



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **336632**

(13) **B1**

NORGE

(51) Int Cl.

F03D 11/04 (2006.01)

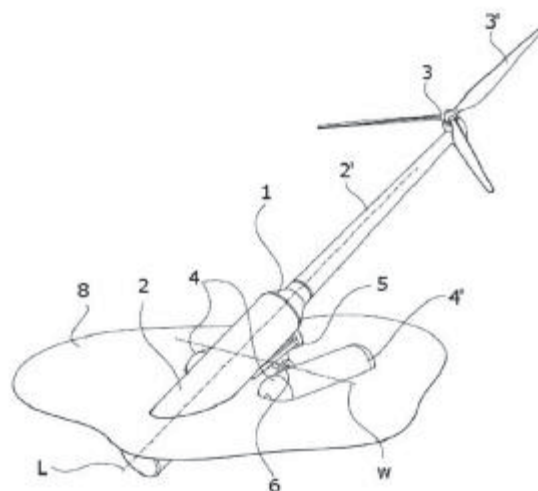
E02B 17/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20141362	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2014.11.13	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2014.11.13	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2015.10.12		
(45)	Meddelt	2015.10.12		
(73)	Innehaver	WINDEL AS, Valahaug 14, 4070 RANDABERG, Norge		
(72)	Oppfinner	Magne Tolo, Valahaug 14, 4070 RANDABERG, Norge		

(54)	Benevnelse	Innretning og fremgangsmåte for transport og oppstilling av flytende vindmøller		
(56)	Anførte publikasjoner	US 2012308358 A1 US 2014103664 A1 NO 330281 B WO 2014187977 A1		
(57)	Sammendrag			

Det beskrives oppdriftsinnretning (4) for transport og oppstilling av en flytende vindmølle (1) og en framgangsmåte ved bruk, hvor vindmøllen (1) omfatter et skrog (2) tilknyttet en bæresøyle (2') for en vindturbin (3), der oppdriftsinnretningen (4) kan bære en andel av vindmøllens (1) masse og hvor vindmøllen (1) forbindes med oppdriftsinnretningen (4) ved hjelp av en koplingsanordning (5), således at vindmøllen (1) kan dreies en vinkel fra en hovedsakelig vertikal stilling og mot en horisontal stilling eller motsatt, ved at skroget (1) er forsynt med et regulerbart ballastmiddel innrettet til å kunne balansere vindmøllen (1) om oppdriftsinnretningen (4) i en hvilken som helst stilling mellom de nevnte stillinger.



Patentsøknad

INNRETNING OG FREMGANGSMÅTE FOR TRANSPORT OG OPPSTILLING AV FLYTENDE VINDMØLLER

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en innretning og en framgangsmåte for transport og oppstilling av flytende vindmøller, og for å regulere vindmøllens vertikale utstrekning. Nærmere bestemt dreier det seg om en oppdriftsinnretning som delvis bærer en flytende vindmølle for elektrisk kraftproduksjon, hvor vindmøllen omfatter en i normalstilling hovedsakelig vertikal bæresøyle for en vindturbin, hvor nedre del av bæresøylen utgjør et flytende skrog som er egnet til å holde bæresøylen oppreist, der skroget forbindes med oppdriftsinnretningen ved hjelp av en koplingsanordning, og hvor oppdriftsinnretningen kan bære en andel av vindmøllens masse.

Formålet med den foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en innretning og en framgangsmåte som vil kunne forenkle transport og oppstilling av en flytende vindmølle til havs ved at vindmøllen kan krenses relativt til havets overflate ved hjelp av oppdriftsinnretningen som flyter i havflaten og bidrar med stabilitet og støtte, og derved at vindmøllen kan legges ned og reises opp på en kontrollert måte fortrinnsvis uten eksterne løfteinnretninger, i den hensikt å redusere skrogets dyptgående og bæresøylens høyt-ragende for derved å kunne transportere vindmøllen gjennom grunne farvann og under luftspenn.

På bakgrunn av stadig økende etterspørsel etter miljøvennlig og fornybar energi, er det ønskelig å høste ressursene fra vindenergi på åpent hav der forekomster og tilgjengelige arealer er spesielt store og installasjoner for energiproduksjon dessuten er til relativt liten sjenanse og uten varige inngrep i naturen. Behovet og markedet for vindmøller for elektrisk kraftproduksjon til havs har derfor tiltatt, og ulike løsninger for faste og flytende konstruksjoner er lansert men i liten grad tatt i bruk.

