



(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **330525**

(13) **B1**

NORGE

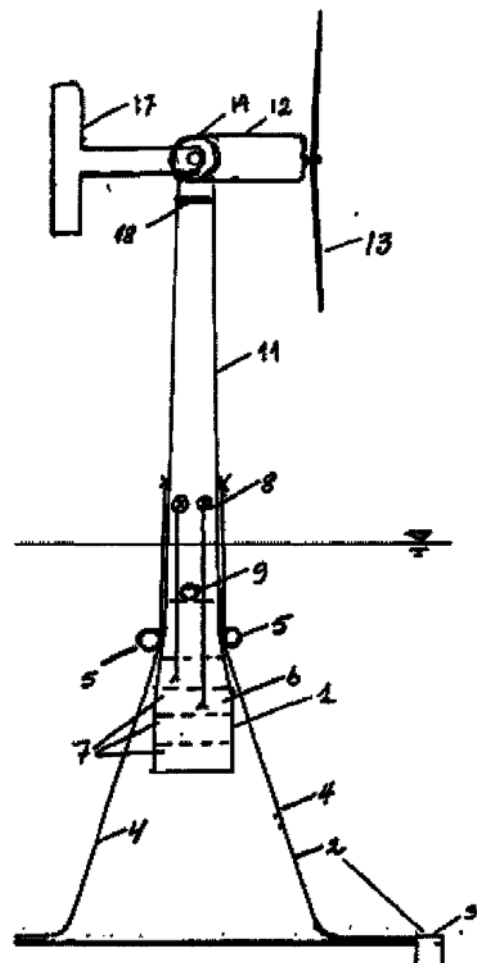
(51) Int Cl.
F03D 11/04 (2006.01)
F03D 11/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20091484	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2009.04.16	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2009.04.16	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2010.10.18		
(45)	Meddelt	2011.05.09		
(73)	Innehaver	Universitetet i Stavanger, 4036 STAVANGER, Norge		
(72)	Oppfinner	Ove Tobias Gudmestad, Søylandsvegen 61, 4365 NÆRBØ, Norge John Grønli, Dugane 16, 4048 HAFRSFJORD, Norge Helge Arne Gudmestad, Søylandsvegen 61, 4365 NÆRBØ, Norge		
(74)	Fullmektig	Zacco Norway AS, Postboks 2003 Vika, 0125 OSLO, Norge		

(54)	Benevnelse	Flytende vindmølle og fremgangsmåte for installasjon, inngrep eller demontering.
(56)	Anførte publikasjoner	WO2005040604A2, GB2348250A, GB2431207A, CA2671301A1, US4449889, DE10306225A1
(57)	Sammendrag	

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en flytende vindmølle, omfattende et generatorhus (12) med en generator og et flertall av rotorblad (13) ved en øvre del av et oppstående skaft (11), og et flottørsystem (1) ved en nedre del av nevnte skaft (11), kjennetegnet ved nevnte flottørsystem (1) omfatter et ballastsystem (6) for ballastering og deballastering av nevnte vindmølle og således endring av høyden av vindmøllen over vannivå, og ytterligere omfatter en dreieforbindelse (14) for bladene (13) mellom en i alt vesentlig vertikal og en i alt vesentlig horisontal stilling. Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for installasjon av, inngrep i eller demontering av nevnte vindmølle.



Flytende vindmølle og fremgangsmåte for installasjon, inngrep eller demontering

Den foreliggende oppfinnelse vedrører en flytende vindmølle og fremgangsmåte for installasjon av, inngrep i eller demontering av nevnte vindmølle, ifølge ingressen av
5 henholdsvis kravene 1 og 10.

For tiden er kostnadene ved installasjon av, inngrep i og demontering av offshore vindkonsepter urimelig høye når det anvendes foreliggende teknikks vanlige teknologi, slik som oppjekkbare farkoster eller offshore kranfartøyer. Det er således et behov for
10 nytenkning for å utvikle sikre, men mindre kostbare teknologier og prosedyrer for nevnte operasjoner.

