(12) **PATENT**

(19) NO (11) **324756** (13) **B1**

NORGE (51) Int Cl.
F03D 11/04 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20031888	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2003.04.28	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2003.04.28	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2004.10.29		
(45)	Meddelt	2007.12.10		

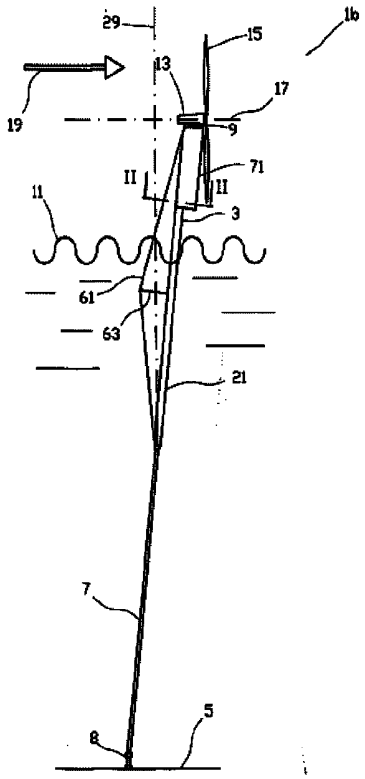
(73)	Innehaver	Sway AS, Østervåg 25, 4006 STAVANGER
(72)	Oppfinner	Eystein Borgen, Grasholmringen 24A, 4085 HUNDVÅG
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 OSLO

(54) Benevnelse **Flytende vindkraftverk med avstivningssystem**

(56) Anførte publikasjoner SU A 1281741, JP A 2002097651, SE B 430182

(57) Sammendrag

Anordning ved et flytende vindkraftverks (1) tårn (3) som flyter i hovedsak i vertikal stilling ved at tårnets (3) effektive tyngdepunktet ligger under tårnets (3) oppdriftssenter, og hvor et maskinhus (13) med rotor (15) er dreiefast forbundet til tårnet (3) og tårnet (3) er leddet forbundet til havbunnen (5), hvor tårnet (3) er dreibart omkring en tårndreieakse (29) ved at et nedre parti (21) av tårnet (3) er forsynt med et dreieledd (27a henholdsvis 27b) som er innrettet til i hovedsak å oppta vertikale strekkrefter.



Den foreliggende oppfinnelsen vedrører anordninger ved et tårn for flytende vindkraftverk hvor maskinhuset er ikke-roterbart anordnet på vindkraftverkets tårn og hvor tårnet er roterbart om en tårndreieakse. Videre er tårnet anordnet med minst ett strekkstag og minst én utrigger hvor det minst ene strekkstaget strekker seg fra et øvre parti på tårnet, via den minst ene utriggeren, til et nedre parti på tårnet.

Tårnets effektive tyngdepunkt ligger under oppdriftssenteret ved at tårnet er forankret til havbunnen, direkte eller via strekkstag. Vindkraftverkets til enhver tid effektive tyngdepunkt er bestemt av kraftverkets samlede vekt og form samt effekten av vekt, form og eventuelt strekkrefter fra forankringssystemet. Implisitt kan det effektive tyngdepunktets plassering opprettholdes ved ulike kombinasjoner av ballast og strekk fra forankringssystemet, dvs. at en redusert ballast kan kompenseres ved forhøyet strekkraft fra forankringssystemet.

Oppfinnelsen vedrører også et tilnærmet vertikalt dreieledd som forbinder tårnet til et vridningsstivt understell, hvor dreieaksens retning kan avvike noe fra perpendikulæren gjennom den aksen som går gjennom en rotor. Et rotorhus er vridningsstivt forbundet til et øvre parti av tårnet. Dreieleddets akseretning sørger for at vindkreftene mot rotoren påfører tårnet et dreiemoment som alltid holder rotoren i en gunstig posisjon i forhold til vindretningen. Ved denne effekten kan tårnets konstruksjon optimaliseres, idet den maksimale bøyepåkjenningen opptrer i et plan som faller sammen med senteraksen gjennom tårnet samt senteraksen gjennom rotoren.

I forbindelse med vertikalt flytende vindkraftverktårn som flyter ved at det effektive tyngdepunkt ligger under tårnets oppdriftssenter, idet tårnet er forankret til havbunnen, direkte eller via strekkstag, vil tårnet bli påført spesielt store bøyemomenter. For å oppnå tilstrekkelig stabilitet vil et slikt tårn være i størrelsesorden dobbelt så langt som et tilsvarende konvensjonelt tårn plassert på land.

Bøyemomentene oppstår både på grunn av bølgenes virkning på strukturen i tillegg til vindens kraft mot vindkraftverkets rotor ved toppen av tårnet. Når tårnet krenger på grunn av vindkraften, vil effekten av den vertikalt oppad rettede oppdriftskraften virke som en fleksibel støtte på tårnet i hele området fra vannflaten og ned hvor tårnet har positiv oppdrift. Derfor vil den effektive momentarmen bli lenger enn på et tilsvarende tårn som er fundamentert på land med dertil kortere total lengde på tårnet. I tillegg vil bøyemomentene i tårnet også ofte bli større enn tilsvarende tårn på land dersom man søker å utnytte den høyere gjennomsnittlige vindhastighet som finnes på havet.

På grunn av tårnets krenging under påkjenning av vindkreftene, vil det være ønskelig å stille rotoren med en vinkel forskjellig fra 90 grader på tårnet for å sikre at rotorens akse blir stående tilnærmet horisontalt. Dette medfører at rotorbladene

vil kunne slå inn i tårnet dersom rotoren blir plassert på tårnets vindside. Det vil derfor være ønskelig å kunne plassere rotoren på tårnets leside. Dette medfører imidlertid den ulempen at rotorbladene passerer skyggeområdet bak tårnet hver gang et blad passerer klokken 6-posisjon, noe som fører til en plutselig endring av vindtrykket mot bladene og dermed store utmatningspåkjenninger.

