



(12) PATENT

(19) NO

(11) 330530

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

E02B 17/02 (2006.01)

F03D 11/04 (2006.01)

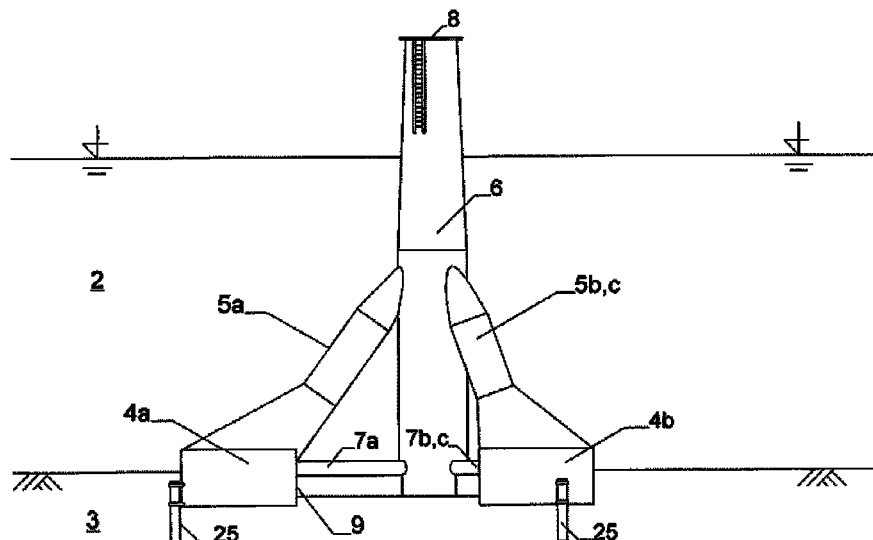
E02D 27/32 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20092237	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2009.06.10	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2009.06.10	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2010.12.13		
(45)	Meddelt	2011.05.09		
(73)	Innehaver	Seatower AS, Kirkeveien 64, 0364 OSLO, Norge		
(72)	Oppfinner	Karel Karal, Rugdeveien 11, 0778 OSLO, Norge		
		Sigurd Ramslie, 24 Sirius Ramble, AU-WA6030 QUINNS ROCKS, Australia		
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 6963 St Olavs Plass, 0130 OSLO, Norge		

(54)	Benevnelse	Anordning og fremgangsmåte for understøttelse av en vindturbin eller lignende
(56)	Anførte publikasjoner	DE 10101405 A1, DE 10101405 A1, WO 9406970 A1, WO 0134977 A1, US 3945212 A
(57)	Sammendrag	

En anordning (1) for plassering på en havbunn (3) under en vannmasse (2), for understøttelse av en innretning for produksjon av elektrisk kraft fra vind, omfatter en søyle (6; 6') med en første ende med tilkoplingsmidler (8) som rager over vannmassen når anordningen er installert på havbunnen. Ved et parti som befinner seg under vannmassens overflate når anordningen er installert på havbunnen er søylen tilknyttet tre ben (5a-c), der bena ved en andre ende er tilknyttet respektive fundament (4a-c) utformet for installasjon på og overføring av krefter til havbunnen. Hvert fundament (4a-c) omfatter et kammer (11) definert av et plateelement (10) som ved sin omkrets er tilknyttet et skjørt (9) som strekker seg nedover fra plateelementet når fundamentet er installert på havbunnen, slik at det dannes et hovedsakelig lukket rom (11') i kammeret. Videre omfatter hvert fundament (4a-c) et ballasteringskammer (12) definert av et nedre plateelement (10) som ved sin omkrets er tilknyttet et parti (13) av det respektive benet (5a-c) og et øvre skott (29) i det respektive benet, og forsynt med midler (27) for tilførsel av ballastvæske.



Oppfinnelsen vedrører en understøttelse for en vindturbin eller lignende, for plassering på en havbunn, som angitt i innledningen til de medfølgende selvstendige krav.

Bakgrunnen for oppfinnelsen

5 Oppfinnelsen angår en understøttelseskonstruksjon for vindmøller til havs. Konstruksjonen av denne typen som finnes i industrien er tiltenkt bare for bruk som den nederste delen av understøttelsen hvor den øvre delen er separat konstruksjon som monteres på den nedre delen på feltet, det vil si på åpent hav. Foruten denne begrensningen disse kjente konstruksjoner er belempret med flere ulemper som
10 knytter seg til to vesentlige forhold:

1. Fundamentering ved hjelp av pelersom installeres i en særskilt operasjon, med små posisjonstoleranser;
2. Fabrikasjon, transport og installasjon hvor konstruksjoner uten fundamenter monteres og lagres på land, løftes og lastes på fartøy (lekter), og på feltet løftes av
15 lekter og settes på forhånd installerte fundamenter som typisk er rammede pelersom og til slutt fastgjøres til disse pelene.

DE 10101405 A1 beskriver en anordning for understøttelse av et vindkraftverk til havs, og en tilhørende fremgangsmåte. Anordningen omfatter en søyle med tilkoplingsmuligheter over vannmassene når den er installert på havbunnen. Søylene er tilknyttet tre ben som igjen er tilnyttet et fundament. WO 9406970 A1, WO
20 0134977 A1 og US 3945212 A beskriver anordninger for tilsvarende formål.

Ulempene ved de kjente løsningene er flere værsensitive operasjoner offshore, bruk av tunge og dyre kranfartøy for både lasting og utlasting, vanskelig måte å oppnå vertikalitet av den installerte konstruksjonen på, og behov for meget store
25 landarealer i havneområder for lagring av ferdige konstruksjoner i tidsperioder når transport og installasjon er ikke mulig å utføre med en rimelig sannsynlighet for akseptable værvindu, dvs. vinter og deler av høst og vår.

Sammendrag av oppfinnelsen

Oppfinnelsen søker å eliminere eller redusere alle de ovenfor nevnte ulemper ved en
30 anordning for plassering på en havbunn under en vannmasse, for understøttelse av en innretning for produksjon av elektrisk kraft fra vind, omfattende en søyle med en første ende med tilkoplingsmidler som rager over vannmassen når anordningen er installert på havbunnen, kjennetegnet ved

- at søylen ved et parti som befinner seg under vannmassens overflate når
35 anordningen er installert på havbunnen er tilknyttet tre ben ved deres første ende, og der bena ved en andre ende er tilknyttet respektive fundamenter utformet for installasjon på og overføring av krefter til havbunnen,
- at hvert fundament omfatter et ballasteringskammer definert av et nedre plateelement som ved sin omkrets er tilknyttet et parti av det respektive benet og et

øvre skott i det respektive benet, og forsynt med midler for tilførsel av ballastvæske, og

- 5 - at et parti av søylen omfatter et ballastrom som har et større volum enn de respektive ballasteringskamrene og er forsynt med midler for tilførsel av ballastvæske, og at hvert ben er forsynt med øvre ballastrom, hvorved anordningen kan transporteres i flytende tilstand og uten ytterligere oppdriftsmidler til et installasjonssted og installeres på en havbunn ved en selektiv og styrt fylling av ballasteringskamrene og ballastrommet.

10 I en utførelsesform er respektive forbindelsesstykker tilknyttet det respektive fundament ved en første ende og et nedre parti av søylen ved en andre ende.

I en utførelsesform er det respektive forbindelsesstykker mellom hvert av fundamentene, slik at fundamentene og forbindelsesstykkene danner en trekant der forbindelsesstykkene utgjør trekantens sider.