For dypvanns, offshore vindkonsepter er foreliggende teknikk å anvende kranfartøyer for nevnte operasjoner, men dette kan imidlertid ikke være attraktivt i betraktning av
15 kostnadene ved å anvende tilstrekkelig dimensjonerte fartøyer som kan operere under de fleste værforhold. Det bør i dette henseendet bemerkes at mindre kranfartøyer kan ha bevegelseskarakteristika som vil gjøre slike operasjoner vanskelige eller umulige over store perioder av året, og derfor gi behovet for store og kostbare kraner.

20 De tidligere konstruksjoner av flytende vindmøller krever bruken av større kraner for installasjon av generatorhus/turbin samt bladene på vindmøllen. Investeringskostnadene for vindmøllene er derfor større enn nødvendige og tungt vedlikehold er særlig vanskelig, hvilket krever bruken av store kranfartøyer.

25 Den foreliggende oppfinnelse tilsikter å løse eller i det minste å redusere de ovennevnte eller andre ulemper eller mangler ved å tilveiebringe en flytende vindmølle og fremgangsmåte for installasjon av, inngrep i eller demontering av nevnte vindmølle, ifølge den kjennetegnende del av henholdsvis kravene 1 og 10.

30 Fordelaktige utførelsesformer av oppfinnelsen er angitt i de underordnede krav.

I betraktning av det ovenstående har oppfinnerne av den foreliggende oppfinnelse utviklet ny teknologi for installasjon av, inngrep i og demontering av offshore vindkonsepter. Oppfinnerne vil i særdeleshet foreslå bruken av ballastprosedyrer
35 kombinert med bruken av offshore betjeningsfartøyer for å utføre nevnte operasjoner på sikker måte. Den foreslåtte teknologiutvikling innbefatter nye moduler som kan

håndteres ved hjelp av arbeidsprosedyrer som anvendes av offshore betjeningsindustrien. I særdeleshet involverer dette for de følgende faser:

- Installasjon: Slepe til felt av det grunnleggende vindenergikonsept kombinert med nye teknologikomponenter som kan håndteres offshore med bruken av betjeningsfartøyer. Med den foreliggende oppfinnelse bør installasjon av generatorhus/vindturbiner samt bladene på vindmøllen i vesentlig grad bli redusert.
- Inngrep: Bruk av ballastprosedyrer kombinert med vedlikehold direkte fra betjeningsfartøyer.
- Demontering: Omvendt av installasjon.

Gjennom alle disse operasjoner vil prosedyrer for ballaststyring og teknologi for fortoyning som utviklet for offshore boringsindustrien, bli sentrale elementer.

I det etterfølgende er ikke-begrensede utførelsesformer av den foreliggende oppfinnelse beskrevet i nærmere detalj med henvisning til de vedlagte tegninger, der:

Fig. 1 er et sideriss av en første utførelsesform av en flytende vindmølle ifølge den foreliggende oppfinnelse, som har fritthengende motvekt, under normal drift,

Fig. 2 er et delvis riss av vindmøllen i fig. 1, i en installasjonsstilling,

Fig. 3 er et delvis riss av en andre utførelsesform av en flytende vindmølle ifølge oppfinnelsen, som har integrerte motvekt, under normal drift,

Fig. 4 er et delvis riss av utførelsesformen vist på fig. 3, i en installasjonsstilling, og

Fig. 5 er et sideriss av en tredje utførelsesform av to vindmøller ifølge oppfinnelsen, som har tårn med forskjellige lengder og er tilveiebrakt på det samme fundament.

En flytende vindmølle for dypt vann, for eksempel offshore, omfatter flyteelementer 1 som sikrer oppdrift, stabilitet og de ønskede bevegelseskarakteristika for vindmøllen. I den foreliggende oppfinnelse er de grunnleggende flyteelementer under vann utformet i

henhold til karakteristika utviklet for optimalisering av bevegelse og stabilitet av en flytende, offshore vindmølle.