Kjent teknikk for oppstilling av vindmøller på havet kan i hovedsak inndeles i to kategorier; bunnfaste installasjoner og flytende oppankrede installasjoner, egnet for henholdsvis grunne og dype havområder.

Kjent teknikk for flytende installasjoner omfatter blant annet enkeltstående bæresøyler som flyter oppreist i havet, og stabile skrog med én eller flere bæresøyler for vindturbiner.

5 Utførelser med flytende bæresøyler vil kunne sammenstilles oppreist i smule farvann, men på grunn av konstruksjonens dyptgående for å oppnå tilfredsstillende stabilitet kreves relativt store vanddyp både for sammenstillingen og transportruten til oppankringsfeltet, og utførelsen er derfor uegnet for sammenstilling og senere vedlikehold nær eller ved land.

10 I en kjent utførelse (NO 332528 B1), er den flytende søylen forsynt med en delvis omkransende oppdriftsinnretning, som er forbundet til søylen gjennom en dreiekopling som muliggjør sammenstilling og transport av vindmøllen med søylen innrettet i en tilnærmet horisontal stilling, og som videre muliggjør reising av søylen på en kontrollert måte ved hjelp av ballastering, hovedsakelig ved vannfylling av nedre del av søyle-skroget. Oppdriftsinnretningen utgjør en del av konstruksjonen, og vil dermed re-
15 presentere en kostnad og være et tillegg for hver vindmølleinstallasjon, men gjør det dermed mulig å reversere installasjonen relativt enkelt.

Den foreliggende oppfinnelsen har til formål å avhjelpe eller å redusere i det minste én av ulempene ved kjent teknikk, eller i det minste å skaffe til veie et nyttig alternativ til kjent teknikk.

20 Formålet oppnås ved trekk som er angitt i nedenstående beskrivelse og i etterfølgende patentkrav.

I et første aspekt vedrører oppfinnelsen [krav 1] en oppdriftsinnretning for transport og oppstilling av hovedsakelig vertikalt flytende vindmøller, hvor vindmøllen omfatter et skrog som utgjør en nedre del av en bæresøyle for en vindturbin, der oppdriftsinn-
25 retningen kan bære en andel av vindmøllens masse ved at oppdriftsinnretningen forbindes med vindmøllen ved hjelp av en koplingsanordning, slik at oppdriftsinnretningen tilveiebringer en tilnærmet horisontal dreieakse innrettet slik at vindmøllen kan krenge om dreieaksen en vinkel fra en hovedsakelig vertikal stilling og mot en horisontal stilling eller motsatt, ved at skroget er forsynt med et regulerbart ballastmiddel
30 innrettet til å kunne balansere vindmøllen om oppdriftsinnretningen i en hvilken som helst stilling mellom de nevnte stillinger. Dette har den effekt at når vindmøllen dreies eller krenge fra en vertikal stilling og mot en horisontal stilling, vil dyptgående til vindmøllens skrog reduseres, samtidig som bæresøylens høytragende reduseres. Således vil en vindmølle som er tilkopledd oppdriftsinnretningen kunne fraktes gjennom

relativt grunne farvann og under for eksempel brukonstruksjoner og luftspenn.

I en første utførelse [krav 2] tilveiebringer koplingsanordningen en leddforbindelse med en tilnærmet horisontal akse, anordnet slik at vindmøllen er innrettet til å kunne krenses relativt til oppdriftsinnretningen.

- 5 En vindmølle som er balansert i en ønsket stilling ved hjelp av det regulerbare ballastmiddelet, vil på grunn av leddforbindelsen i det alt vesentlige overføre en vertikal kraft mot oppdriftsinnretningen. Således vil vindmøllen og oppdriftsinnretningen i betydelig grad kunne beveges uavhengig av hverandre for eksempel under slep i bølger som måtte virke med eller mot fartsretningen som normalt vil være parallell med
- 10 lengdeaksens horisontale komponent.

- I en annen utførelse [krav 3] er koplingsanordningen fast forbundet til oppdriftsinnretningen og tilveiebringer dermed en bevegelsesfast forbindelse mellom vindmøllen og oppdriftsinnretningen slik at oppdriftsinnretningen, som i denne utførelse er egnet til å dreie relativt havoverflaten, følger vindmøllens krenkning. Vindmøllen kan således
- 15 krenses relativt havoverflaten.

