



NORGE

(12) \UTLEGNINGSSKRIFT

(19) NO

(11) 172307

(13) B

(51) Int Cl⁵ F 03 B 13/18, E 02 B 9/08

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr
(22) Inng. dag
(24) Løpedag
(41) Alm. tilgj.
(44) Utlegningsdato

910380
31.01.91
31.01.91
03.08.92
22.03.93

(86) Int. inng. dag og
søknadsnummer
(85) Videreføringsdag
(30) Prioritet

Ingen

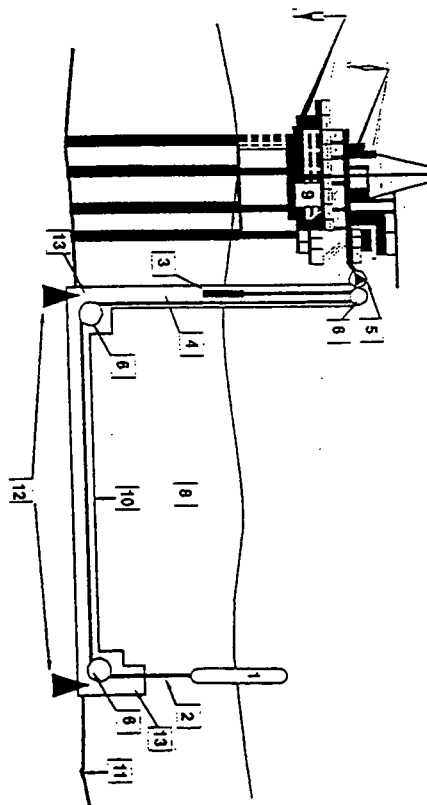
(71) Patentsøker Dyno Industrier AS - Sivile Sprengstoffer Norge, Verpen, 3475 Sætre, NO
(72) Oppfinner Jan Hans Vestre, Lier, NO
(74) Fullmektig Arne Sundnes, Norsk Hydro AS, Oslo

(54) Benevnelse System for utnyttelse av energien i vannbølger, omfattende flytelegeme forbundet med motvekt

(56) Anførte publikasjoner DE 2822711, GB 2085974, US 1037041, 1318469, 3297300, US 1454801.

(57) Sammendrag

Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for utnyttelse av energien i vannbølger, omfattende minst ett flytelegeme (1) forbundet med motvekt (3) samt anordninger for overføring av den vertikale bevegelse til flytelegemene (1) til mekanisk, elektrisk eller stillingsenergi. Hvert flytelegeme (1) er festet til den ene ende av en forbindelseslinje (2) som i sin andre ende er festet til en motvekt (3) plassert inne på land, en øy eller en plattform (9). Overføringen av bevegelsen til flytelegemene (1) oppnås ved at forbindelseslinjen (2) går via minst to overføringsanordninger (6). Forbindelseslinjen (2) kan gå via to overføringsanordninger (6) i en kanal (10) i undergrunnen og via en tredje overføringsanordning (6) til et vertikalt kammer (4) hvor motvekten (3) er festet i enden av forbindelseslinjen (2) som overfører bølgeenergi til et turbin/generator-system i et landbasert kraftverk (9) eller på en plattform (9). Flytelegemets (1) bevegelse kan også overføres til land eller plattform ved hjelp av en ubeskyttet wire (2) via en første overføringsanordning (6) festet til bunnen (11) med en forankring (12).



Foreliggende oppfinnelse vedrører et system for utnyttelse av energien i vannbølger, omfattende minst ett flytelegeme som holdes delvis neddykket på sjø/havoverflaten av motvekt. Flytelegemet er festet til den ene ende av en forbindelseslinje som i sin andre ende er festet til motvekten plassert inne på land, en øy eller en plattform. Systemet omfatter også anordninger for overføring av den vertikale bevegelse til flytelegemet til mekanisk, elektrisk eller stillingsenergi.

Vitale deler av et bølgekraftverk for utnyttelse av flytelegemets vertikale bevegelser er plassert på land eller en plattform.

Den potensielle energien i havbølger er stor. Utenfor den norske vestkysten er den årsgjennomsnittlige bølgeenergien de siste 26 år ca. 50 kW/m (ISBN 82595 2649-2), dvs. at over en strekning på 251 km er det like mye potensiell energi som hele Norges elektriske forbruk på 110.000 GWh/år.