Dersom rotorens akse blir plassert på tårnet med en vinkel forskjellig fra 90 grader mot tårnet, som beskrevet over, vil dreiemomentet fra rotoren, som blir omsatt til energi i vindkraftverkets generator, også bli delvis overført som et dreiemoment ned gjennom tårnet. Dette vil føre til at vindkraftverket vil ha en tendens til å dreie bort fra vinden dersom det ikke blir holdt dreiestivt fast mot havbunnen. Dersom vindkraftverket blir holdt dreiestivt fast vil det mer eller mindre konstante dreiemomentet måtte håndteres av vindkraftverkets retningsmotorer/bremser montert mellom maskinhus og tårn.

Fra tidligere kjent teknikk viser DE 197 44 174 A1 et flytende vindkraftverk omfattende et flyteelement som vindkraftverkets tårn er montert på. Flyteelementet er festet til et ledd eller en forbindelse som er anordnet i et ankerelement på sjøbunnen. Flyteelementet kan være direkte festet til leddet eller det kan være festet til et forbindelseselement som for eksempel et strekkstag eller en kjetting som er festet til leddet.

WO 03/004869 A1 viser en off-shore vindturbin som, i noen utførelsesformer, er flytende og hvor tyngdepunktet befinner seg under oppdriftssenteret. I en utførelsesform (se figur 7), er tårnet roterbart om den langsgående aksen gjennom tårnet 3 ved bruk av en svivel.

Ingen av disse publikasjonene antyder imidlertid bruk av midler for å oppta bøyemomenter i tårnet.

Oppfinnelsen har til formål å avhjelpe ulempene ved kjent teknikk.

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

Oppfinnelsen går ut på å flytte en som ovenfor beskrevet flytende vindkraftverks anordninger for opprettholdelse av retning i forhold til vind fra et vindkraftverktårns øvre parti og til dets nedre parti. Et tårns dreieledd med i hovedsak vertikal senterakse og i hovedsak sammenfallende med perpendikulæren på en senterakse gjennom en vindkraftverkrotor, er anbrakt i tårnets nedre parti. Et maskinhus med vindkraftverkrotor, girhus og generator, eventuelt overføringstransmisjon til girhuset og generatoren plassert lenger nede i tårnet, er dreiestivt forbundet med vindkraftverkets tårn.

Tårnets nedre parti er forbundet til havbunnen, eventuelt til et strekkstag forankret til havbunnen, heretter kalt ankersystem. Forbindelsen mellom tårn og

ankersystemet utgjøres av et fritt bøyelig og vridningsstivt ledd (kardangledd) ifølge i og for seg kjent teknikk.

I det etterfølgende er:
a) en senterakse gjennom et vindkraftverks rotor kalt rotordreieakse,
b) en senterakse gjennom et vindkraftverks dreieledd kalt tårndreieakse.

Den omtalte plassering av vindkraftverkets dreieanordninger medfører at vinden alltid vil komme fra samme side av tårnet, ved at hele tårnet dreies mot vinden sammen med maskinhus og rotor. Dette har innvirkning på hvordan tårnet kan bygges, i og med at tårnet utsettes for størst påkjenning fra en vel definert retning.

Dersom det resulterende angrepspunktet for krefter påført tårnet av havstrømmer og bølger ligger i tårndreieaksen, vil tårnet ikke dreies av kreftene fra havstrømmer og vind. For et tårn med sirkelformet tverrsnitt og rettlinjet senterakse er det dermed gunstig at tårndreieaksen og tårnets senterakse er sammenfallende med tanke på at tårnet ikke skal påvirkes til dreining av havstrømmer og bølger.

Rotorens dreiemoment overføres til en generator. Hvordan dette påvirker tårnets stabilitet, avhenger av rotordreieaksens retning i forhold til tårndreieaksen. En har to ulike situasjoner:
a) Rotordreieaksen står vinkelrett på tårndreieaksen:
Dreiemomentet overføres til tårnet som bøyemoment,
b) Rotordreieaksen står *ikke* vinkelrett på tårndreieaksen:
Dreiemomentet overføres til tårnet delvis som bøyemoment, delvis som dreiemoment om tårndreieaksen.

Tårnet påvirkes også av vindkreftene mot rotorens blader, idet den samlede vindkraften mot bladene, dersom kreftenes felles angrepspunkt ikke faller sammen med tårndreieaksen, påfører tårnet et dreiemoment om tårndreieaksen. Dersom nevnte angrepspunkt ligger foran tårndreieaksen sett i vindretningen, vil vindkreftene forsøke å dreie tårnet slik at rotoren posisjoneres på motsatt side, altså på tårnets leside.

Følgelig kan retningen av tårndreieaksens retning anvendes til å kontroller hvordan tårnet med sin rotor skal orienteres i forhold til vinden. Dermed kan det ved at tårnet alltid dreies med vinden oppnås en meget stor gevinst når det gjelder materialforbruk, vekt og kostnad ved bygging av et flytende vindkraftverkstårn.

Den viktigste dimensjonerende faktoren for et vindkraftverktårn er nemlig bøyepåkjenningen i vindretningen forårsaket av vindpresset mot rotoren, maskinhus og tårn. For et ordinært tårn med dreibart maskinhus, må tårnet dimensjoneres for vindpress fra alle retninger. Ved anvendelse av et tårn som dreier seg med vinden, kan tårnet bygges for opptak av de største kreftene i bare én retning.

Dersom tårndreieaksen krysser rotordreieaksen *foran* rotoren, det vil si foran senteret for vindkreftenes angrepspunkt på rotoren, sett i retning mot rotoren og

hvor maskinhus og tårn ligger bak rotoren, vil tårnet holdes dreid opp mot vinden med rotoren på tårnets vindside.