- Krenkningen av vindmøllen utøves utelukkende ved hjelp av et regulerbart ballastmiddel anordnet i vindmøllens skrog, i form av forflytning av en masse som kan bestå av lodd i fast form eller et fluid, eksempelvis sjøvann, internt i skroget eller mellom skroget og omgivelsene. Dreiningen kan både være fra en vertikal stilling og mot en horisontalstilling og fra en ikke-vertikal stilling og til en vertikalstilling.
- 20

I én utførelse omfatter oppdriftsinnretningen ett legeme. Legemet kan for eksempel, men ikke begrenset til, være U- eller V-format. Koplingsanordningen kan være tilkoppet oppdriftslegemet direkte, eller koplingsanordningen kan være tilkoppet oppdriftslegemet ved hjelp av en rammekonstruksjon

- 25 I en alternativ utførelse omfatter oppdriftsinnretningen to langstrakte oppdriftslegemer som er anbrakt med innbyrdes avstand, hvor koplingsanordningen bæres av oppdriftselementene.

- I atter en alternativ utførelse omfatter oppdriftsinnretningen to eller flere med avstand anbrakte oppdriftslegemer som er innbyrdes fast forbundet gjennom en rammekonstruksjon, hvor rammekonstruksjonen bærer koplingsanordningen.
- 30

I enhver av overstående utførelser kan oppdriftsinnretningen være utrustet for å kunne ballasteres, hovedsakelig ved fylling med sjøvann, i den hensikt å oppnå en ønsket

balanse og stilling på vindmøllen ved at oppdriftsinnretningen kan tilføre både bæreevne og gravitasjonslast til vindmøllen i ulike faser og avhengig av oppdriftsinnretningens deplasement og masse.

I et andre aspekt ved den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt [krav 6] en framgangsmåte for å regulere en vertikal utstrekning til en flytende vindmølle, i forbindelse med transport og vedlikehold, hvor vindmøllen er av den art som omfatter et skrog tilknyttet en bæresøyle for en vindturbin, og hvor vindmøllen er koplet til en oppdriftsinnretning som kan bære en andel av vindmøllens masse, hvor framgangsmåten omfatter:

- å sammenkople vindmøllen med oppdriftsinnretningen gjennom en mellomliggende koplingsanordning slik at vindmøllens lengdeakse kan dreies relativt havoverflaten en vinkel fra en hovedsakelig vertikal stilling og mot en horisontal stilling eller motsatt ved at oppdriftsinnretningen bidrar med nødvendig stabilitet og støtte;
- å balansere vindmøllen om en tilnærmet horisontal akse gjennom oppdriftsinnretningen i en hvilken som helst stilling mellom de nevnte stillinger ved å regulere et ballastmiddel som er anordnet i vindmøllens skrog.

I en alternativ framgangsmåte tilveiebringes i det minste en innledende dreiebevegelse ved hjelp av en påført kraft. En slik alternativ framgangsmåte er særlig aktuell ved en initiell dreining fra en hovedsakelig vertikal stilling mot en ikke-vertikal stilling.

Overstående framgangsmåte skiller seg fra alminnelig kjente framgangsmåter for sammenstilling, transport og oppstilling på havet av flytende søyler for vindturbiner for eksempel av den art som er kjent som Hywind og Sway, ved at det benyttes en oppdriftsinnretning som forbindes med skroget og dermed bidrar med oppdrift og stabilitet til skroget slik at skrogets iboende oppdrift og stabilitet kan være tilsvarende redusert i en transport og oppstillings fase, og slik at bæresøylen kan reises opp og legges ned på en kontrollert måte gjennom forflytning av skrogets tyngdepunkt og endring av skrogets masse, hovedsakelig uten bruk av eksterne løfteinnretninger. Hywind er en flytende havvindmølle hvor konstruksjonen omfatter en stålsylinder som er fylt med en ballast av vann og stein. Den stikker omtrent 100 meter ned i havet og er fortøyd til havbunnen. Sway er en flytende søyle som forankres med strekkstag til havbunnen.