I tillegg til den generelle skisse av undervannsdelen av vindmøllen bør et fortøynings-
 5 system 2 være på plass. Dette fortøyningssystem kunne bestå av forutinstallerte ankere
 3, eksempelvis sugeankere installert ved hjelp av bruken av betjeningsfartøyer som er
 egnede for nevnte installasjonsoperasjoner, og i tillegg bør der være fortøyningsliner 4
 som skal forbindes med undervannsflyteelementene etter at vindmøllen er blitt
 installert. Fortøyningslinene kunne lages av forskjellige materialer, trosse laget av stål
 10 eller polyester forestilles, eventuelt i kombinasjon med kjettinger. Det bør bemerkes at
 polyestertrasse kan foretrekkes, ettersom vekten av trosse eller kjettinger av stål er høy,
 hvilket nødvendiggjør ytterligere ballast fra undervannsflyteelementene 1. Fortøynings-
 linene kan festes til veivisere 5 som er montert på flyteelementet 1 og typisk strammet
 over vannet.

15

Der er flere måter som flyteelementene kan utformes, men ifølge foretrukne utførelses-
 former av oppfinnelsen er det tilveiebrakt et ballastsystem 6, utformet som en enhetlig
 del av flyteelementet 1. Dette ballastsystem 6 omfatter vannballasttanker som kan fylles
 opp eller tømmes for å sikre at vindmøllen under installasjon og tungt vedlikehold kan
 20 senkes (ballasteres ned) til en ønsket dybde. Ballastsystemet 6 bør omfatte det
 nødvendige antall av ballasttanker 7 og pumper 8 for å sikre at de nødvendige
 (forutbestemte) ballastoperasjoner kan utføres. Det bør også bemerkes at det antas at
 tung ballast plasseres nær bunnen av flyteelementene 1 for å sikre riktig stabilitet av
 vindmøllen. For å unngå store bevegelser (for eksempel gyngingsbevegelser) av
 25 vindmøllen, kunne gyroer 9 installeres inne i flyteelementet 1 for å kompensere for
 bevegelsene i bølger eller sterke vinder.

Bemerk at det kan være nødvendig å stramme fortøyningssystemet 2 når vindmøllen
 senkes til vedlikeholdsdyptgående som er spesifisert av betjeningsfartøyet (ikke vist)
 30 som hjelper til med vedlikeholdsoperasjonen.

Under drift av vindmøllen omfatter de foreliggende over vann beliggende deler av
 utformingen over-vannet skafet 11, generatorhuset 12 med girkasse og turbiner og
 vindmøllens blader 13. Under normal drift trenger forskjellene mellom den foreliggende
 35 oppfinnelse og en tradisjonell flytende vindmølle ikke å være synlige, se fig. 1 for
 henvisning.

Som beskrevet ovenfor i innledningen og beskrivelsen av den kjente teknikk, vil imidlertid installasjonen og i særdeleshet vedlikeholdet av bladene på vindmøllen kreve bruk av en stor kran, for hvilken dagsatsen for leie kan være meget stor. Dessuten vil

5 kraner som oppfører seg stabile i bølger (endog i bølger som forventes å opptre det meste av året) måtte være av den halvt nedsenkbare utforming som er særlig kostbar å leie.

Med den foreliggende oppfinnelse kan imidlertid all løfting av bladene 13 på vind-

10 møllen utføres mens bladene 13 er i en horisontal stilling. Dette vil bli sikret ved å montere et sterkt hengsel 14 mellom generatorhuset 12 og skaftet 11. Hengselet 14 kunne i praksis være utformet slik at generatorhuset 12 er installert vertikalt på toppen av hengselet 14 (eller sammen med hengselet 14) som er plassert på toppen av skaftet 11. Denne installasjon kan utføres nær land i skjermede farvann ved hjelp av betjenings-

15 fartøyer eller generatorhuset 12 kan bringes til å flyte over over-vannet skaftet 11 på to lektere (ikke vist) og overføres til skaftet 11 ved de-ballastering av nevnte skaft 11.

Deretter løftes bladene 13 i stilling og installeres horisontalt på toppen av generatorhuset 12 ved hjelp av kranene på et betjeningsfartøy ved en høyde bestemt av rekke-

20 vidden for kranene og ballastsystemet 6 i flyteelementene 1. Fig. 4 viser hvorledes installasjonen av generatorhuset 12 og bladene utføres. Alternativt kan installasjonen utføres ved en flyte-overteknologi, der utstyret plasseres mellom lektere som hales på plass over generatorhuset 12. Overføringen av bladene 13 blir deretter utført ved å de-ballastere skaftet 11.