15 Hvert fundament omfatter fortrinnsvis et kammer definert av et plateelement som ved sin omkrets er tilknyttet et skjørt som strekker seg nedover fra plateelementet når fundamentet er installert på havbunnen, slik at det dannes et hovedsakelig lukket rom i kammeret.

20 I en utførelsesform er bena ved deres første ender tilknyttet et nedre parti ved søylen og søylens nedre ende befinner seg i det området hvor bena er festet til søylen.

I en utførelsesform omfatter hvert fundament minst én dempningsanordning, som er bevegbart fra en posisjon der den er på nivå med fundamentet, til en posisjon der dempningsanordningen rager nedenfor fundamentets nedre kant, når konstruksjonen befinner seg i en normalt tilstand i vannmassen eller på havbunnen.

25 Anordningen er utstyrt med midler for tilførsel av ballastvæske til det øvre ballastrom fra nevnte ballastrom i søylen.

I en utførelsesform er bena skråstilte i forhold til søylen, og tilknyttet søylen med likt vinkelmessig mellomrom om søylens lengdeakse, fortrinnsvis 120° .

30 Det er også frembrakt en fremgangsmåte for installasjon på en havbunn av en anordning ifølge oppfinnelsen, kjennetegnet ved følgende trinn:

- a) fylle ballastvann i ballasteringskammeret og i ballastrommet i søylen, for å senke anordningen mot havbunnen;
- b) bevirke penetrasjon av skjørtet på hvert av fundamentene i det minste delvis inn i havbunnen, hvorved rommet i kammeret i det minste delvis er fylt med vann;
- 35 c) selektivt bevirke at vann som er innestengt i rommet strømmer ut for derved individuelt å påføre en nedadrettet hydrostatisk kraft på hvert av fundamentene for å drive fundamentenes respektive skjørt ytterligere ned i havbunnen og for å påføre et moment på anordningen, inntil ønsket penetrasjonsdybde og/eller helning er oppnådd.

I en utførelsesform utføres trinn c) ved en selektiv utpumping eller selektiv utslipp av vann fra de respektive rommene.

Dempningsanordninger kan senkes til et nivå under fundamentenes nedre ende, før eller samtidig med trinn a).

- 5 I en utførelsesform fylles det ballastvann i de respektive øvre ballastrom etter trinn a) og før trinn b).

Understøttelsen er utformet som en konstruksjon med tre ben, hvor hvert av bena er avsluttet med et fundament som overfører laster fra konstruksjonen og inn i havbunnen.

- 10 Oppfinnelsen oppviser en rekke fordeler overfor den kjente teknikk, f.eks.:

- Hele konstruksjonen kan bygges og utrustes (også med turbiner, rotorblader, kabler) ved et innenskjærs sammenstillingssted, hvorpå utenskjærs arbeid med tunge kranfartøy kan reduseres vesentlig eller endog elimineres;
 - Konstruksjonen sammenstilles av prefabrikkerte segmenter mens den flyter fortøyd til kai og kan utføres av vesentlig mindre kraner enn det de kjente konstruksjonene krever for utlasting av på land sammenstilte konstruksjoner;
 - Fundamentene er integrert til den øvrige konstruksjonen som eliminerer behov for stabiliseringssikring under utenskjærs ramming av peler, ramming av peler og fastgjøring av konstruksjonen til disse;
 - Konstruksjonen slepes til installasjonsfeltet og senkes til havbunnen ved hjelp av sjøvann som slippes inn i ballastkamre som eliminerer behov for kranskip og vesentlig reduserer værissiko og venting på vær.
- 15
- 20

Figuroversikt

- Disse og andre kjennetegn ved oppfinnelsen vil bli klare fra den etterfølgende beskrivelse av foretrukne utførelsesformer, gitt som ikke-begrensede eksempler og med henvisning til de medfølgende figurene der like henvisningstall angir like deler, og der:
- 25

Fig. 1 er et sideriss av en første utførelsesform av konstruksjonen ifølge oppfinnelsen, plassert på en havbunn;

- 30 Fig. 2 viser konstruksjonen i fig. 1, sett ovenfra;

Fig. 3 er et snittriss av et nedre parti av konstruksjonen i følge oppfinnelsen, langs linjen A-A angitt i fig. 2;

Fig. 4 er et sideriss av en andre utførelsesform av konstruksjonen ifølge oppfinnelsen, plassert på en havbunn;

- 35 Fig. 5 viser konstruksjonen i fig. 4, sett ovenfra;

Fig. 6 – 9 er sideriss som viser en sammenstillingssekvens for konstruksjonen ifølge oppfinnelsen;

Fig. 10 er et sideriss som viser en midlertidig oppankringskonfigurasjon for et flertall konstruksjoner;

5 Fig. 11 og fig. 12 er sideriss som viser to trinn i installasjonen av konstruksjonen på en havbunn;

Fig. 13 – 15 er snittriss gjennom en nedre del av en utførelsesform av konstruksjonen ifølge oppfinnelsen; og

10 Fig. 16 er et sideriss som viser den andre utførelsesformen av konstruksjonen ifølge oppfinnelsen, plassert på en havbunn.

Detaljert beskrivelse av en utførelsesform av oppfinnelsen

Anordningen ifølge oppfinnelsen beskrives først for en konstruksjonsutforming som tilfredsstillende dagens behov og kontraktsdeling av arbeid mellom leverandørene
15 (dvs. den nedre delen av konstruksjonen som omfatter fundamentene, den avstivende konstruksjon og nedre del av selve tårnet som i installert tilstand rager over vannflaten.) Deretter beskrives utformingen av den hele understøttelsen samt tilhørende transport- og installasjonshjelpemidler.

Fig. 1 viser oppriss av en utførelsesform av konstruksjonen 1 ifølge oppfinnelsen
20 installert i vann 2 og hvilende på en havbunn 3. Konstruksjonen omfatter i denne utførelsesformen tre fundamenter 4a-c og tre skrånende ben 5a-c som knytter de respektive fundamentene 4a-c til respektive partier på en søyle 6. Fundamentene 4a-c er i horisontalplanet forbundet med søylen 6 via respektive stag 7a-c, for eksempel rørstag. Søylen 6, som rager oppover fra fundamentene og strekker seg over
25 vannflaten når konstruksjonen er installert på havbunnen, er på toppen forsynt med en anordning 8 til montasje av resten av tårnet (ikke vist), f.eks. en flens. Når konstruksjonen 1 er installert på feltet kan selve tårnet monteres til flensen, og deretter monteres generator med nacelle og rotor.

For å retardere og hovedsakelig stoppe bølgeinduserte bevegelser under
30 nedsettingen på havbunnen 3, er hvert fundament 4a-c utstyrt med respektive dybler 25. Ved installasjon vil dyblene være de elementene på konstruksjonen som treffer havbunnen først og vil utøve motstand mot fundamentets horisontale og vertikale bevegelser. Dyblene dimensjoneres på en hensiktsmessig for den aktuelle konstruksjonen, slik at dennes bevegelser er dempet til et akseptabelt nivå når
35 fundamentenes respektive skjørt 9 (beskrevet under) treffer havbunnen. I fig. 1 er dyblene 25 vist i en installasjonsposisjon, der dyblene rager vesentlig nedenfor skjørtet 9. For slep i grunne farvann kan det være ønskelig eller påkrevet at dyblene

kan innta en posisjon hvor de ikke rager dypere enn selve skjørtet 9, f.eks. som vist i fig. 10.