Videre skiller overstående framgangsmåte seg fra alminnelig kjente framgangsmåter ved at vindmøllens lengdeakse i en transportstilling kan være nærmere en horisontal stilling enn en vertikal stilling. Vindmøllens vertikale utstrekning kan derfor være svært mye mindre enn det som den vertikale utstrekningen til vindmøllen er i en nor-

mal- eller produksjonsstilling hvor lengdeaksen til vindmøllen er i det vesentlige vertikal, samtidig som vindmøllen når den er forbundet med oppdriftsinnretningen er selv-bærende og stabil i en tilnærmet horisontal stilling og kan transporteres flytende uten annet bærefartøy enn oppdriftsinnretningen som beskrevet ovenfor.

- 5 Endelig skiller overstående framgangsmåte seg fra alminnelig kjente teknikk vad at en oppdriftsinnretning ved hjelp av en koplingsanordning koples til vindmøllen før transport og oppstilling på havet for deretter å frigjøres og gjenbrukes.

I det etterfølgende beskrives eksempler på to utførelsesformer som er anskueliggjort på medfølgende tegninger, hvor:

- 10 Fig. 1 viser et isometrisk riss av en vindmølle tilkopleet en oppdriftsinnretning med en mellomliggende leddforbindelse, anbrakt i en transportstilling nærmere horisontal enn vertikal på en vannflate;
- Fig. 2 viser det samme som fig. 1, men etter at vindmøllen er oppreist;
- 15 Fig. 3 viser et isometrisk riss av en vindmølle bevegelsesfast tilkopleet en oppdriftsinnretning, anbrakt i en transportstilling nærmere horisontal enn vertikal på en vannflate;
- Fig. 4 viser det samme som fig. 3, men etter at vindmøllen er oppreist;

På figurene angir henvisningstallet 1 en vindmølle for elektrisk kraftproduksjon. Vindmøllen 1 omfatter et skrog 2 som er tilknyttet en bæresøyle 2'. I bæresøylens 2' øvre parti er det anordnet en vindturbin 3.

Vindmøllen 1 er tilkopleet en oppdriftsinnretning 4 som er innrettet til å kunne bære en andel av vindmøllens 1 masse i tillegg til oppdriftsinnretningens 4 egen masse.

Oppdriftsinnretningen 4 innbefatter i de viste utførelser to oppdriftslegemer 4'. Oppdriftslegemene er innbyrdes sammenkopleet ved hjelp av en rammekonstruksjon.

- 25 Vindmøllen 1 er tilkopleet oppdriftsinnretningen 4 ved hjelp av en koplingsanordning 5 som;
- i en første utførelse (Fig. 1 og Fig. 2) omfatter en leddforbindelse 6, således at vindmøllen 1 er tilknyttet oppdriftsinnretningen 4 gjennom en leddforbindelse eller et vippefeste som tilveiebringer en dreie- eller vippeakse W som i det alt vesentlige over-
 - 30 fører vertikale krefter fra vindmøllen 1 til oppdriftsinnretningen 4, uansett hvilken stilling eller helling vindmøllens 1 lengdeakse L har relativt oppdriftsinnretningen 4.

- i en annen utførelse (Fig. 3 og Fig. 4) er vindmøllen 1 bevegesesfast forbundet til oppdriftsinnretningen 4 således at oppdriftsinnretningen 4 følger vindmøllens 1 krenge-
ning i det den tilveiebringer en imaginær dreieakse W når vindmøllen 1 krenses og
vindmøllens 1 lengdeakse L danner en mindre enn rett vinkel til havoverflaten 8.

- 5 Det parti av vindmøllens 1 skrog 2 som befinner seg neddykket vil bære en vesentlig andel av vindmøllens 1 totale masse.

I figurene 2 og 4 er vindmøllen 1 vist i en vertikal stilling. En vertikal stilling eller hovedsakelig vertikal stilling vil være vindmøllens 1 normal- eller produksjonsstilling.

- 10 Det skal forstås at vindmøllens 1 turbin 3 på i og for seg kjent vis er dreibart anordnet bæresøylen 2' ved hjelp av et ikke vist lager. Vindmøllens 1 turbin 3 er innrettet til å kunne låses mot rotasjon relativt bæresøylen 2' slik at rotorbladene 3' orienteres i størst mulig avstand fra vannflaten 8 når vindmøllen 1 befinner seg i en transportstilling.

- 15 I figurene 1 og 3 er vindmøllen 1 vist i en transportstilling hvor vindmøllens 1 lengdeakse L er nærmere en horisontal stilling enn en vertikal stilling. Skrogets 2 dyptgående og bæresøylens 2' høytragende er dermed betydelig redusert i forhold til stillingen vindmøllen 1 har i figurene 2 og 4, noe som kan være svært fordelaktig med hensyn til både transportruter ved forflytning av vindmøllen 1 og til kaianlegg som kan benyttes for montering og vedlikehold av vindmøllen 1.