Under kraftige stormer og orkaner kan energifluksen komme opp i over 1 MW/m. Det er viktig at et bølgekraftverk tåler slike ekstreme påkjenninger som storm og orkan, uten å havarere og samtidig utnytte energien under disse ekstreme forholdene. Mye av den årsgjennomsnittlige bølgeenergien kommer nettopp fra slike store stormer.

Et generelt problem ved bølgekraftverk er at de fleste typer er avhengige av direkte forankring i havbunnen. Ved storm/orkan er disse forankringspunktene svakhetssoner og kan være havariårsak.

I mange tilfeller betyr det også at man får et totalhavari på hele bølgekraftverket.

Det finnes i dag ingen kommersielt drevne bølgekraftverk, på tross av at det de siste 15 årene er nedlagt meget store forskningsressurser både i Norge og i verden forøvrig.

Det har vært arbeidet mye med ulike typer bøyer som generer strøm ved at de følger bølgene opp og ned. Et slikt system er beskrevet i norsk patentsøknad nr. 742429. Videre er det fra DE 3.409.325 kjent en type bølgekraftverk hvor man anvender neddykkede flytelegemer forbundet med motvekt. Forbindelseslinjen mellom bøye og motvekt går over en akse, plassert over vannflaten, med trinse for overføring av bøyens horisontale bevegelse til rotasjonsbevegelsen som så videre utnyttes for fremstilling av elektrisk energi. Overføringsanordningen og kraftverket er plassert over vannflaten i en flytende konstruksjon forankret til bunnen, og flytelegemene går i glideføringer som også er forankret til bunnen. Hele systemet består av en hel rekke flytelegemer/motvekt, og alle disse er koblet til et felles kraftverk. Ulempen med slike anordninger er at de krever et stort antall forankringer i bunnen, samt glideføringer, og disse er da utsatt for sterke påkjenninger fra bølgene. De mest vitale og kostbare enheter utsettes for store krefter som kan oppstå under storm og uvær, og dermed blir risikoen for totalhavari stor.

Fra DE off.skrift nr. 2.822.711 er det kjent å forbinde et flytelegeme med en forbindelseslinje slik at dets vertikale bevegelse overføres til mekanisk eller elektrisk energi. Begrensningen til denne utførelse er at flytelegemet må plasseres i en vertikal sjakt inne på land og med styrt føring. Det anvendes ikke motvekt, idet man utnytter Archimedes' og Newton's prinsipp, og den her omtalte anordning er best egnet i forbindelse med tidevannskraftverk.

Videre er det i US patent nr. 1.318.469 beskrevet en anordning for utnyttelse av tidevannsenergi hvor det anvendes flytelegeme festet til en motvekt inne på land. Forbindelseslinjen er uten beskyttelse og går via en overføringssanordning festet til havbunnen. Flytelegemet, forbindeleslinje og overføringsanordning er meget utsatt for havari, bl.a. ved at festet til havbunnen rives løs av bølgekraftene som først og fremst påvirker flytelegemet.

Hovedformålet med foreliggende oppfinnelse var å komme frem til et system for utnyttelse av energien i vannbølger på en effektiv og økonomisk måte samtidig som man unngikk ulempene ved kjent teknikk, først og fremst med hensyn til risikoen for havari av vitale og økonomisk kostbare enheter.

Et annet formål var å fokusere eller konsentrere energien fra en lengre kyststrekning til ett produksjonssted på land.

Et ytterligere formål var å oppnå flest mulig av de fordeler kjente systemer har med hensyn til fleksibilitet ved utnyttelse av bølgeenergien og beskyttelse av kyststrekninger, olje/gass-plattformer og moloanlegg mot bølgeerosjon og andre skader forårsaket av kraftig sjø.

Utviklingsarbeidet startet med et nærmere studium av kjente systemer for å finne deres svakeste punkter samt årsaker til havari. Oppfinneren fant at et vesentlig problem var risikoen for totalhavari av vitale og kostbare enheter av bølgekraftverket. Selve festepunktet til installasjonen, f.eks. flytebøyen, kunne være et svakt punkt, og påkjenninger her burde reduseres. Videre spurte man seg hvordan man kunne redusere konsekvensene av brudd og resulterende havari. Utfra erfaringene med kjent teknologi og ovenstående betraktninger fant oppfinneren at han ville satse på bruk av flytelegemer forbundet med motvekter. Et system omfattende flytelegemer og motvekt festet til hver sin ende av en vertikal stang er omtalt i søkerens prioritetseldre, men ikke alment til-

