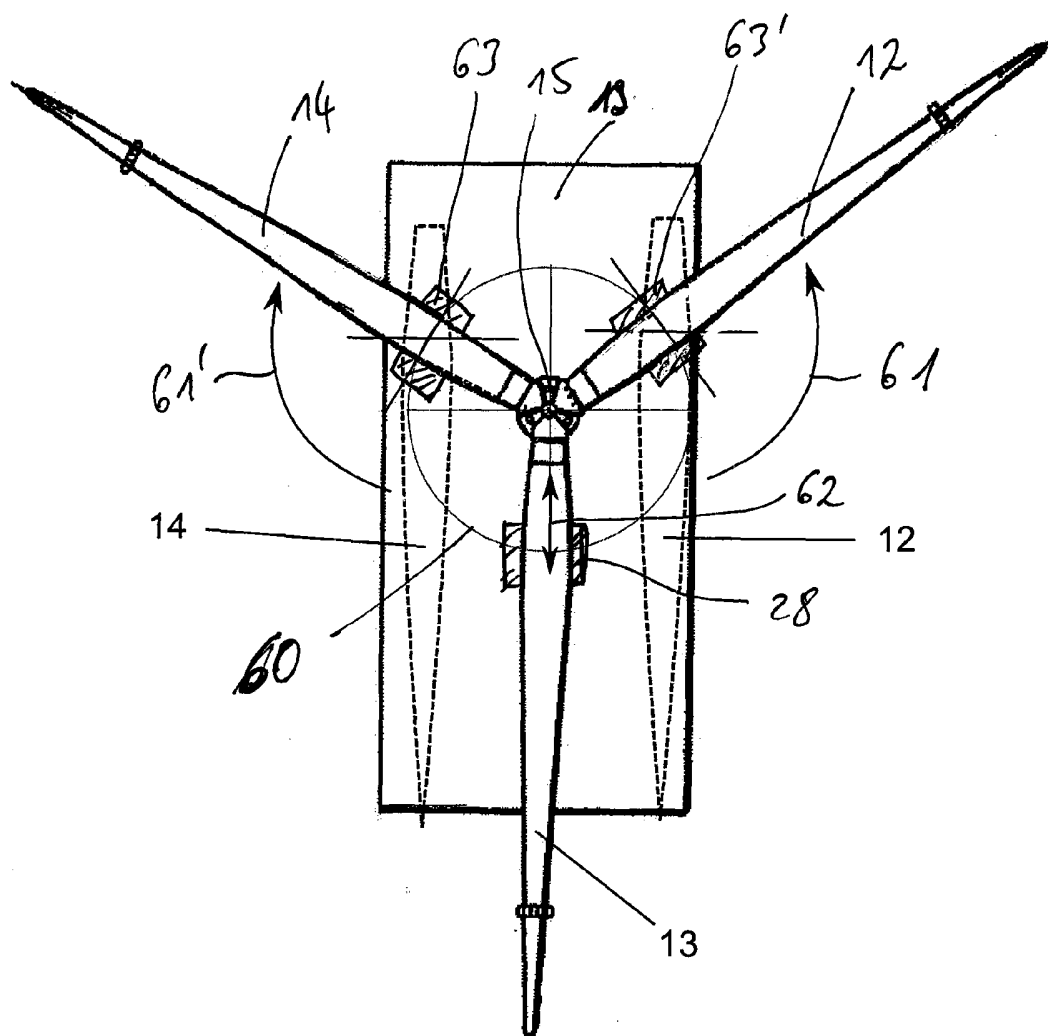


Fig. 11