- 20 I figurene 1 og 3 holdes vindmøllen 1 i balanse om henholdsvis leddforbindelsen 6 og oppdriftsinnretningens 4 oppdriftssenter, anskueliggjort ved dreieaksen W, ved hjelp av et regulerbart ballastmiddel anordnet i skroget 2 ved hjelp av forflytning eller omfordeling av en masse eller et fluid på kjent måte og dermed ikke ytterligere beskrevet her. Gjennom leddforbindelsen 6 i figur 1 overføres i det alt vesentlige vertikale kref-
25 ter, hvorved oppdriftsinnretningen 4 hovedsakelig opprettholder sin normale stilling, mens det i figur 3 framgår at den bevegesesfaste forbindelsen mellom koplingsanordningen 5 og oppdriftsinnretningen 4 også overfører et dreiemoment slik at oppdriftsinnretningen 4 tvinges til å krenge til liks med vindmøllen 1.

- 30 De nevnte fortrinn ifølge oppfinnelsens utførelse vil være spesielt egnet for vindmøller 1 som skal ankres opp på store havdyp, og som ifølge oppfinnelsen kan bygges og transporteres med skroget 2 og bæresøylen 2' liggende og således med mindre dyptgående og mindre høytragende, og dermed kan ferdigstilles og vedlikeholdes på mindre vanddyp, for eksempel ved en kai, og transporteres under broer og luftspenn.

Patentsøknad

INNRETNING OG FREMGANGSMÅTE FOR TRANSPORT OG OPPSTILLING AV FLYTENDE
VINDMØLLER

P a t e n t k r a v

- 5 1. Oppdriftsinnretning (4) for transport og oppstilling av hovedsakelig vertikalt flytende vindmøller, hvor vindmøllen (1) omfatter et skrog (2) som utgjør en nedre del av en bæresøyle (2') for en vindturbin (3), der oppdriftsinnretningen (4) kan bære en andel av vindmøllens (1) masse ved at oppdriftsinnretningen (4) forbindes med vindmøllen (1), k a r a k t e r i s e r t
- 10 v e d at forbindelsen utgjøres av en kopplingsanordning (5), således at oppdriftsinnretningen (4) tilveiebringer en tilnærmet horisontal dreieakse (w) innrettet slik at vindmøllen (1) kan krenkes om dreieaksen (w) en vinkel fra en hovedsakelig vertikal stilling og mot en horisontal stilling eller motsatt, ved at skroget (2) er forsynt med et regulerbart ballastmiddel innrettet til å kunne
- 15 balansere vindmøllen (1) om oppdriftsinnretningen (4) i en hvilken som helst stilling mellom de nevnte stillinger
2. Oppdriftsinnretning (4) i henhold til krav 1, der kopplingsanordningen (5) omfatter en leddforbindelse (6) med en tilnærmet horisontal dreieakse (w), anordnet slik at vindmøllen (1) kan krenkes relativt til oppdriftsinnretningen (4).
- 20 3. Oppdriftsinnretning (4) i henhold til krav 1, der kopplingsanordningen (5) er fast forbundet til oppdriftsinnretningen (4) og tilveiebringer en bevegelsesfast forbindelse mellom vindmøllen (1) og oppdriftsinnretningen (4) slik at oppdriftsinnretningen (4) følger vindmøllens (1) krenkning.
- 25 4. Oppdriftsinnretning (4) i henhold til krav 1, som omfatter i det minste to med avstand anbrakte oppdriftslegemer (4') hvor oppdriftslegemene (4') bærer kopplingsanordningen (5).