gjengelige norske søknad nr. 905226. Man fant nå at i visse tilfeller ville det være enda mer fordelaktig at motvekten ble plassert inn på land/en øy eller et kammer ved en plattform, f.eks. en oljeplattform. Dette er spesielt fordelaktig når det er langt ned til fast fjell fra havbunnen eller når man har vanskelige bunnforhold. I slike tilfeller vil man kunne oppnå sikrere og mer økonomiske løsninger ved å plassere mest mulig av de vitale og kostbare enheter på land. Forbindelsen mellom bøye/motvekt måtte da være slik at den kunne overføre bøyens vertikale bevegelse via minst to overføringsanordninger, trinser, tannhjul o.l. Nevnte forbindelse kan oppnås ved hjelp av wirer, stenger, rør, kjeder o.l. Som samlebegrep for disse anvendes i det etterfølgende "forbindelseslinjer", og disse er dimensjonert utfra flytelegemets og motvektens størrelse og vekt.

Ved å feste flytelegeme og motvekt i hver sin ende av forbindelseslinjen, var da problemet å finne en enkel og billig måte å overføre energien på, samt forankring av det hele. Fordi motvektene ønskes plassert på land, en øy eller en plattform, må linjen gå over minst to trinser, tannhjul, ledehjul og/eller tromler. Den første overføringsanordningen er plassert under sjøbunnen eller i et kammer rett under bøyen. Linjen fra denne overføringsanordning og inn mot land eller plattform går i en eller annen beskyttelse i form av undersjøisk tunnel, rør på bunnen eller rør nedgravd i bunnen, eller annen beskyttende føring. På land eller på plattformen går linjen over overføringsanordning nr. 2, og rett under denne henger motvekten som trekker bøyen delvis under vann inntil bøyens oppdrift oppveier massen på motvekten. På vei mot land eller plattform kan linjen forandre retning i større eller mindre grad, og dette kan oppnås ved at linjen går over ytterligere én eller flere overføringsanordninger.

Det nye og særegne ved oppfinnelsen er at forbindelseslinjen mellom motvekt og flytelegeme går via minst tre overføringsanordninger i en luftfylt kanal og et vertikalt kammer hvor motvekten er festet

i enden av forbindelseslinjen. Kanalen og kammeret kan være anordnet i undergrunnen eller i en lukket enhet, omfattende ytterligere kamre, på havbunnen.

Systemet bygger på prinsippet med én, fortrinnsvis flere bøyer på sjø/havoverflaten, og som holdes delvis neddykket under vannoverflaten ved hjelp av motvekter plassert i hulrom på land eller i en vertikal sjakt i tilknytning til en plattform. Når det blir bølger på vannoverflaten, vil bøye/motvekt-systemet begynne å svinge opp og ned med en egen frekvens bestemt av dimensjonen på bøyen og massen på motvekten. Energien i dette svingesystemet kan utnyttes ved hjelp av flere i og for seg kjente teknikker, og den vertikale bevegelse til flytelegemet overføres via en forbindelseslinje via minst tre overføringsanordninger hvorved motvekten kan plasseres på land eller i vertikale kammer ved en plattform.

En foretrukket teknikk går ut på at de svingende motvektene eller linjene som forbinder bøye og motvekter, driver pumper som leverer væske til et sentralt reservoar. Dette reservoaret kan enten stå under trykk eller ha en gitt høydeforskjell i forhold til sjøoverflaten. Væsken fra det sentrale reservoaret kan så drive en turbin og en generator av tradisjonell type. Således får man fanget opp bølgeenergien over en stor strekning med billige innretninger, mens man bare trenger å investere i en turbin og en strømgenerator.

Det er også mulig å utforme motvektene slik at disse både fungerer som motvekt og som stempel i en stempelpumpe for levering av væske til et sentralt reservoar.

Videre er det også mulig å utnytte energien fra det svingende motvektsystemet ved å ha generatorer knyttet til hver enkelt motvekt eller at elektrisiteten induseres direkte fra bevegelsen til motvektene.

Det foretrekkes at bøyene på vannoverflaten er utformet som sylindere, men en hvilken som helst form vil selvsagt kunne fungere. Det primære ved valg av bøyer er kostnad sett i relasjon til virkningsgrad. Man må også vurdere sannsynligheten for skader og havari og velge form og materiale ut fra dette. Størrelsen på og avstanden mellom bøyene kan man optimalisere utfra forsøk og beregninger.