25 Etter installasjonen av vindmøllebladene 13, blir vindmøllen de-ballastert slik at bladene 13 når en høyde der hengselet 14 med generatorhuset 12 på toppen kan dreies 90 grader for å sikre at vindmøllebladene 13 kommer i den standard tradisjonelle vertikale stilling for effektiv generering av elektrisitet. Gjennom denne operasjon vil

30 generatorhuset 12 komme i den tradisjonelle horisontale stilling. Som del av denne operasjon kunne det være mulig å la generatorhuset gli tilbake ved inngrep med et skinnesystem montert på undersiden av generatorhuset. Derved vil hengselet 14 virke som en motvekt inntil vindmøllebladene 13 kan tre i inngrep for å sikre at generatorhuset 12 blir plassert i en balansert stilling på toppen av skaftet 11. Fig. 3 viser

35 generatorhuset 12, hengselet 14 og bladene 13 i driftsmessig stilling, og med pilen indikerende en retning for glidebevegelse av nevnte generatorhus.

Som et mindre komplisert alternativ kan generatorhuset 12 utformes med minst én fritthengende motvekt 17 som henger utenfor vindmøllens skaft 11 og under hengselet 14 under installasjon for å utligne vekten av generatorhuset 12 og bladene 13. Nevnte
 5 motvekt 17 har fortrinnsvis en aerodynamisk form, for eksempel en halevingeform som hjelper til med å posisjonere rotorbladene 13 mot vingen og som vist på figurene. Alternative utforminger av hengselet kunne også vurderes, slik som utformet av en fagmann.

10 Så snart som hengselet 14 er fiksert og festet, kan vindmøllen de-ballasteres til ønsket stilling for å være klar til bruk. Hengselet 14 kunne også utformes slik at det kan roteres for eksempel på en skjøt 18 for å sikre at bladene er i optimal stilling med hensyn til vindretningen for å frembringe så meget elektrisitet som mulig.

15 Detaljer ved hengselet 14 er vist på fig. 2. Det bør bemerkes at det i prinsippet også kunne anses som en utforming i henhold til prinsippene som er beskrevet ovenfor, hvorved bladene 13 roterer i det horisontale plan på toppen av generatorhuset 12 og skaftet 11.

20 Installasjonsoperasjonene som er beskrevet kan meget effektivt utføres i en dyp fjord med bruken av betjeningsfartøyer under kontrollerte forhold hvor der er praktisk talt ingen bølger tilstede.

For tungt vedlikehold kan vindmøllen ballasteres til ønsket dybde, hengselet 14 kan
 25 aktiveres, og bladene 13 kan beveges til horisontal stilling og fortsettes å bli ballastert ned til en dybde der kranene på (ikke viste) betjeningsfartøyer kan utføre operasjoner på bladene 13 og generatorhuset 12.

Vindmøllen innbefatter fortrinnsvis en skjøt 18 ved den øvre del av skaftet 11, idet
 30 nevnte skjøt muliggjør rotasjon av generatorhuset 12 om skaftets 11 langsgående akse. Det sikres således at bladene 13 er i optimal stilling med hensyn til den eksisterende vindretning.

Av kostnadsgrunner er to eller flere vindmøller tilveiebrakt på ett enkelt fundament 20,
 35 som omfatter flyte- og fortøyingssystemer som beskrevet ovenfor, tenkelige innenfor omfanget av oppfinnelsen, slik som angitt i fig. 5. De samme fremgangsmåter som

beskrevet ovenfor kan da anvendes, forutsatt at skaftene 21, 22 på vindmøllene har forskjellige lengder, på en slik måte at det er mulig å anordne bladene 13 ved forskjellige høyder. Dessuten bør lengdene av bladene 13 være slik at de ikke kommer i konflikt med skaftene 21, 22 på hosliggende eller naboliggende vindmølle(r) når
 5 bladene 13 er anordnet i en horisontal stilling. For én av vindmøllene, hovedsakelig vindmøllen med det laveste skaft 21, 22, kan bladene 13 deretter anordnes på ny i en vertikal stilling, inntil alle bladene på alle vindmøllene er anordnet på ny i en vertikal stilling.