5. Oppdriftsinnretning (4) i henhold til krav 1, som omfatter i det minste to med avstand anbrakte oppdriftslegemer (4') som er fast forbundet til hverandre gjennom en rammekonstruksjon (4''), hvor rammekonstruksjonen (4'') bærer kopplingsanordningen (5).
- 5 6. Framgangsmåte for å regulere en vertikal utstrekning til en flytende vindmølle (1) i forbindelse med transport og vedlikehold, hvor vindmøllen (1) er av den art som omfatter et skrog (2) tilknyttet en bæresøyle (2') for en vindturbin (3), og hvor vindmøllen (1) er koplet til en oppdriftsinnretning (4) som er innrettet til å kunne bære en andel av vindmøllens (1) masse,
- 10 k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter:
- å sammenkople vindmøllen (1) med en oppdriftsinnretning (4) gjennom en kopplingsanordning (5) slik at vindmøllens (1) lengdeakse (L) kan dreies relativt havoverflaten en vinkel fra en hovedsakelig vertikal stilling og mot en horisontal stilling eller motsatt;
 - 15 - å balansere vindmøllen (1) om en tilnærmet horisontal akse gjennom oppdriftsinnretningen (4) i en hvilken som helst stilling mellom nevnte stillinger ved å regulere et ballastmiddel som er anordnet i vindmøllens (1) skrog (2).
7. Framgangsmåte ifølge krav 6, hvor dreiebevegelsen tilveiebringes ved å styre den regulerbare ballastmiddel.
- 20 8. Framgangsmåte i henhold til krav 7, hvor ballastmiddelet tilveiebringes ved hjelp av i det minste ett fluid som bringes inn i eller ut av skroget (2).
9. Framgangsmåte i henhold til krav 8, hvor det minst ene fluid innbefatter en væske og hvor væskemengden i skroget (2) reguleres.