5 Fig. 2 viser konstruksjonen 1 illustrert i fig. 1, sett ovenfra, og illustrerer bl.a. at bena 5a-c og fundamentene 4a-c i denne utførelsesformen er symmetrisk fordelt rundt søylen 6.

Fig. 3 viser vertikalsnitt gjennom nedre delen av hele konstruksjonen langs et plan A – A definert i fig. 2. Konstruksjonen er vist installert på en havbunn 3. Her vises ett av fundamentene 4a og det tilhørende rørstaget 7a festet til en nedre del av søylen 6, samt en del av det tilhørende benet 5a.

10 Hvert av fundamentene 4a-c er utformet med et kammer 11 som er åpent mot havbunnen og omsluttet av en vertikal plate (også kalt "skjørt") 9, og i toppen lukket med fundamentplate 10. Denne delen av fundamentet er altså prinsipielt utformet som en omvendt kopp – en konstruksjon som bl.a. benyttes i sugeankre. Det kan være fordelaktig å bruke betong i fundamentplaten 10, som ballast og også
15 som bærende konstruksjonselement. Vekten av betongen senker konstruksjonens tyngdepunkt, noe som er viktig for å oppnå ønsket flytestabilitet under nedsettingen til havbunnen, som er forklart nærmere under med henvisning til fig. 6.

Som vist i fig. 3, vil en del av kammeret 11 som dannes av skjørtet 9 og fundamentplaten 10, i en installasjonstilstand befinne seg delvis penetrert i
20 havbunnen 3. Over havbunnen dannes i denne tilstanden et rom 11' som i løpet av installasjonsprosessen fylles med et fyllmateriale, så som en betongblanding omtalt som "grout". Ved å injisere grout i rommet 11' oppnås fullgod kontakt mellom undersiden av fundamentplaten 10 og den (ofte ujevne) havbunnen 3, og det skapes en god fundamentering av fundamentet 4a-c når grout-en har herdet. Det er derfor
25 ikke påkrevet å planere havbunnen før selve installasjonen.

Over fundamentplaten 10 er det anordnet et ballasteringskammer 12; som vist i fig. 3 avgrenset på siden av en sirkulær vegg 12' og i toppen av selve benet 5a med dets nedre utvidelse 13. Størrelsen på ballasteringskammeret 12, og dets utstrekning oppover i benet 5a-c, er en viktig konstruksjonsparameter som styrer
30 flytestabiliteten av konstruksjonen. Dette beskrives nærmere under med henvisning til fig. 13.

For å øke den geotekniske bæreevne av konstruksjonen kan stagene 7a-c utrustes med langsgående skjørt 14, som vist i fig. 3.

35 Fig. 4 viser en annen utførelse av konstruksjonen 1' hvor en søyle 6' avsluttes i området hvor bena 5a-c er festet til selve søylen 6'. I denne utførelsesformen binder rørstag 7'a-c fundamentene 4a-c sammen. Også i denne utførelsen kan stagene 7'a-c utrustes med langsgående skjørt 14.

Hvert fundament 4a-c kan med fordel – i begge utførelsesformene – være utstyrt med styrerør 40 for gjennomføring av en respektiv pel 42 som drives ned i

havbunnen (vist i fig. 17). Slike peler 42 som er ført gjennom og deretter festet til styrerørene 40 kan være nødvendige i svake bunnmasser for å forsterke bæreevnen av konstruksjonen i både denne og den foregående utførelsen beskrevet med henvisning til fig. 1 og 2. Dersom dybden langs sleperuten tillater det, kan

5 fundamentene 4a-c også utstyres med forlengede styrerør 41, som rager nedenfor skjørtet 9 og dermed tjener til stabilisering av konstruksjonen under nedsetting på havbunnen, tilsvarende som dyblene 25 beskrevet over med henvisning til fig. 1 og 2.

Utførelsesformen beskrevet med henvisning til fig. 4 er videre belyst i fig. 5 som

10 viser konstruksjonen sett ovenfra. Rørstagene 7'a-c knytter fundamentene 4a-c sammen. Bena 5a-c avsluttes i toppen mot søylen 6'. Foretrukne plasseringer av styrerørene 40 og de forlengede styrerørene 41 er vist. Selv om det ikke er vist i fig. 4 eller 5, vil fagpersonen forstå at også denne utførelsesformen kan forsynes med dybler 25 av den typen som er beskrevet over.

15 Fig. 6 til fig. 13 viser hovedfaser i sammenstilling, slep og installasjon av konstruksjonen ifølge oppfinnelsen. Sammenstillingen foregår med utgangspunkt i konstruksjonselementer, eller større konstruksjonssegmenter prefabrikert i et spesialisert verksted ved sammenstillingsområdet eller et annet sted. Oppdelingen i

20 elementer og segmentet bestemmes ved optimaliseringen av prosessen med mål å oppnå laveste kostnad ved ønsket produksjonsrate. Sammenstillingsområdet kan med fordel befinne seg i nærheten av installasjonsstedet til havs og skal tilfredsstillende krav til infrastruktur, utrustning (kraner, blandeverk for betong), størrelse (vesentlig mindre areal kreves enn ved bruk av eksisterende løsninger), og til marine forhold så som vanddybde for slep til åpent hav og miljøforhold. Tilgjengelig kapasitet for

25 kraner og utlastningsmetode bestemmer størrelsen på seksjonene som anvendes for selve sammenstillingen.

Fig. 6 viser første seksjon 43 av konstruksjonen som ble sammenstilt på land eller på en lekter, flottør eller lignende før den ble sjø satt i en vannmasse 2. Den første seksjonen 43 er forankret ved en kai 15, f.eks. ved hjelp av en fortøyning 16.

30 Fundamentet 4a er vist i snitt, utgangspunktet for fundamentplaten 10 er vist. I denne utførelsen er platen 10 av stål og er dimensjonert til å tåle trykket fra vannet som holder seksjonene flytende ved sammenstillingen, hvilket er vesentlig mindre enn laster som påføres i andre tilstander, f.eks. ved installasjon. Selve styrken av fundamentplaten for å ta andre laster gjennom resten av sammenstillingen,

35 transport, installasjon og operasjon oppnås ved hjelp av betong som skal støpes etter at prefabrikerte armeringsnett 17 er blitt installert.

Fig. 7 viser en andre seksjon 19 som senkes ned på konstruksjonen for sammenkopling til den første seksjonen 14.

40 Fig. 8 viser en tredje seksjon 20 som senkes ned på konstruksjonen for sammenkopling med den andre seksjonen 19.

Fig. 9 viser en fjerde seksjon 18 som løftes og i neste fase senkes ned på konstruksjonen for sammenkopling med den tredje seksjonen 20.

Etter at denne sammenstillingen er utført kan hele fundamentet 1 flyttes til et lagringssted eller direkte til installasjonsstedet. Fig. 10 viser flere fundamenter 1 som er koplet ved hjelp av slepeliner 22 til fortøyningsbøyer 21. Disse er forankret til havbunnen ved hjelp av ankerliner 23 og ankere 24.

Fig. 11 viser fundament 1 etter at det har blitt slept til installasjonsstedet ved hjelp av slepebåter (ikke vist). Dyblene 25 er frigjort fra transportposisjon til å innta en stilling hvor de rager under skjørtene 9. Ballastvanninntakene er blitt åpnet (beskrives under med henvisning til fig. 13) og fundamentet synker ned mot havbunnen. I en avstand på om lag 1 – 3 m over havbunnen, målt fra dyblenes nedre ende, avbrytes ballasteringen og fundamentet manøvreres til installasjonsposisjon hvoretter det igjen åpnes for inntak av ballastvann. Vekten av ballastvannet senker fundamentet inntil dyblene 25 treffer havbunnen (hvorpå bevegelsene bremses, som beskrevet over), deretter kommer skjørtene 9 i kontakt med havbunnen og disse penetrerer til en dybde hvor penetrasjonen stopper opp fordi den neddykkede vekten av fundamentet er lik motstanden fra havbunnen mot videre penetrasjon av skjørtet 9.