Dersom tårnets dreieakse krysser rotorens dreieakse *bak* rotoren, det vil si bak senteret for vindkreftenes angrepspunkt på rotoren, sett i retning mot rotoren og hvor maskinhus og tårn ligger bak rotoren, vil tårnet holdes dreid med vinden, slik at rotoren står på tårnets leside.

Når de nevnte dreieaksenes krysningspunkt ligger nær rotoren, vil tårnets dreiestabilitet være liten. Dreiestabiliteten øker med økende avstand.

Det er ønskelig å holde rotordreieaksen i hovedsak horisontal under drift. På grunn av vindkreftene mot tårnet, vil tårnet helle i vindretningen. Det er også ønskelig å opprettholde en viss avstand mellom tårnet og rotorbladenes ytre ende for å unngå at bladene slår inn i tårnet ved sterk vind. En konsekvens av de to nevnte forhold er at det er fordelaktig å holde rotoren på tårnets leside. Tårndreieaksen plasseres dermed fordelaktig slik at tårndreieaksen krysser rotordreieaksen *bak* rotoren, sett i retning mot rotoren med maskinhus og tårn liggende bak rotoren.

Tårnets vindside er forsynt med en avstagning egnet til å oppta de bøyepåkjenningene som i hovedsak påføres i et plan sammenfallende med vindretningen og/eller bølgeretningen. Avstagningen kan utføres ved å forbinde et eller flere strekkstag fra tårnets øvre parti til tårnets nedre parti via en eller flere utrigger(e) fortrinnsvis i nærheten av tårnets midtre parti, eller ved et parti hvor tårnets bøyemomenter er størst.

Det øvre parti av tårnet har fordelaktig en aerodynamisk profil for å unngå eller minske turbulens på tårnets leside. Dermed reduseres ulempene ved at rotorbladene hver gang de passerer lesiden av tårnet får et redusert vindtrykk. På denne måten reduseres faren for utmatningspåkjenninger, idet belastningsvariasjonene på bladene reduseres.

Dersom vindretningen endres over kort tid uten at tårnet blir dreid etter hurtig nok, kan vinden påføre tårnet vesentlige tverrkrefter samt skape turbulens bak tårnet. For å motvirke dette kan den aerodynamiske profilens bakkant gjøres fleksibel eller hele profilet monteres på tårnet slik at det tillates å dreie til en viss grad med vinden uten at tårnet dreies. Dermed vil vindkreftene selv sørge for at den aerodynamiske profilen alltid står i vindretningen. Eventuelt kan profilen være forsynt med dempning slik at tilpasningen til den endrede vindretningen blir roligere.

I og med at tårnets dreieledd er montert nær kardangleddet, er bøyemomentet på dreieleddet tilnærmet lik null. Dermed kan dreieleddet lages mindre og billigere enn et konvensjonelt dreiesystem plassert ved maskinhuset på toppen av tårnet. Et konvensjonelt dreiesystem må dimensjoneres for relativt store bøyepåkjenninger fra vindkraftverkets rotor.

Dreieleddet vil kunne monteres sammenfallende med tårnets senterakse. Vindkraftverket vil da stille seg med rotoren på lesiden, på samme måte som en værhane. På grunn av tårnets krengning forårsaket av vindkreftene, en krengning som typisk vil kunne være 5-20 grader statisk, samt ønsket om å opprettholde en rotorakseretning i hovedsak horisontal under drift, vil rotoren typisk monteres med en statisk vinkel på 90 grader + 5-20 grader = 95-110 grader mellom rotordreieaksen og tårndreieaksen.

Idet rotordreieaksen ikke står vinkelrett på tårndreieaksen, vil dreiemomentet som blir overført fra rotoren gjennom generatoren påføre tårnet et dreiemoment omkring tårndreieaksen. Dette er ugunstig idet det medfører at rotoren har en tendens til å dreies bort fra vindretningen. På grunn av at dreieleddet i hovedsak ikke opptar bøyemoment, kan tårndreieaksen stilles vinkelrett på rotordreieaksen, altså »skjevt» i forhold til tårnets senterakse og med samme antall grader som de 5-20 gradene nevnt ovenfor. Dermed vil tårnet ikke lenger ha en tendens til å dreie rotoraksen bort fra vindretningen.

Vindkraftverkets kabler for overføring av elektrisk energi går fra generatoren gjennom tårnet og ned til havbunnen. For å få minst mulig vridning på kabelen når vindkraftverket dreies med vinden i en eller flere omdreininger i samme retning, er det en fordel at kabelen kan gå i senter gjennom tårnets dreieanordning og kardangledd i bunnen av tårnet. Kardangleddet er derfor fordelaktig forsynt med åpent senter ifølge i og for seg kjent teknikk.

For at kabelforbindelsen gjennom dreieleddet ikke skal utsettes for tvinning ved at tårnet dreier flere omganger med vindens retningsendring, er dreieleddet formålstjenlig forsynt med anordninger for å tvangsdreie tårnet tilbake til en for kablene nøytral stilling. Anordningene for tvangsdreining er fordelaktig kombinert med anordninger for demping eventuelt låsing av dreiefunksjonen, for eksempel ved hjelp av en eller flere hydraulisk drevne motorer.