For å kunne utnytte bølge- eller tidevannsenergien på den mest effektive måte kan man tenke seg at bøye/motvekt-systemet låses i en gitt posisjon for en kortere eller lengre tid for så å slippes løs på det rette tidspunkt.

En annen alternativ metode for endring av svingetiden til bølge/-motvekt-systemet er å plassere motvekten slik at den kan bevege seg opp og ned langs et skråplan hvis vinkel til vertikalaksen kan reguleres.

Det spesielle ved oppfinnelsen er som definert i de tilknyttede patentkrav.

Oppfinnelsen vil nå bli nærmere forklart i forbindelse med omtale av figurene.

Fig. 1 viser et system hvor forbindelseslinjen mellom bøye/motvekt føres til land via underjordisk kanal.

Fig. 2 viser et system hvor forbindelseslinjen bøye/motvekt føres til en plattform via kanal plassert på havbunnen.

Fig. 3 viser et system hvor forbindelseslinjen bøye/motvekt føres via en første overføringsanordning plassert i undergrunnen.

I fig. 1 er illustrert et system omfattende minst ett flytelegeme eller en bøye 1 forbundet med motvekt(er) 3 som er plassert inne på land/øy. Motvekten 3 befinner seg i en sjakt 4. Bøyen 1 og motvekten 3 er koblet sammen med en forbindelseslinje 2. Denne linjen 2 kan bestå av én eller flere wirer, stenger, rør, kjeder o.l. og forandrer retning ved hjelp av minst to overføringsanordninger 6. Overføringsanordningen 6 kan enten være trinse, tannhjul, ledehjul, trommel e.l., og overføringsanordningen 6 direkte over motvekten 3 kan eksempelvis brukes til å drive en pumpe 5 som leverer vann til et høyereliggende reservoar 7 gjennom ledningen 14. Fra reservoaret 7 renner vannet ut i sjøen 8 via et tradisjonelt kraftverk 9. Linjen 2 kan føres til land på mange ulike måter, men som vist i denne figur er linjen 2 her ført til land gjennom en tunnel 10 under sjøbunnen 11.

I fig. 2 er illustrert et system omfattende minst én bøye 1 forbundet med motvekt 3 som beveger seg i luftfylte rør 4. Såvel bøyene 1 som rørene 4 kan være plassert i en krans rundt plattformen 9 og demper bølgepåkjenningen på oljeplattformen 9. Linjen 2 som forbinder bøye 1 og motvekt 3 vil i dette eksempel bevege seg frem og tilbake i et luftfylt rør 10. Linjen 2 forandrer retning ved hjelp av to overføringsanordninger 6 plassert i kammer 13 og overføringsanordningen 6 på toppen av sjakten 4. Kamrene 13, røret 10 og sjakten 4 kan være sammenbygd i en konstruksjon som står på havbunnen 11 og festet til denne ved hjelp av skjørt eller spesielle forankringer 12. Energien fra de svingende motvektene 3 kan tappes på mange ulike måter, men som vist i fig. 2 tenker man seg at overføringsanordningen 6 driver en pumpe 5 som leverer væske under trykk, som igjen driver en generator på plattformen 9.

I fig. 3 er vist en tredje metode å overføre energien til land/øy/plattform. Bøyen 1 er her forbundet med en kraftig stang/rør 2 som går gjennom vanntette føringer i sjøbunnen 11 til et underjordisk kammer 13 hvori det er montert en stor trommel 6. Over denne overføringsanordning/trommel 6 går én eller flere wirer 2 til

motvekten på land/øy/plattform gjennom en kanal 10. Når motvektene drar i wiren 2 vil en tannkrans på trommelen 6 som står i forbindelse med en fortanning på stangen 2, trekke bøyen 1 delvis under vann.

Dersom foreliggende bølgekraftverk plasseres i områder med stor forskjell mellom flo og fjære, vil også tidevannet gi et energibidrag. Et bølgekraftverk bestående av f.eks. 100 bøyer som hver har en motvekt på 300 tonn, har et potensielt energibidrag fra flo og fjære på ca. 0,6 GWh pr. år når forskjellen mellom flo og fjære er 10 m som i den engelske kanal.