Fig. 12 viser fundamentet etter at den ovenfor omtalte likevektssituasjonen er nådd. Videre penetrasjon oppnås ved hjelp av pumping av vann ut fra skjørtekamre som forklares nærmere i beskrivelsen av fig. 13.

Fig. 13 viser skjematisk en utrustning for nedsetting ved hjelp av ballastering med sjøvann. Figuren indikerer snitt gjennom fundamentet 4a, benet 5a and søylen 6, etter at konstruksjonen er blitt senket ved hjelp av ballastvann i ballasteringskammeret 12 og inn i kammer i et nedre parti av søylen 6 hvor vannspeilet er vist med henvisningstall 26. Den relative høyden mellom vannspeilet 26 and havets 2 vannflate W gir en trykkgradient som driver ballastvann inn i konstruksjonen gjennom rør med ventiler 27. Ved å regulere den respektive ventilen 27 for hvert av fundamentene 4a-c, kan det på en styrt måte føres en vannstrøm i de respektive ballasteringskamrene 12 i hvert fundament 4a-c.

Videre omfatter ballasteringsutstyret et rør med ventil 28 som fører vann inn i søylen 6. Ventilene kan med fordel være samlet på et panel og styres av et fjernstyrt undervannsfartøy, eller av en spesialbygget betjeningsmodul. Helningen av konstruksjonen måles under hele installasjonen og i nedsenkningsfasen og korrigeres etter behov ved styring av vannstrømmene til det respektive ballasteringskammeret 12 i hvert av fundamentene 4a-c.

Ballasteringskammerets 12 størrelse kan være en parameter som bestemmer beliggenhet av tyngdepunktet i fremskredne faser av nedsettingen når konstruksjonen kan bli "altfor stabil" med den konsekvens av

egensvingningsperiode i rull kan reduseres og kan nærme seg til bølgeperioder. Konsekvensen av dette er en uønsket økning av bevegelser av fundamentet. For å unngå dette kan det være fordelaktig å begrense størrelse av de respektive kamrene 12 med respektive skott 29, som vist på fig. 13. Et ventilasjonsrør 30 sørger for at luften kan slippe fra kamrene 12 etter hvert som de fylles med vann.

Etter at kamrene 12, avgrenset av skottene 26, blir vannfylte, kan ballasteringsvannet kun strømme inn i søylen 6. Vannmengde i søylen stiger og tyngdepunktet hever seg raskere enn om ballasteringen i bena fortsatte uhindret. Når vannstanden i søylen når et høyt nivå 31, fylles også et ballastrom 33 i hvert av bena 5a-c med ballastvann gjennom et rør 32 mens luften unnslipper gjennom rør 34. Skulle det være nødvendig av stabilitetshensyn under operasjon å øke vekten av hele konstruksjonen ytterligere, kan vannet i deler av konstruksjonen kan – etter at installasjonen er fullført – erstattes med sand og liknende ved å pumpe sand over toppen av konstruksjonen inn i søylen.

Fig. 14 viser skjematisk utrustning for penetrasjon for korrigerende av horisontalitet under penetrasjon av skjørtene inn i havbunnen, økning av vertikale laster for å oppnå full penetrasjon og for erstatning av innestengt vann i skjørtekamrene 11' med en flytende masse som stivner etter en tid. Det er vist snitt gjennom søyle 6, fundamentet 4a med sirkulært skjørt 9 og gjennom rørstag 7a med et plant skjørt 14 penetrert på grunn av konstruksjonens neddykket vekt i havbunnen 3. Skjørtekamrene 11' dannes av de sirkulære skjørt 9, havbunn 3 og fundamentplaten 10, som beskrevet over. Vannet som er innestengt i skjørtekamrene 11' kan unnslippe gjennom en ventil 36, for eksempel en selvstyrt ventil, på grunn av en trykkdifferanse som dannes under penetrasjonen.

For å penetrere skjørtene videre påføres konstruksjonen en vertikal nedadrettet hydrostatisk kraft som oppstår ved at vannet innestengt i skjørtekamrene 11' pumpes ut gjennom rør 37a-c utstyrt med ventiler 38a-c. Ved individuell styring av vanntrykket i skjørtekamrene 11' i hvert av fundamentene 4a-c kan konstruksjonen påføres et moment som tvinger konstruksjonen i en ønsket helning eller vertikalitet med en stor presisjon.

Fig. 15 viser situasjon etter at ønsket penetrasjonsdybde av skjørtene 9, 14 og ønsket helning/vertikalitet er blitt oppnådd. Dermed har skjørtekamrene 11' fått en høyde som egner seg for injisering av den ovennevnte grout og fortrengning av innestengt vann. Grout 39 pumpes inn i kamrene 11' i hvert fundament 4a-c gjennom rør 37a-c og vannet unnslipper gjennom selvstyrte ventiler 36. Etter at vannet er blitt presset ut, stenger ventilene 38a-c for utslipp av grout. Stengningen er basert på at grout har større tetthet enn sjøvann. Injisering av grout kan foretas som en egen operasjon på et annet værvindu.

Arbeidet beskrevet med henvisning til fig. 15 avslutter installasjonen. Avhengig av lokale forhold kan det, som nevnt ovenfor, være påkrevet å erstatte ballastvannet i

konstruksjonen med tyngre fast ballast (sand) og/eller installere erosjonsbeskyttelse rundt fundamentene 4a-c.

5 Metoden for penetrasjon og helningskorrigerings og injisering av grout i en egen operasjon beskrevet med henvisning til fig. 14 egner seg for konstruksjoner installert på havbunn med lite permeable masser så som leire, silt, tette morenemasser ol. I masser med stor permeabilitet må en forutbestemt mengde av grout injiseres i skjørtekamrene 11' før pumpingen gjennom rør 37a-c initieres.

10 Fig. 16 illustrerer konstruksjonen 1 satt ned på en havbunn 3, penetrert til ønsket dybde og nivellert. En pel 42 satt inn i et styrerør 41 er klargjort for å drives ned i havbunnen. Etter at inndrivingen er utført kan pelen 42 fastgjøres til styrerøret 41 på en kjent måte, for eksempel ved bruk av gysing eller plastisk deformering.