I det etterfølgende beskrives et ikke-begrensende eksempel på en foretrukket utførelsesform som er anskueliggjort på medfølgende tegninger, hvor:

Fig. 1 viser et sideriss av et flytende vindkraftverk med et tårn dreiestivt forankret via et strekkstag og med en maskinhus dreibart forbundet til tårnet;

Fig. 2a viser i samme målestokk som fig. 1 et sideriss av et flytende vindkraftverk, hvor en tårndreieakse ligger vinkelrett på en rotordreieakse og hvor tårnet er avstivet med stag og forsynt med aerodynamiske deksler;

Fig. 2b viser i større målestokk et tverrsnitt II-II gjennom tårnet i fig. 2a;

Fig. 2c viser i samme målestokk som fig. 1 et sideriss av et flytende vindkraftverk, hvor tårndreieaksen ligger på skrå mot vindretningen;

Fig. 3 viser i større målestokk et lengdesnitt gjennom en forbindelse mellom et tårn med en skråstilt dreieledd, et fritt bøyelig kardangledd og et ankerstrekkstag;

Fig. 4 viser i samme målestokk som fig. 3 et lengdesnitt gjennom en alternativ forbindelse mellom et tårn med en rett dreieledd, et fritt bøyelig kardangledd og et ankerstrekkstag.

Det vises først til fig. 1 hvor henvisningstallet 1a betegner et flytende vindkraftverk hvor et tårn 2 er dreiestivt forankret til havbunnen 5 ved hjelp av et ankerstrekkstag 7 og et anker 8 og hvor tårnet 2 rager med et øvre parti 9 opp over havoverflaten 11. Et maskinhus 12 er dreibart forbundet til tårnets 2 øvre parti 9. En rotor 14 har en rotordreieakse 16 stående vinkelrett på tårnets 2 senterakse. En pil 19 markerer vindretningen inn mot vindkraftverket.

Det vises deretter til fig. 2a-3, hvor henvisningstallet 1b betegner et flytende vindkraftverk ifølge oppfinnelsen hvor et tårn 3 er forankret til havbunnen 5 ved hjelp av ankerstrekkstaget 7 og ankeret 8 og hvor tårnet 3 rager med et øvre parti 9 opp over havoverflaten 11. Et maskinhus 13 er dreiefast forbundet til tårnets 3 øvre parti 9. En rotor 15 har en rotordreieakse 17 stående vinkelrett på tårnets 3 senterakse. Pilen 19 markerer vindretningen inn mot vindkraftverket.

Tårnet 3 er forbundet til ankerstrekkstaget 7 med et ledd 23.

Leddet 23 omfatter et dreieledd 27a og et kardangledd 25. Dreieleddet 27a er skrått festet til tårnets 3 nedre parti 21 slik at en tårndreieakse 29 krysser rotordreieaksen 17. Dreieleddet 27a er dreibart festet til et lagerhus 31 ved hjelp av kulelager 33 og aksiale låseanordninger (ikke vist) på dreieleddet 27a og i lagerhuset 33. Lagerhuset 31 er fast forbundet til et kardangledds 25 øvre seksjon 35. En tetning 34 er plassert nedenfor lageret 33 og lukker et ringrom 32 mellom dreieleddet 27a og lagerhuset 31.

Kardangleddet 25 danner en vridningsstiv forbindelse til strekkstaget 7.

En kappe 37 er festet til og lukker tett omkring dreieleddets 27a innfesting i tårnets 3 nedre parti 21 og omslutter i det vesentlige lagerhuset 31. En tetning 39 er plassert nedenfor lageret 33 og lukker et ringrom 40 mellom kappen 37 og lagerhuset 31. Ringrommene 32 og 40 kommuniserer via lageret 33 og er fylt med et lagersmøremiddel.

Kappen 37 er forsynt med motorfester 41 og flere hydrauliske motorer 43 som via drev 45 er i inngrep med en tannkrans 47 festet til lagerhuset 31. Motorene 43 er koplet til et drivaggregat (ikke vist) og et kontrollsystem (ikke vist).

I en alternativ utførelse vist i fig. 4 er et dreieledds 27b senterakse, dvs. tårndreieaksen 29 sammenfallende med tårnets 3 senterakse.

Dreieleddet 27a, 27b har en åpen senterpassasje 51. Kardangleddet 25 og strekkstaget 7 har også åpne senterpassasjer 53 henholdsvis 55 for framføring av kabler til vindkraftverket (ikke vist).

Tårnet 3 er ifølge fig. 2a forsynt med et strekkstag 61 forbundet til tårnets 3 øvre parti 9 og nedre parti 21 og holdt utspent ved hjelp av en eller flere utriggere 63 som er festet til tårnet 3.

Det øvre partiet 9 av tårnet 3 er aerodynamisk utformet, og kan være forsynt med aerodynamiske skjermer 71 fortrinnsvis delvis dreibare omkring tårnet 3, idet disse skjermene kan være innrettet til å redusere vindens (19) turbulens på tårnets (3) leside.

Tårnet 3 flyter i hovedsak opprett og holdes i posisjon ved forankring til havbunnen 5 ved strekk i strekkstaget 7.

Kardangleddet 25 sørger for at dreieleddet 27a henholdsvis 27b ikke opptar bøyemoment.

Dreieleddet 27a henholdsvis 27b og dens opplagring 31, 33 sørger for at tårnet 3 kan dreie fritt omkring tårndreieaksen 29 og innta en retning som samsvarer med vindretningen.

Ved å bestemme tårndreieaksens 29 retning i forhold til rotordreieaksen 17 og vindkreftenes resulterende angrepspunkt på rotoren 15, kan man bestemme hvordan tårnet 3 vil stille seg inn i forhold til vindretningen.

Ved å stille tårndreieaksen 29 til å krysse rotordreieaksen 17 foran rotoren 15 sett med rotoren liggende foran maskinhuset 13 (som vist i fig. 2c) dreier vinden tårnet 3 til å stå med rotoren 15 på tårnets vindside. Dette kan være ønskelig dersom man skal bruke en oppvindsrotor 15 som er mest teknisk og kommersielt tilgjengelig i dag.