10 I dette henseendet er høydeforskjellen en viktig konstruksjonsparameter, og for å unngå nedsenking av den laveste vindmøllen og dens generatorhus 12 når betjening/ettersyn utføres på en høyere vindmølle, bør høydeforskjellen holdes innenfor visse grenser.

Ifølge oppfinnelsen er der således beskrevet en fremgangsmåte for installasjon av,
 15 inngrep i eller demontering av en vindmølle som beskrevet ovenfor, omfattende trinnene:
 å ballastere eller de-ballastere nevnte vindmølle til en ønsket høyde over havnivå, å anordne rotorbladene 13 i en i alt vesentlig horisontal stilling, eller deler for forbindelse med rotorbladene 13, for eksempel generator, rotoraksel etc. i en stilling for
 20 i alt vesentlig horisontal montering av rotorbladene 13, og utføre eller fortsette installasjons-, inngreps- eller demonteringsoperasjoner.

Bruken av betegnelsen ”flytende” vindmølle i beskrivelsen og kravene bør ikke fortolkes som kun å omfatte nevnte vindmølle i dens utplasserte, flytende tilstand, men
 25 å omfatte vindmøllen i en hvilken som helst tilstand, for eksempel lagret på land eller om bord på et fartøy før utplassering, eller ved fabrikk under eller etter dens produksjon.

Dessuten bør det bemerkes at bruken av retningsbestemte uttrykk slik som ”oppstående”, ”horisontal”, ”vertikal” etc. relaterer seg til vindmøllen i dens driftsmessige
 30 stilling utplassert i sjøen.

P a t e n t k r a v

1.

Flytende vindmølle, omfattende et generatorhus (12) med en generator og et flertall av
 5 rotorblad (13) ved en øvre del av et oppstående skaft (11), og et flottørsystem (1) ved
 en nedre del av nevnte skaft (11), k a r a k t e r i s e r t v e d a t
 nevnte flottørsystem (1) omfatter et ballastsystem (6) for å ballastere og de-ballastere
 nevnte vindmølle og således endre høyden av vindmøllen over vannivå, og ytterligere
 10 omfatter en dreieforbindelse (14) for bladene (13) mellom en i alt vesentlig vertikal og
 en i alt vesentlig horisontal stilling.

2.

Vindmølle ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t nevnte
 ballastsystem (6) omfatter minst en ballasttank (7) og minst en pumpe (8) for pumping
 15 og ballastering eller de-ballastering av sjøvann.

3.

Vindmølle ifølge krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
 nevnte dreieforbindelse (14) er et hengsel.

20

4.

Vindmølle ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k -
 t e r i s e r t v e d minst én motvekt (17) montert utvendig i forhold til
 generatorhuset (12).

25

5.

Vindmølle ifølge et hvilket som helst av kravene 1-3, k a r a k t e r i -
 s e r t v e d å omfatte et skinnesystem forbundet med generatorhuset (12) for
 glidebevegelse av generatorhuset (12) i forhold til en langsgående akse av skaftet (11).

30

6.

Vindmølle ifølge kravene 4 eller 5, k a r a k t e r i s e r t v e d
 å omfatte en skjot (18) ved en øvre del av skaftet, idet nevnte skjot muliggjør rotasjon
 av generatorhuset (12) om skaftets (11) langsgående akse.

35

7.

Vindmølle ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k -
t e r i s e r t v e d å omfatte et fortøyningsystem (2) som har
5 fortøyningslinjer (4).

8.

Vindmølle ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k -
t e r i s e r t v e d å omfatte et flertall av vindmøller som har skaft (21,
10 22) med forskjellige høyder montert på ett enkelt fundament (20).

9.

Vindmølle ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k -
t e r i s e r t v e d å omfatte en gyro (9) for å kompensere for bevegelser
15 i bølger og sterke vinder.