Det ligger også innenfor oppfinnelsens ramme å velge plasseringen slik at man kan kombinere vanlig vannkraft med bølgeenergi. Ved å bruke bølgekraftverket til å pumpe vann til et høyereliggende basseng kan man gjennom et konvensjonelt vannkraftverk både utnytte bølgeenergien og nedbøren i området. Med en årlig nedbørsmengde på 2000 mm og en fallhøyde på 200 m vil man få et årlig energibidrag fra nedbøren på ca. 1 GWh pr. km² nedbørsfelt der all nedbøren avrenner til bassenget. På denne måten kan man utnytte nedbørsfelter som ellers ikke ville være kommersielt utnyttbare.

En annen mulig effekt man kan få dersom man velger å pumpe vannet til et høyereliggende basseng er at dette bassenget også kan tenkes utnyttet til fiskeoppdrett. Fordelen med dette ville være at anlegget ikke er utsatt for vær og vind, og at vannet som pumpes opp til bassenget kan tas fra ulike dyp slik at gunstigst mulig sjøtemperatur kan oppnås og eventuelle forurensninger, bl.a. fra alger, kan unngås.

Med en slik kombinasjon av bølgekraftverk og en rekke andre anvendelser som antydnet i det ovenfor nevnte, er det mye større muligheter for en økonomisk utnyttelse av bølgekraft fordi omkostningene både ved anleggelse og drift blir delt mellom flere ulike interessenter.

Ved systemet ifølge oppfinnelsen er det kun en liten og relativt billig del som eksponeres direkte for bølgene og som kan tenkes å få problemer med havari etc. De store investeringer og dyre komponentene ved kraftverket er trygt anbragt inne på land eller på en plattform, og risikoen for totalhavari er minimal. Videre er det mulig, dersom værforholdene skulle bli for ekstreme, at bøyene helt eller delvis kan trekkes under vannflaten for således å minske påkjenningen på disse. Dette kan enten oppnås ved at motvektene økes eller at bøyene delvis fylles med vann. På denne måten er det også mulig å minske egenfrekvensen slik at man bedre kan utnytte bølger med større bølgelengde som forekommer hyppigere ved storm/orkan.

Det viser seg også mulig ved hjelp av wire o.l. som går via flere overføringsanordninger, å fokusere eller konsentrere energien fra en lang kyststrekning til ett produksjonssted på en bedre måte enn ved den kjente fokusering ved linseprinsippet.