Ved at kappen 37 slutter tett omkring overgangen mellom dreieleddet 27a henholdsvis 27b og tårnet 3 kan det stilles mindre krav til tetningenes 34 henholdsvis 39 kvalitet dersom det brukes et lagersmøremiddel som er lettere enn vann. På grunn av senteråpningen 53 i kardangleddet 25 er vanntrykket på tetningene 34, 39 likt, og vanntrykket alene er egnet til å holde lagersmøremiddelet på plass i ringrommene 33, 40 avgrenset av kappen 37 og dreieleddet 27a henholdsvis 27b.

Ved at kablene (ikke vist) for overføring av energi bare i begrenset grad tåler tvinning, anvendes motorene 43 for, etter at tårnet 3 er rotert et visst antall omdreininger med vinden å tvangsrotere tårnet 3 tilbake til en for kablene nøytral posisjon. Motorene 43 kan også anvendes til å dempe eller stoppe tårnets dreiebevegelse.

PATENTKRAV

1. Anordning ved et flytende vindkraftverks (1) tårn (3) omfattende et maskinhus (13) med en rotor (15), hvor maskinhuset er dreiefast forbundet til tårnet (3) og tårnet (3) er dreibart omkring en tårndreieakse (29),
karakterisert ved at tårnet (3) er forsynt med minst ett strekkstag (61) og minst en utrigger (63) hvor det minst ene strekkstaget (61) strekker seg fra et øvre parti (9) på tårnet (3), via den minst ene utriggeren (63), til et nedre parti (21) på tårnet (3).

2. Anordning i henhold til krav 1,
karakterisert ved at det nedre partiet (21) av tårnet (3) er forsynt med et dreieledd (27a, henholdsvis 27b).

3. Anordning i henhold til krav 1,
karakterisert ved at tårnet (3) er leddet forbundet til havbunnen (5) eller et ankerstrekkstag (7).

4. Anordning i henhold til krav 1,
karakterisert ved at tårndreieaksen (29) i hovedsak er sammenfallende med tårnets (3) senterakse.

5. Anordning i henhold til krav 1,
karakterisert ved at tårndreieaksen (29) er skråstilt i forhold til tårnets (3) senterakse.

6. Anordning i henhold til krav 2,
karakterisert ved at et lagerhus (31) for dreieleddet (27a henholdsvis 27b) er forbundet til et ankerstrekkstag (7) ved hjelp av et fritt bøyelige ledd (25).

7. Anordning i henhold til krav 6,
karakterisert ved at lagerhuset (31) er omsluttet av en kappe (37) som sammen med dreieleddet (27a henholdsvis 27b) og i hovedsak nedoverrettede tetninger (34, 39) danner kommuniserende ringrom (32, 40).

8. Anordning i henhold til krav 7,
karakterisert ved at de kommuniserende ringrommene (32, 40) er innrettet til å holde et lagersmøremiddel innelukket ved hjelp av vanntrykk rettet mot kappens (37) i hovedsak nedoverrettede tetninger (34, 39).

9. Anordning i henhold til krav 1,
karakterisert ved at tårnets (3) øvre parti (9) er aerodynamisk utformet, eventuelt forsynt med aerodynamiske skjermer (71) fortrinnsvis delvis dreibare omkring tårnet.

10. Anordning i henhold til krav 6,
karakterisert ved at tårnet (3), dets nedre parti (21), dreieleddet (27a

henholdsvis 27b), leddet (25) og strekkstaget (7) er forsynt med åpne senterpassasjer (51, 53, 55) for framføring av kabler.

11. Anordning i henhold til krav 2,
k a r a k t e r i s e r t v e d at dreieleddet (27a henholdsvis 27b) er forsynt med anordninger for kontrollert dreining av tårnet (3).

12. Anordning i henhold til krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d at tårnets (3) effektive tyngdepunktet ligger under tårnets (3) oppdriftssenter.