PATENTKRAV

1. Anordning (1) for plassering på en havbunn (3) under en vannmasse (2), for understøttelse av en innretning for produksjon av elektrisk kraft fra vind, omfattende en søyle (6; 6') med en første ende med tilkoplingsmidler (8) som rager over vannmassen når anordningen er installert på havbunnen, **karakterisert ved**
- 5 - at søylen (6; 6') ved et parti som befinner seg under vannmassens overflate når anordningen er installert på havbunnen er tilknyttet tre ben (5a-c) ved deres første ende, og der bena ved en andre ende er tilknyttet respektive fundament (4a-c) utformet for installasjon på og overføring av krefter til havbunnen,
- 10 - at hvert fundament (4a-c) omfatter et ballasteringskammer (12) definert av et nedre plateelement (10) som ved sin omkrets er tilknyttet et parti (13) av det respektive benet (5a-c) og et øvre skott (29) i det respektive benet, og forsynt med midler (27) for tilførsel av ballastvæske, og
- 15 - at et parti av søylen (6; 6') omfatter et ballastrom som har et større volum enn de respektive ballasteringskamrene og er forsynt med midler (28) for tilførsel av ballastvæske, og at hvert ben (5a-c) er forsynt med øvre ballastrom (33), hvorved anordningen kan transporteres i flytende tilstand og uten ytterligere oppdriftsmidler til et installasjonssted og installeres på en havbunn ved en selektiv og styrt fylling av ballasteringskamrene og ballastrommet.
- 20 2. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved respektive forbindelsesstykker (7a-c) tilknyttet det respektive fundament (4a-c) ved en første ende og et nedre parti av søylen (6) ved en andre ende.
3. Anordning ifølge krav 1, karakterisert ved respektive forbindelsesstykker (7a'-c') mellom hvert av fundamentene (4a-c), slik at fundamentene og
- 25 forbindelsesstykkene danner en trekant der forbindelsesstykkene utgjør trekantens sider.
4. Anordning ifølge krav 3, karakterisert ved at bena (5a-c) ved deres første ender er tilknyttet et nedre parti ved søylen (6') og at søylens nedre ende befinner seg i det området hvor bena er festet til søylen.
- 30 5. Anordning ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at hvert fundament (4a-c) omfatter et kammer (11) definert av et plateelement (10) som ved sin omkrets er tilknyttet et skjørt (9) som strekker seg nedover fra plateelementet når fundamentet er installert på havbunnen, slik at det dannes et hovedsakelig lukket rom (11') i kammeret.
- 35 6. Anordning ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at hvert fundament (4a-c) omfatter minst én dempningsanordning (25), som er bevegbart fra en posisjon der den er på nivå med fundamentet, til en posisjon der

dempningsanordningen (25) rager nedenfor fundamentets nedre kant, når konstruksjonen befinner seg i en normaltilstand i vannmassen eller på havbunnen.

5 7. Anordning ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved midler (32) for tilførsel av ballastvæske til det øvre ballastrom (33) fra nevnte ballastrom i søylen (6).

8. Anordning ifølge et hvilket som helst av de foregående krav, karakterisert ved at bena (5a-c) er skråstilte i forhold til søylen (6; 6'), og tilknyttet søylen med likt vinkelmessig mellomrom om søylens lengdeakse, fortrinnsvis 120°.

10 9. Fremgangsmåte for installasjon på en havbunn av en anordning som angitt i kravene 1 – 8, **karakterisert ved følgende trinn:**

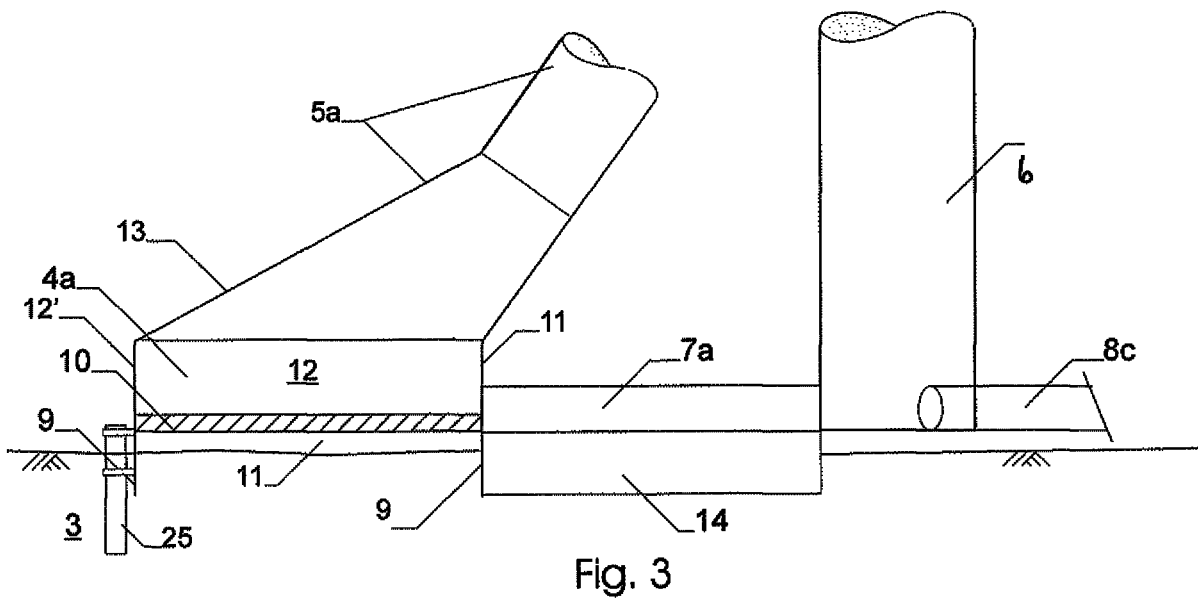
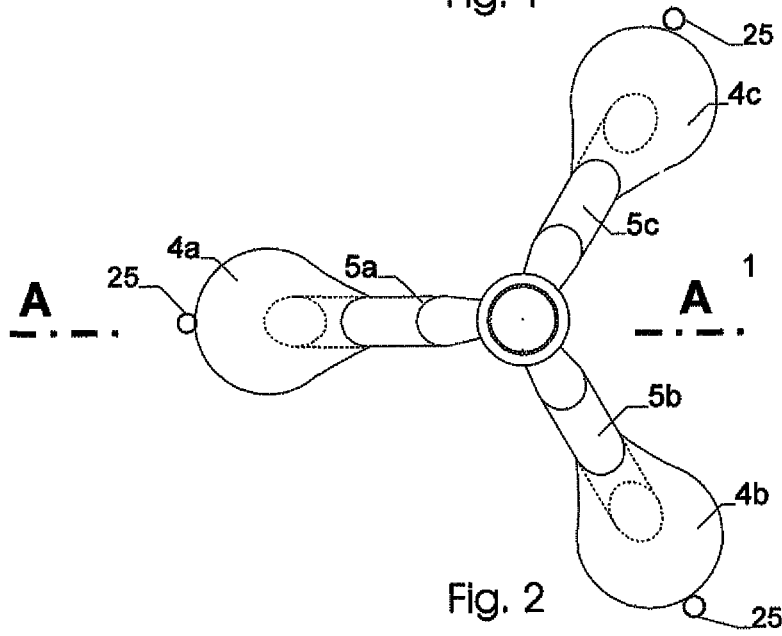
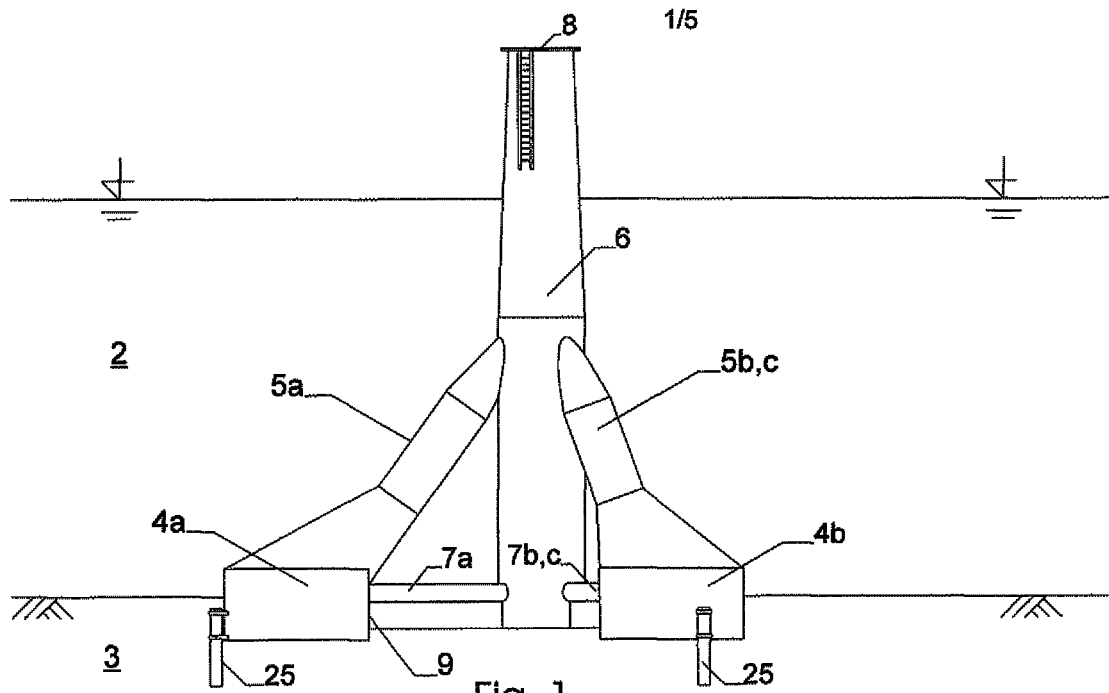
a) fylle ballastvann i ballasteringskammeret (12) og i ballastrommet i søylen (6), for å senke anordningen mot havbunnen;