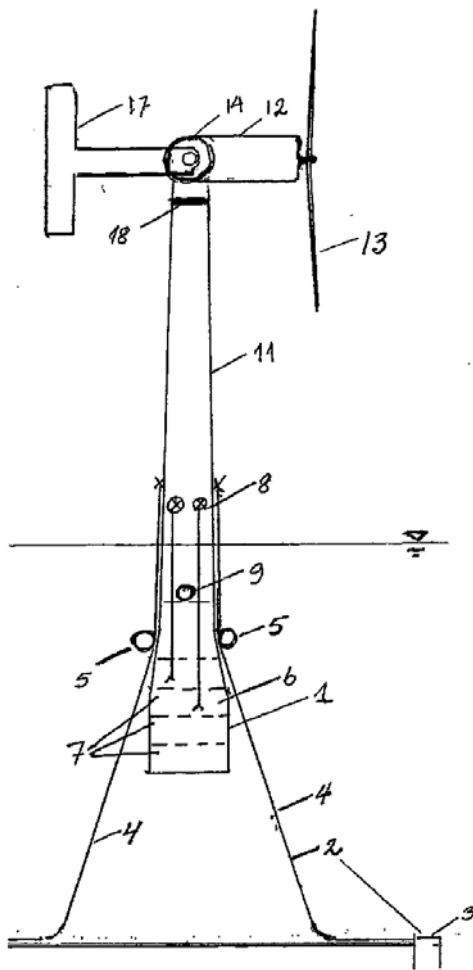
10.

Fremgangsmåte for installasjon av, inngrep i eller demontering av en vindmølle ifølge
et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t
20 v e d å omfatte trinnene:
å ballastere eller de-ballastere nevnte vindmølle til en ønsket høyde over havnivå, og
å anordne rotorbladene (13) i en i alt vesentlig horisontal stilling, eller deler for
forbindelse med rotorbladene (13) i en stilling for i alt vesentlig horisontal montering av
rotorbladene (13), og
25 å utføre eller fortsette installasjons-, inngreps- eller demonteringsoperasjoner.

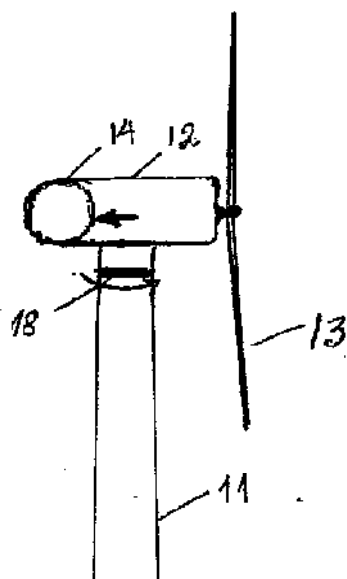
11.

Fremgangsmåte ifølge krav 10, k a r a k t e r i s e r t v e d det
ytterligere trinn å anvende én eller flere kraner på et betjeningsfartøy eller over-flytings-
30 teknologi i nevnte installasjons-, inngreps- eller demonteringsoperasjoner.