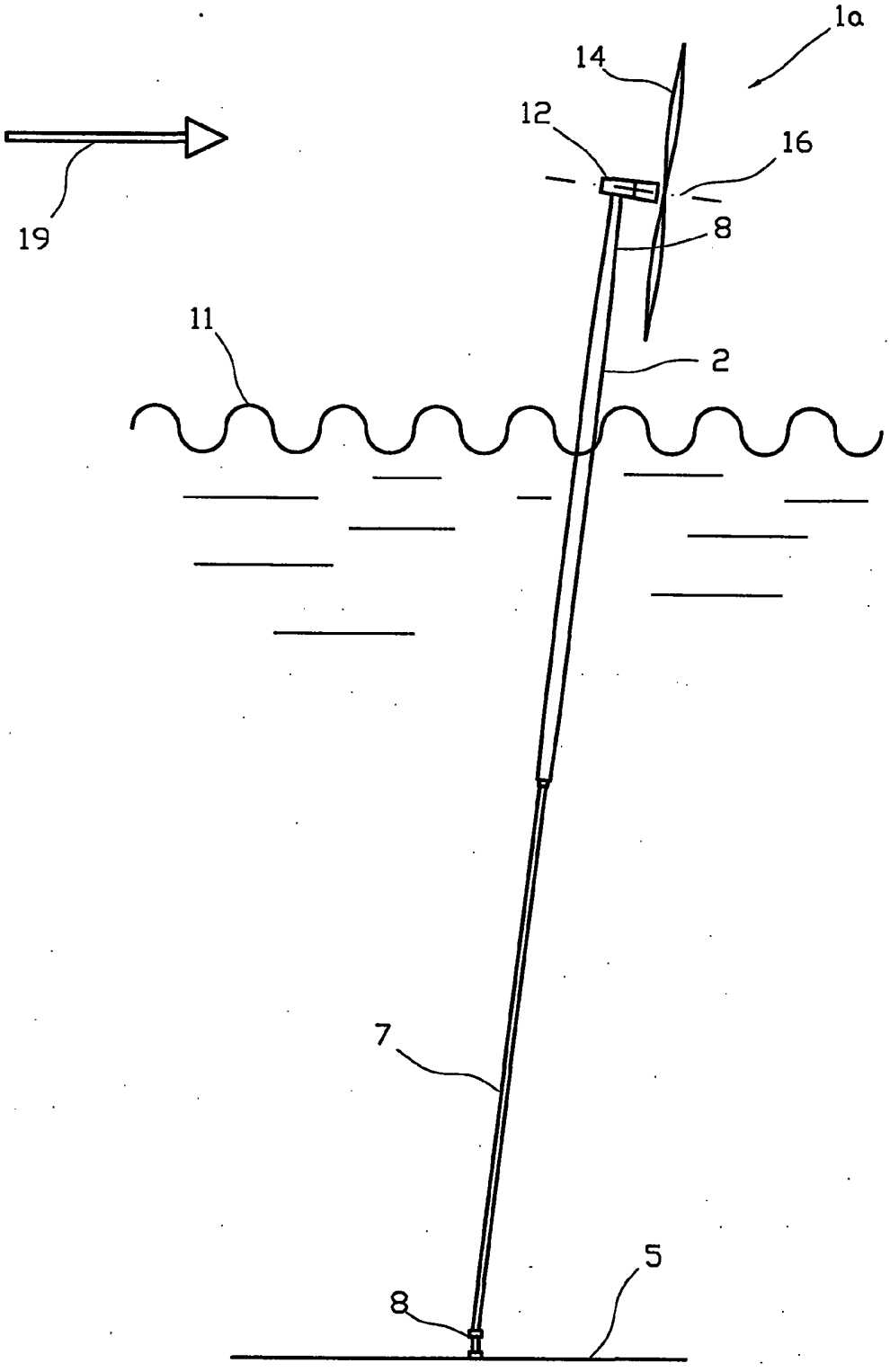


Fig. 1

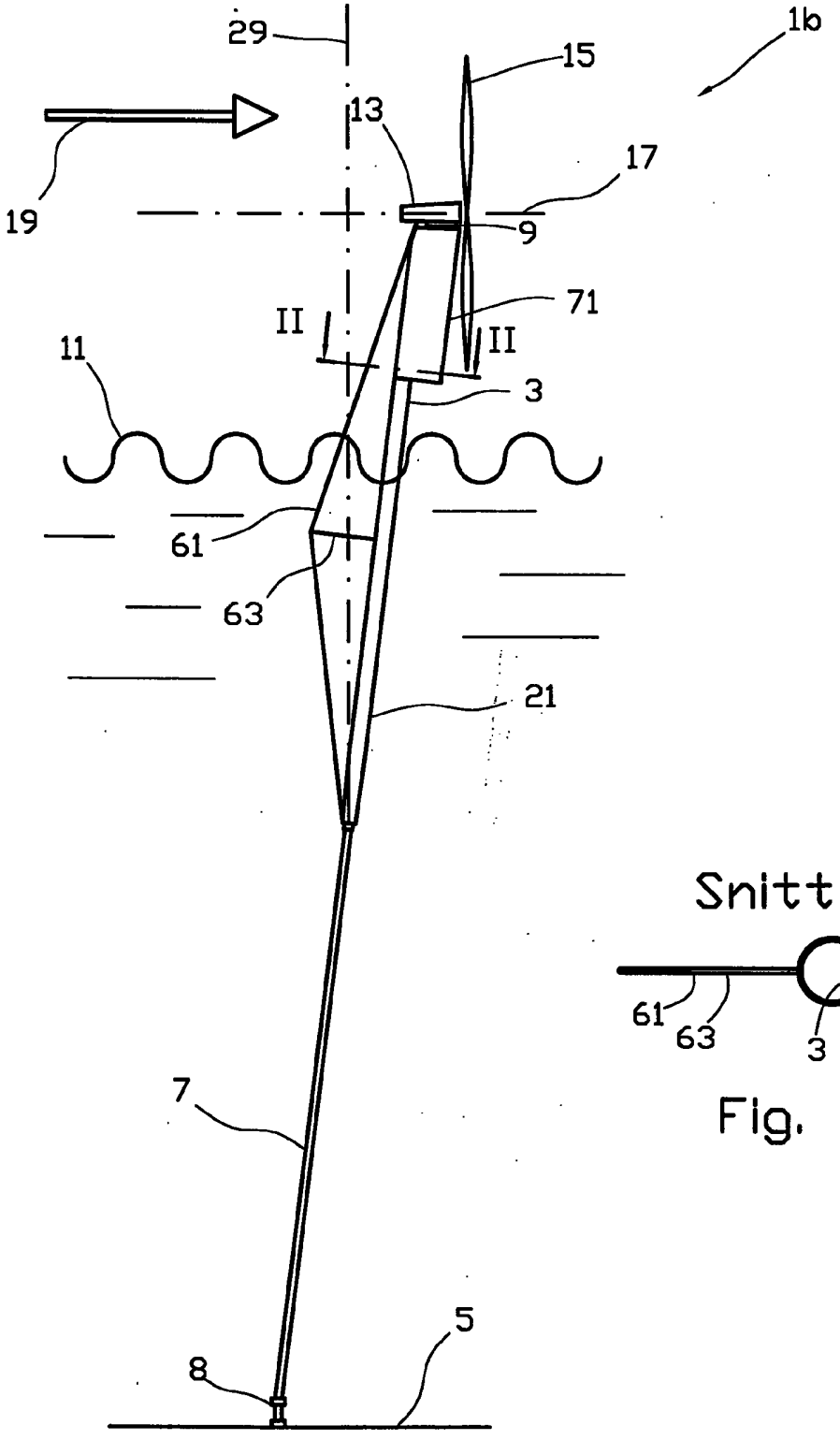