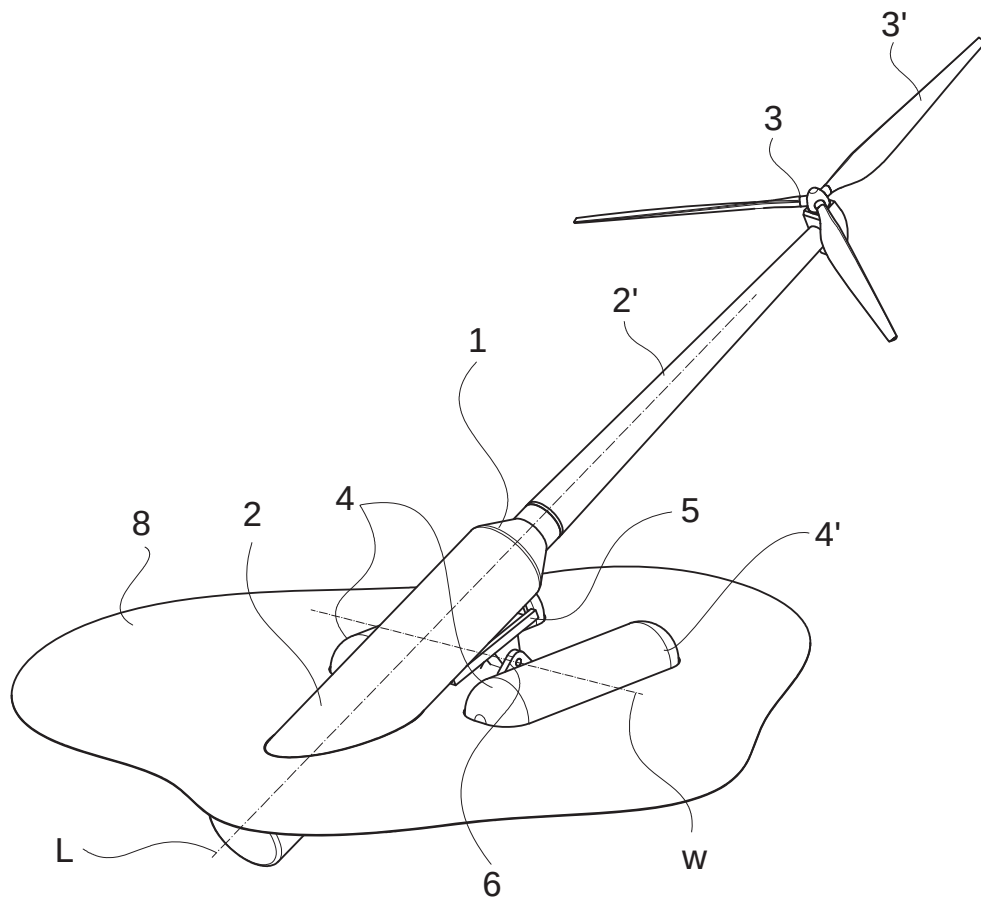


Fig. 1

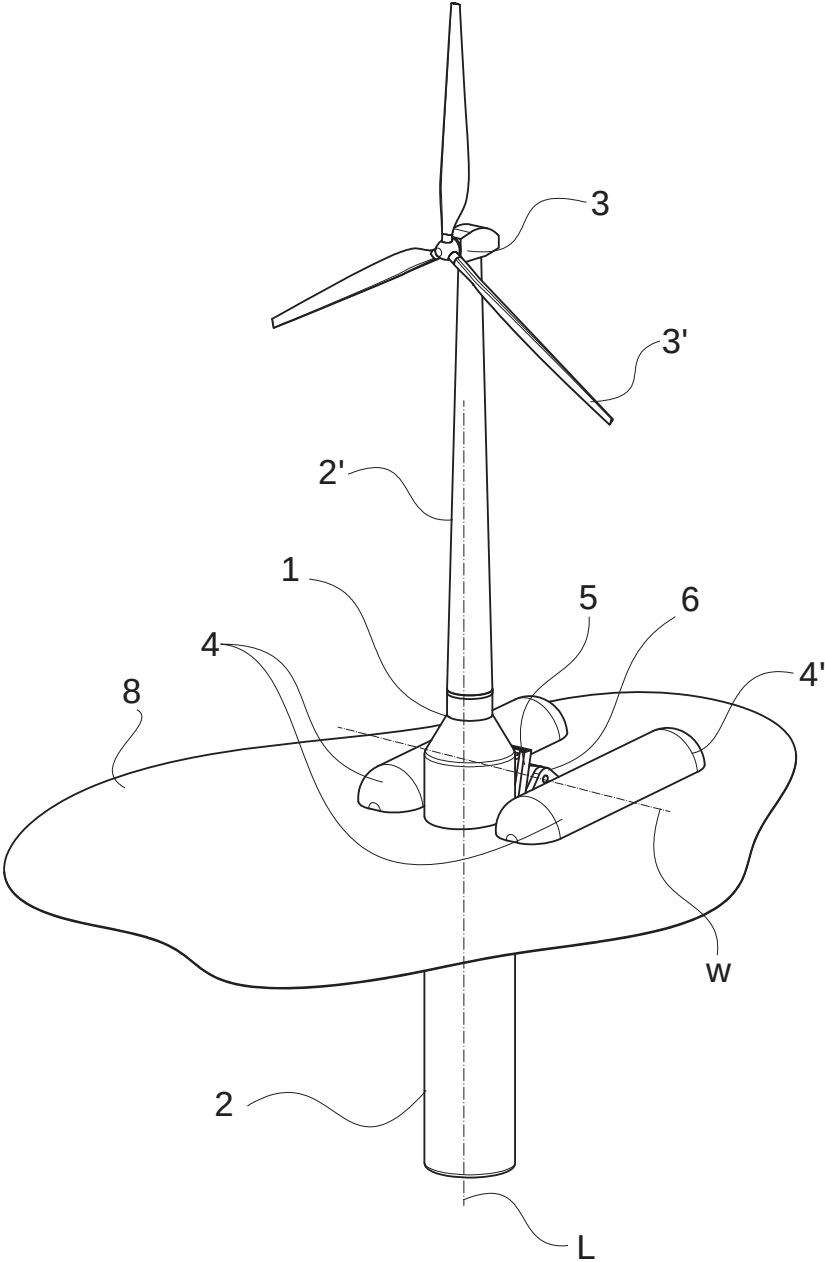


Fig. 2

3 / 4