15 b) bevirke penetrasjon av skjørtet (9) på hvert av fundamentene (4a-c) i det minste delvis inn i havbunnen, hvorved rommet (11') i kammeret (11) i det minste delvis er fylt med vann;

20 c) selektivt bevirke at vann som er innestengt i rommet strømmer ut for derved individuelt å påføre en nedadrettet hydrostatisk kraft på hvert av fundamentene for å drive fundamentenes respektive skjørt ytterligere ned i havbunnen og for å påføre et moment på anordningen; inntil ønsket penetrasjonsdybde og/eller helning er oppnådd.

10. Fremgangsmåte ifølge krav 9, karakterisert ved at dempningsanordninger (25) senkes til et nivå under fundamentenes nedre ende, før eller samtidig med trinn a).

25 11. Fremgangsmåte ifølge et hvilket som helst av kravene 9 eller 10, karakterisert ved at det fylles ballastvann i de respektive øvre ballastrom (33) etter trinn a) og før trinn b).



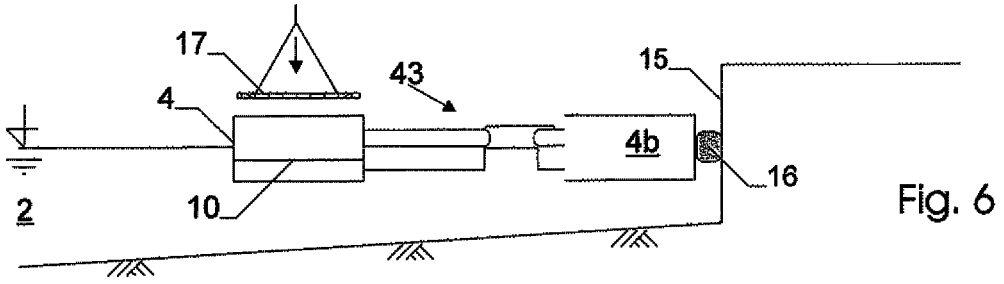


Fig. 6

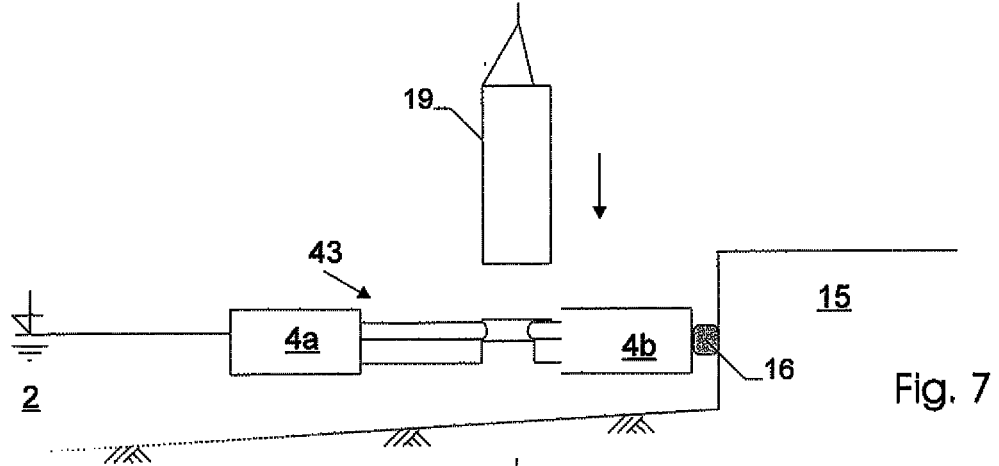