Fig. 2a

Snitt II-II

Fig. 2b

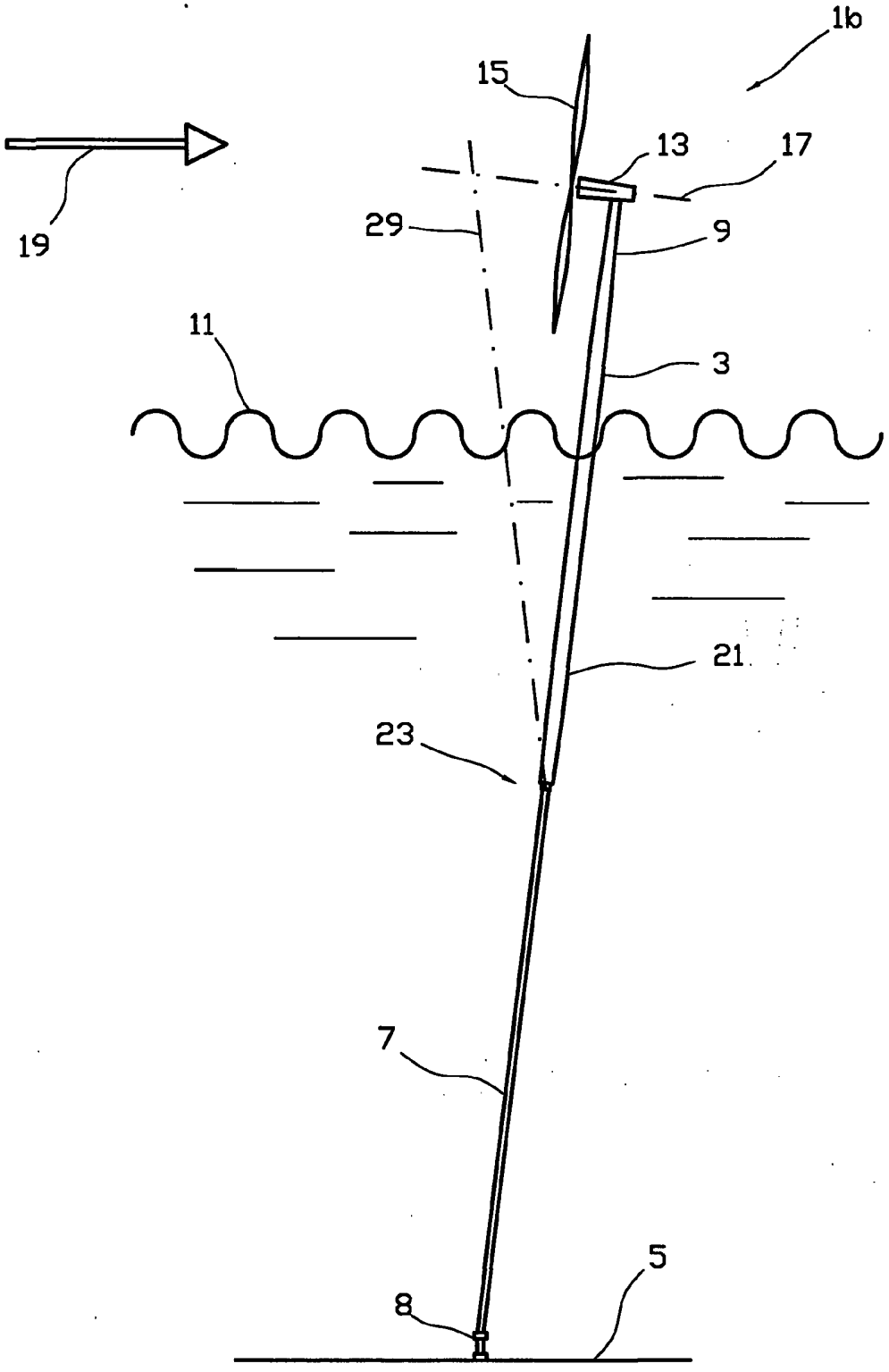


Fig. 2c