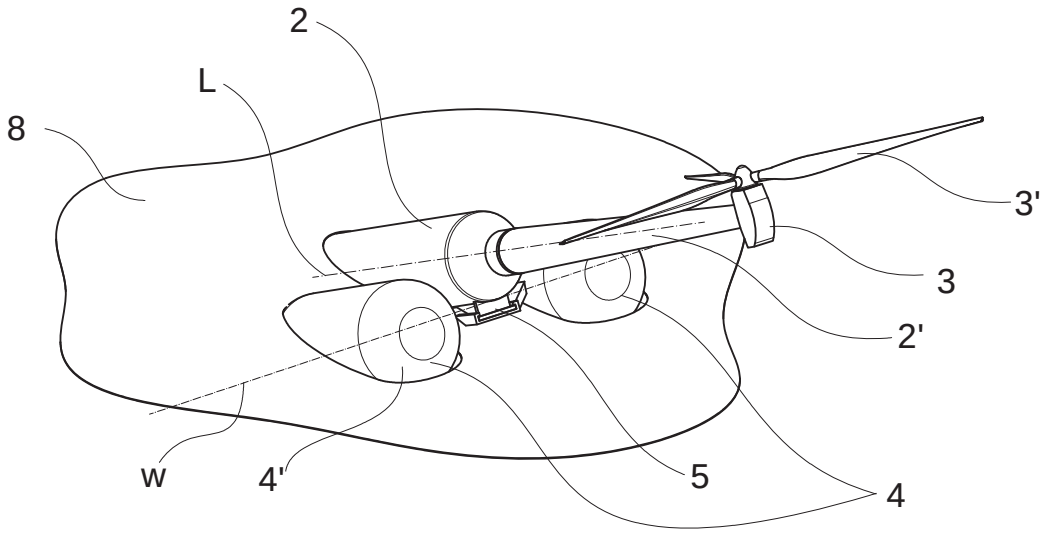


Fig. 3

4 / 4

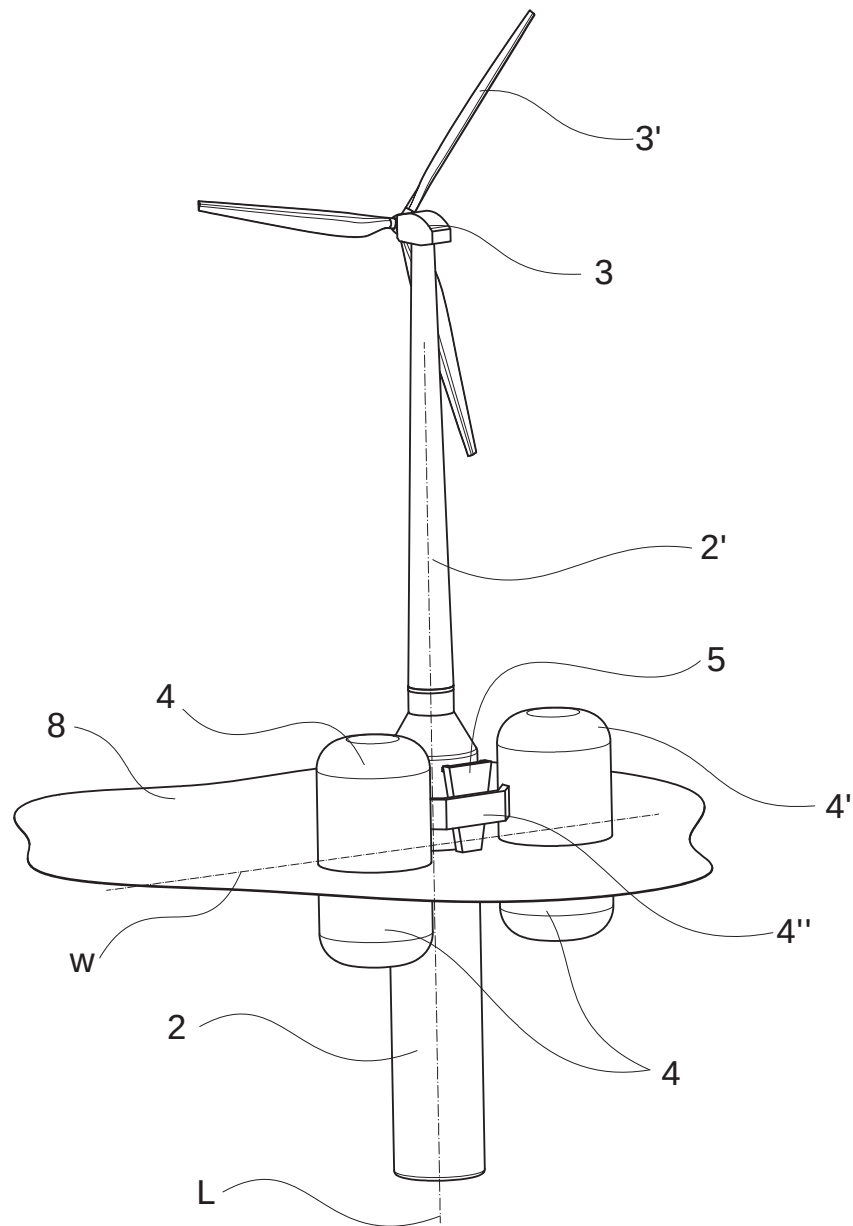


Fig. 4