Fig. 7

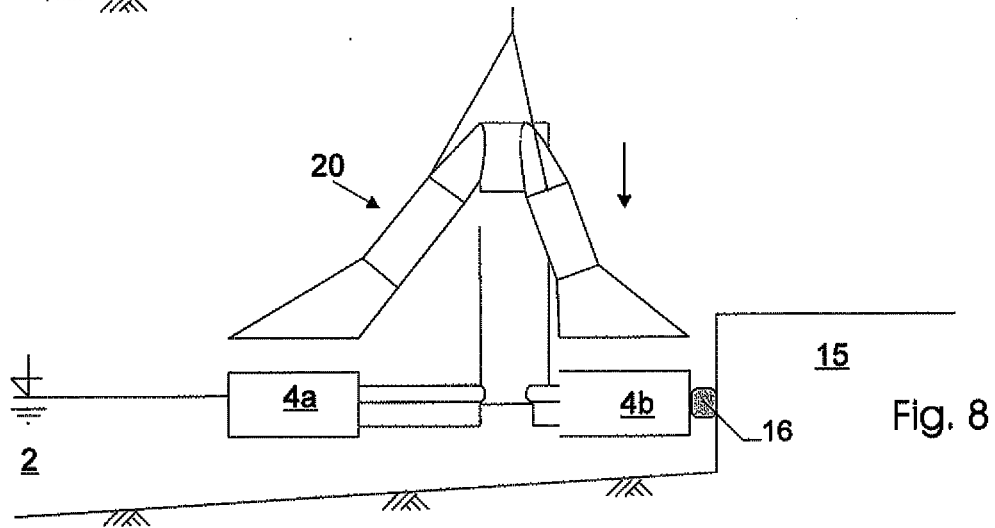


Fig. 8

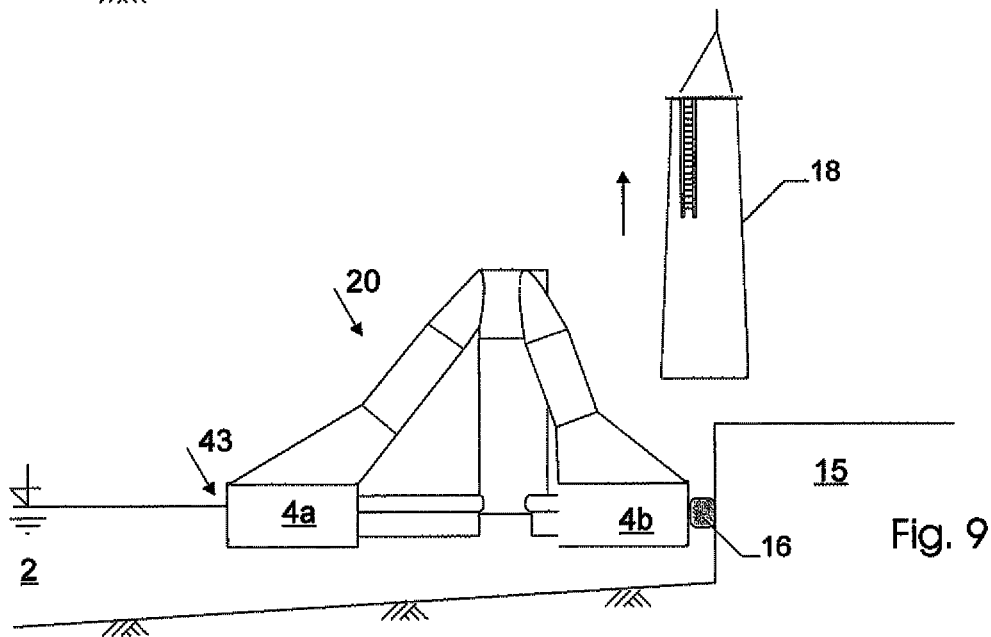


Fig. 9

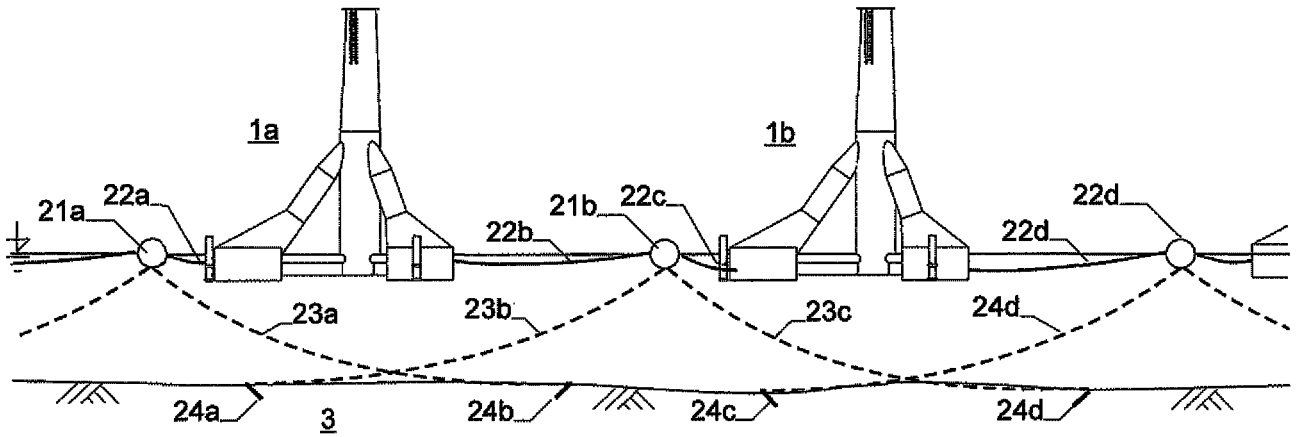


Fig. 10

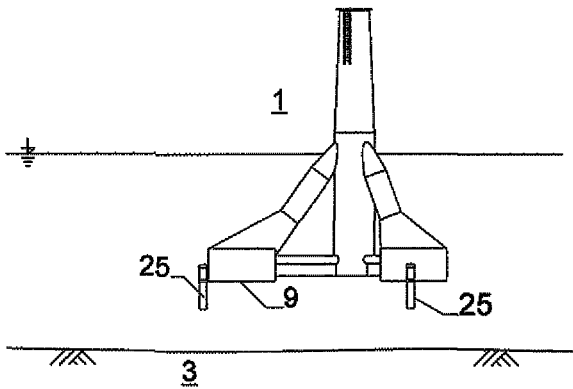


Fig. 11

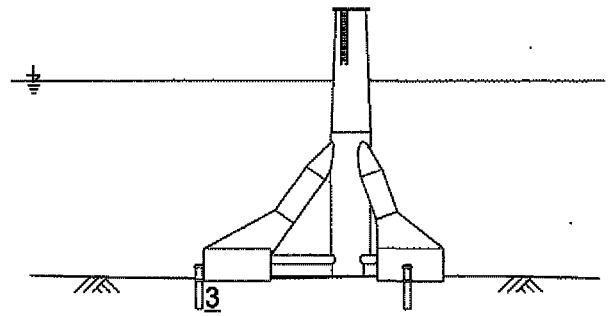


Fig. 12

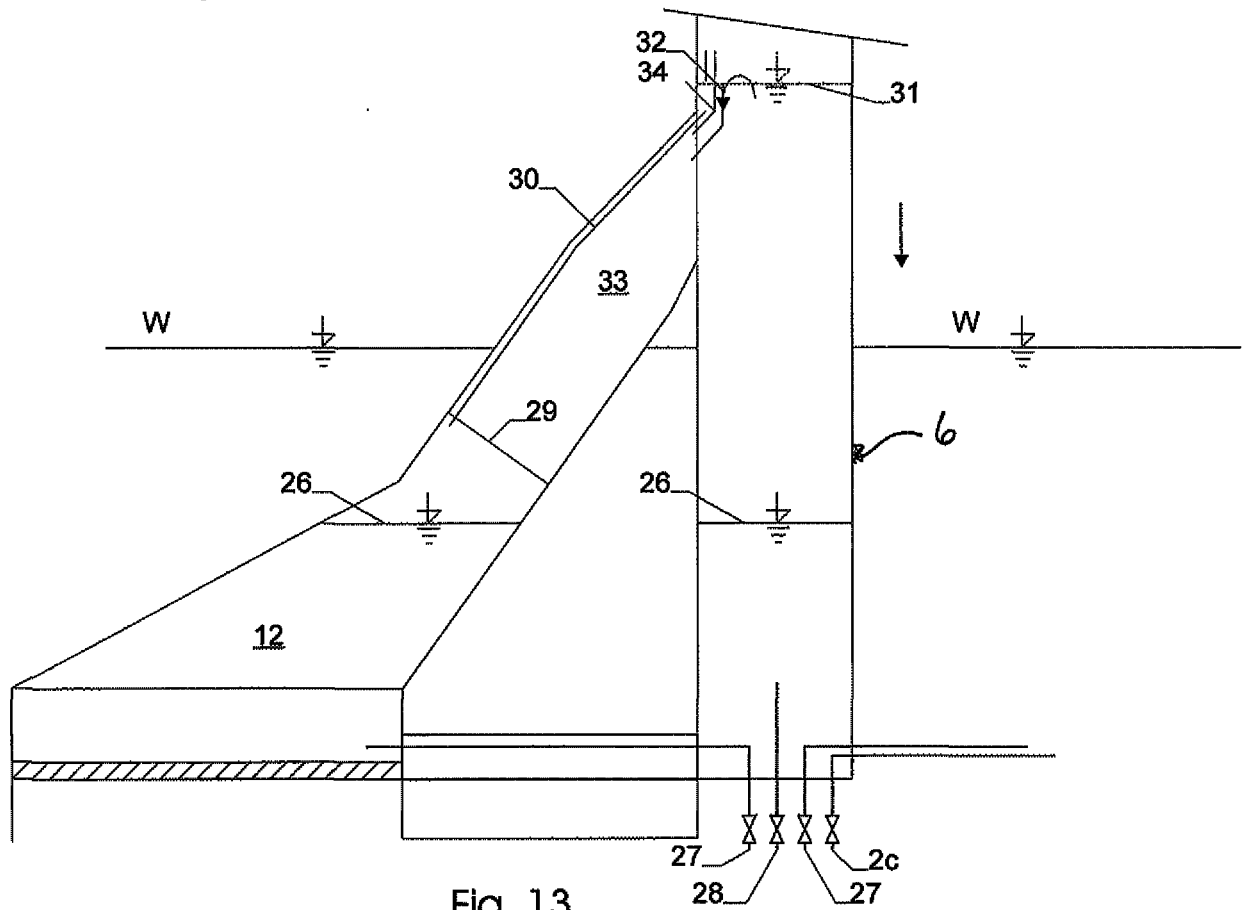


Fig. 13

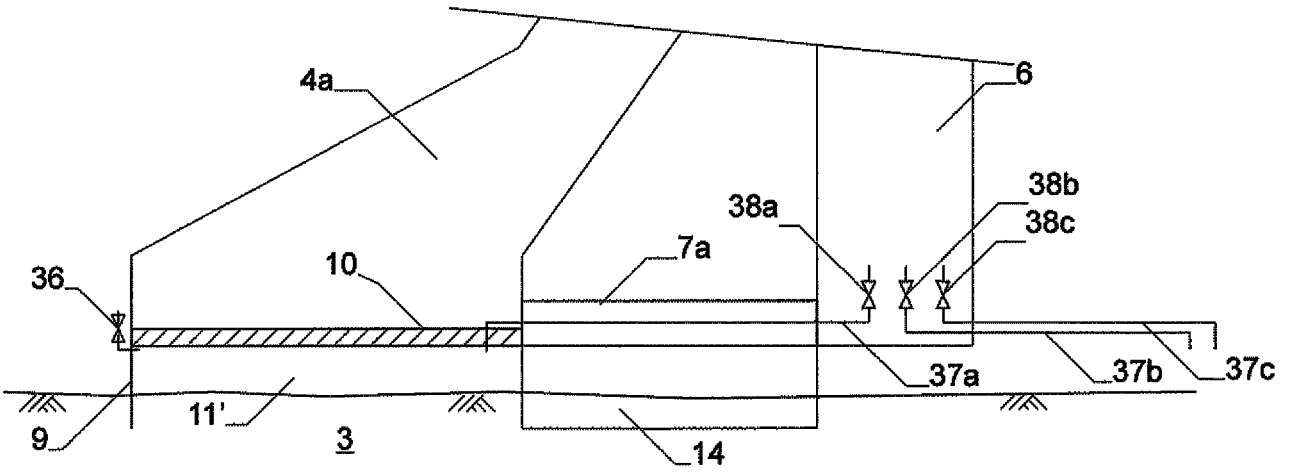


Fig. 14

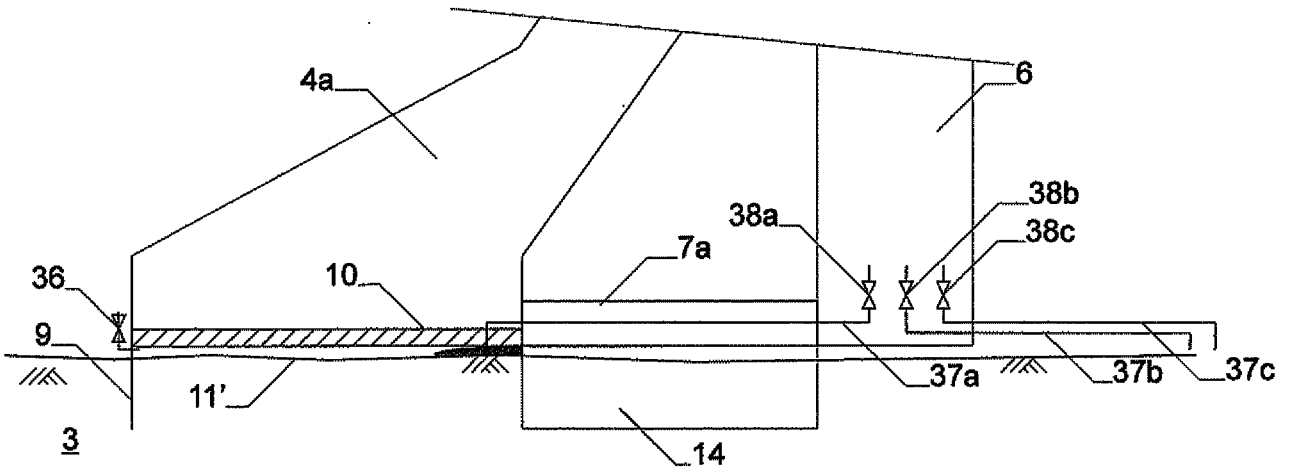


Fig. 15

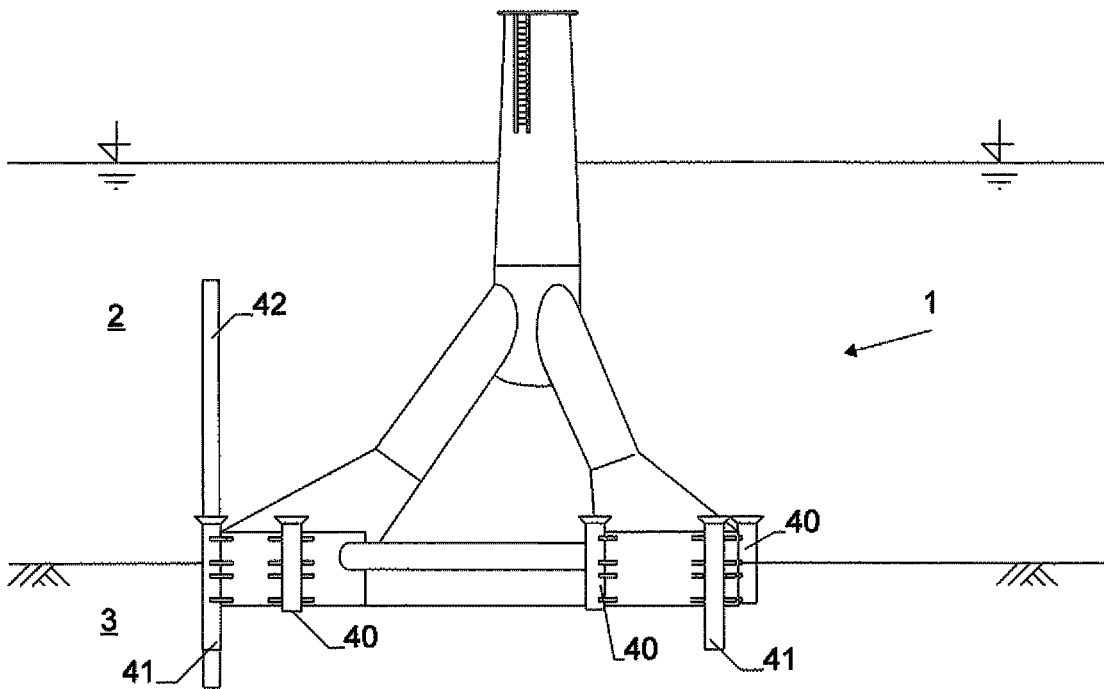


Fig. 16