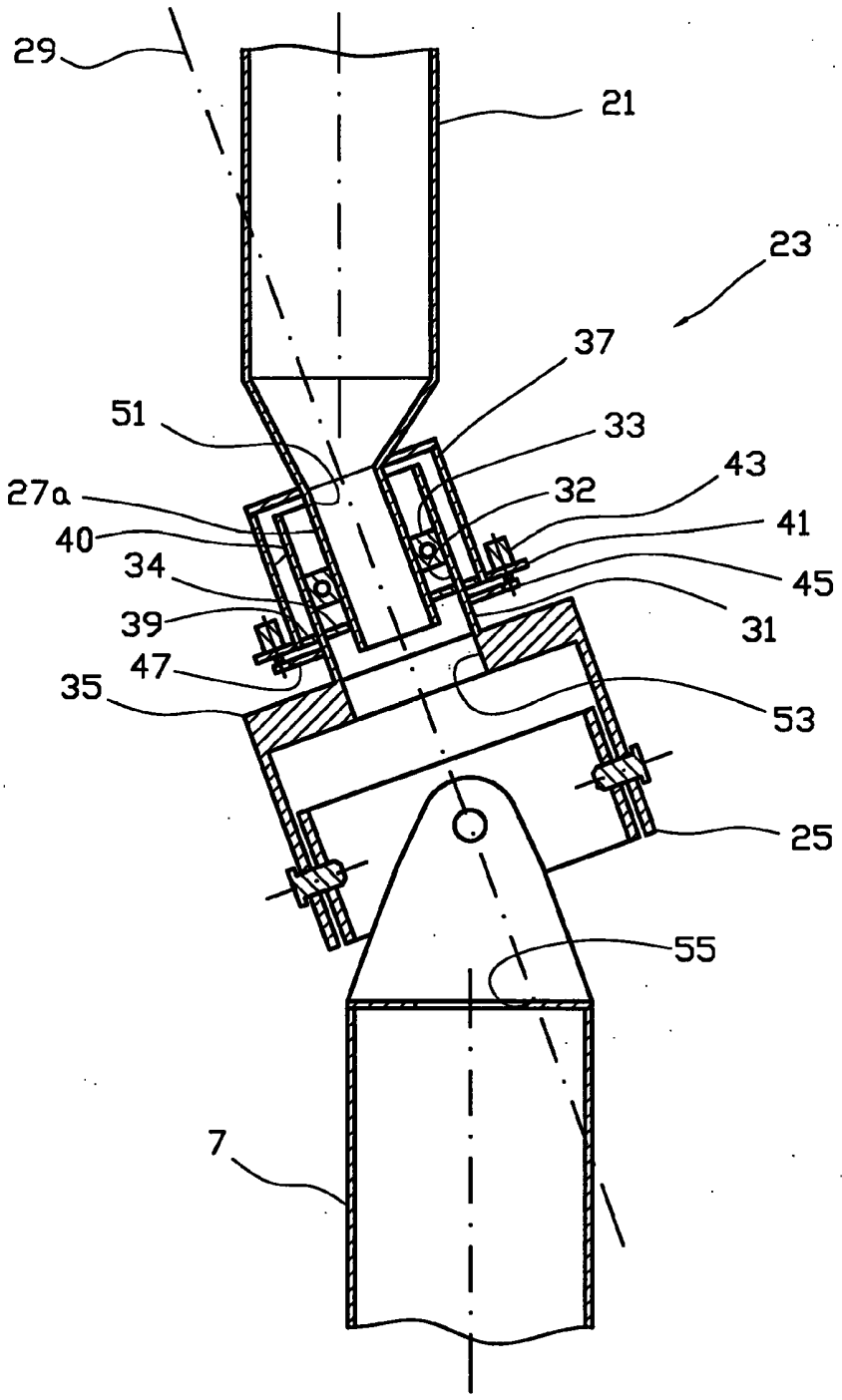


Fig. 3

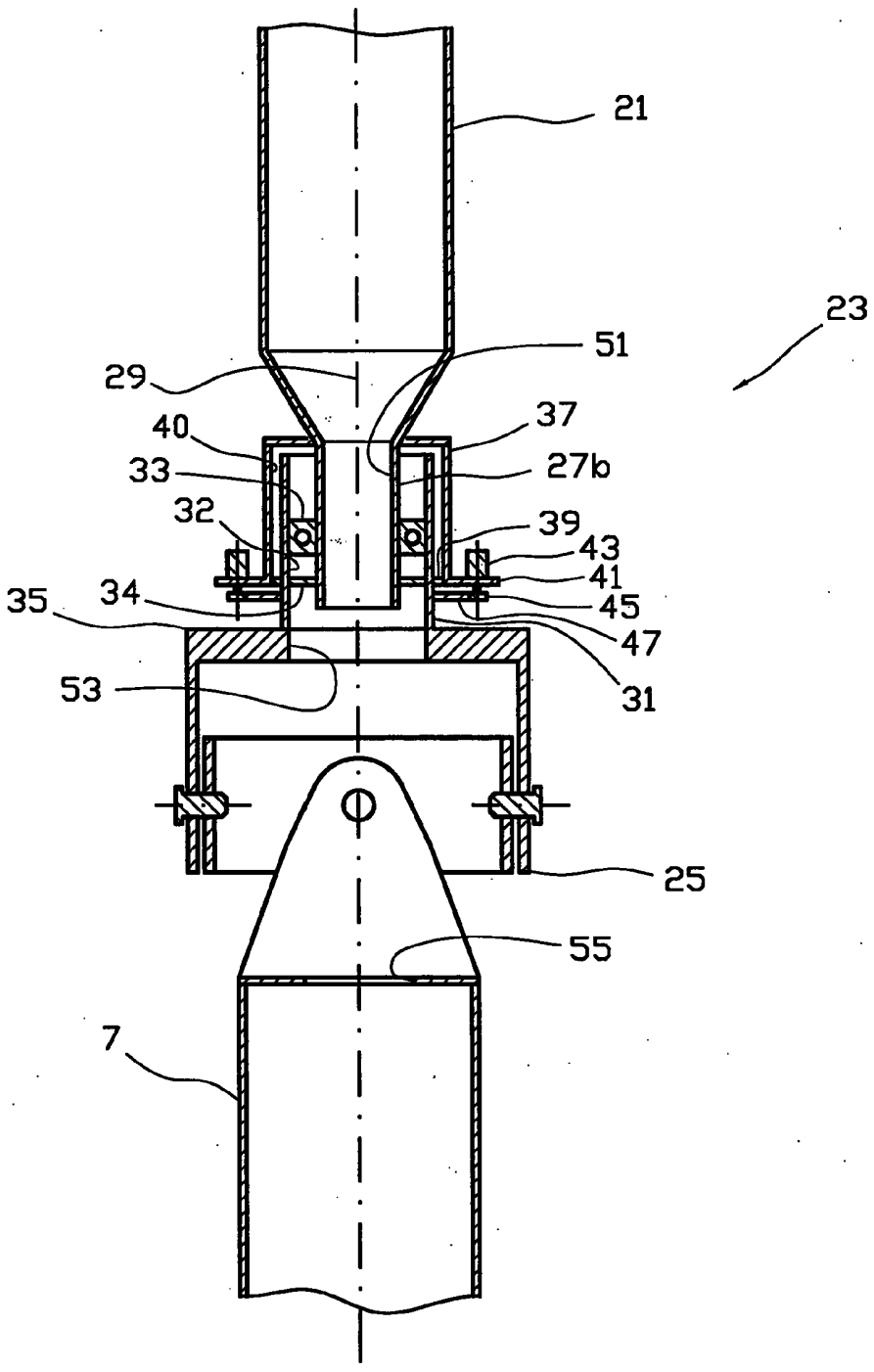


Fig. 4