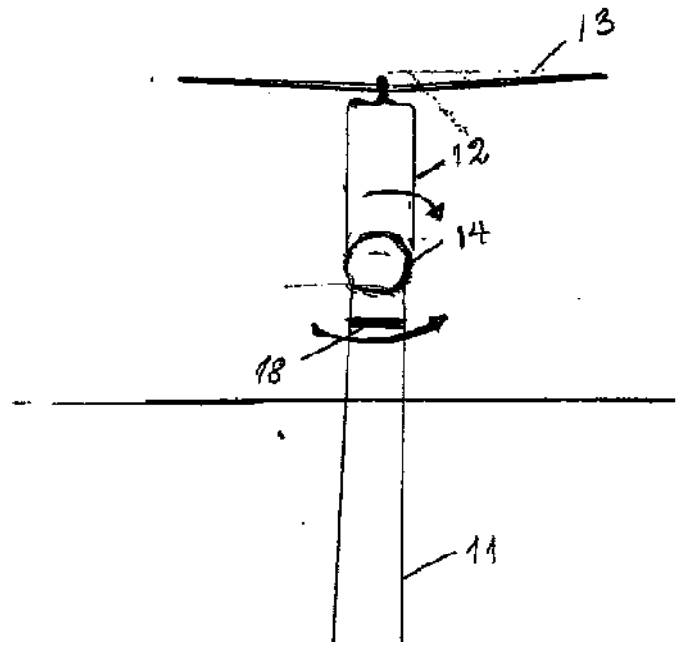
Side 1 av 1



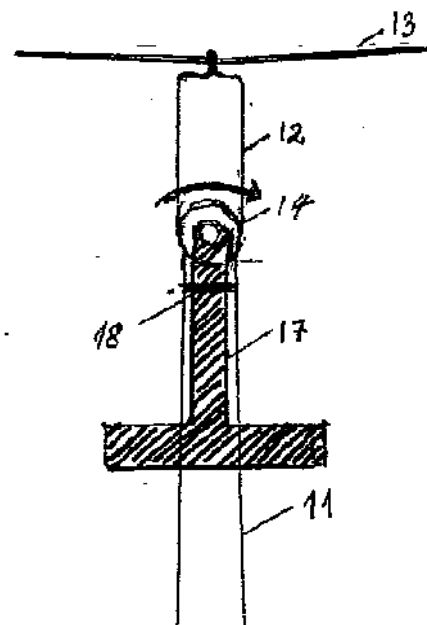
Figur 1



Figur 3

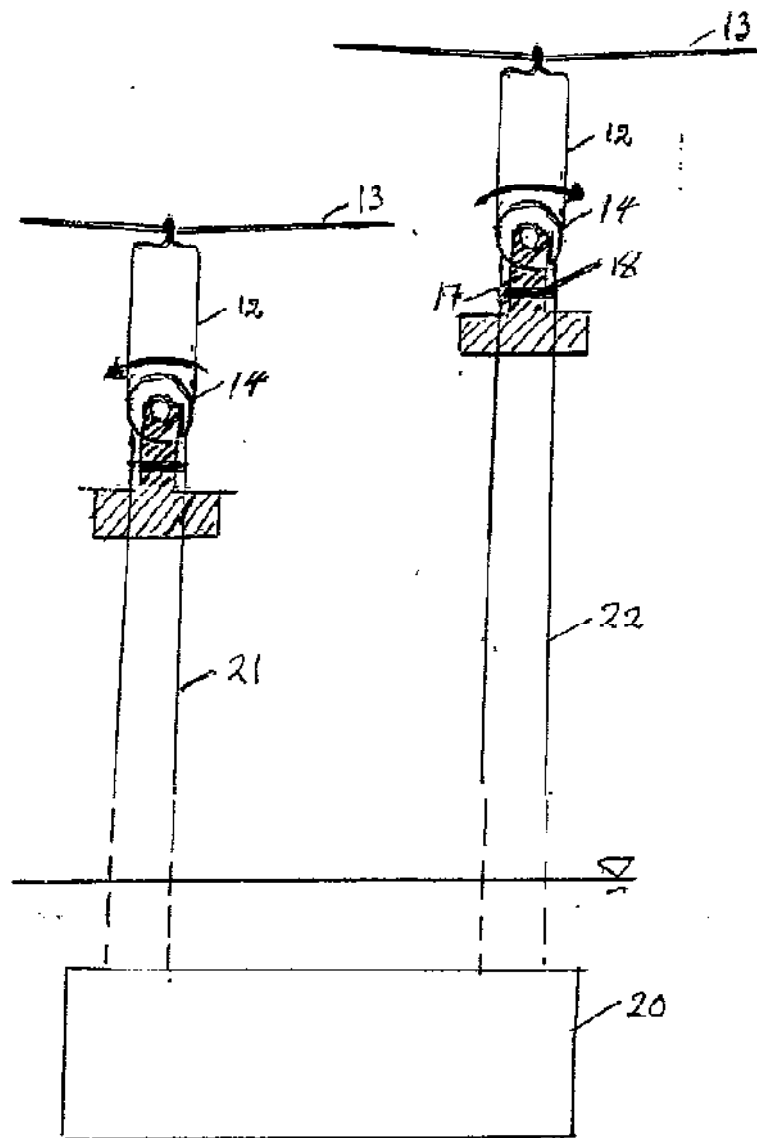


Figur 4



Figur 2

Side 2 av 2



Figur 5