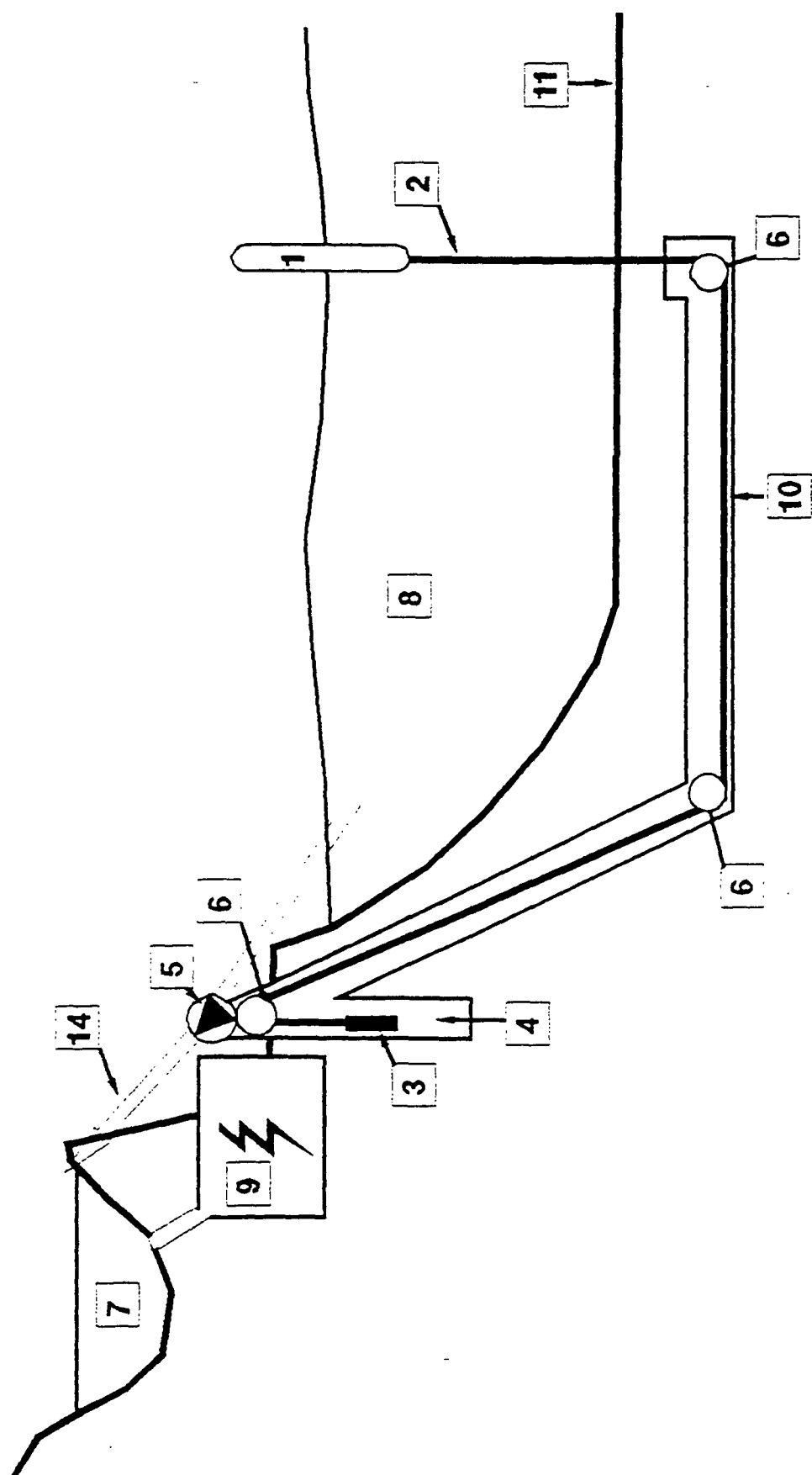
Svingetiden til bøye/motvekt-systemet kan også som ovenfor nevnt endres ved at bøye/motvekt-systemet låses i hvilken som helst posisjon for kortere eller lengre tid for på denne måten bedre å utnytte bølge- og/eller tidevannsenergien.

System ifølge oppfinnelsen, omfattende anordning av forbindelseslinjen via minst tre overføringsanordninger i undergrunnen eller en lukket enhet på havbunnen, vil også kunne gi sikrere og mer økonomiske løsninger enn kjent teknikk når der er vanskelige bunnforhold og/eller geologi der det er aktuelt å plassere anordningene for utnyttelse av bølgeenergien.

I tilknytning til oljeplattformer, bl.a. i Nordsjøen, kan det anvendes et bølgekraftverk ifølge oppfinnelsen. I tillegg til å produsere kraft eller varme via en varmepumpe vil bølgekraftverket kunne beskytte oljeinstallasjonene mot store bølger.

Patentkrav

1. System for utnyttelse av energien i vannbølger, omfattende minst ett flytelegeme (1) som holdes delvis neddykket på sjø/havoverflaten av motvekt (3), idet flytelegemet (1) er festet til den ene ende av en forbindelseslinje (2) som i sin andre ende er festet til motvekten (3) plassert inne på land, en øy eller en plattform (9), samt anordninger for overføring av den vertikale bevegelse til flytelegemene (1) til mekanisk, elektrisk eller stillingsenergi, hvor vitale deler av et bølgekraftverk for utnyttelse av flytelegemets (1) vertikale bevegelser er plassert på land eller en plattform (9),
k a r a k t e r i s e r t v e d a t
forbindelseslinjen (2) går via minst tre overføringsanordninger (6) i en luftfylt kanal (10) og et vertikalt kammer (4) hvor motvekten (3) er festet i enden av forbindelseslinjen (2), idet kanalen (10) og kammer (4) kan være anordnet i undergrunnen eller i en lukket enhet, omfattende kamre (13), på havbunnen (11).
2. System ifølge krav 1,
k a r a k t e r i s e r t v e d a t
én av overføringsanordningene (6) er plassert rett under flytelegemet (1) i et undersjøisk kammer (13) tilknyttet kanalen (10) hvorigjennom forbindelseslinjen (2) føres til land eller plattform, og at nevnte overføringsanordning (6) er en i og for seg kjent trommel med en tannkrans som er i inngrep med en tannkrans på linjen (2), hvorved legemet (1) kan trekkes delvis under vann.



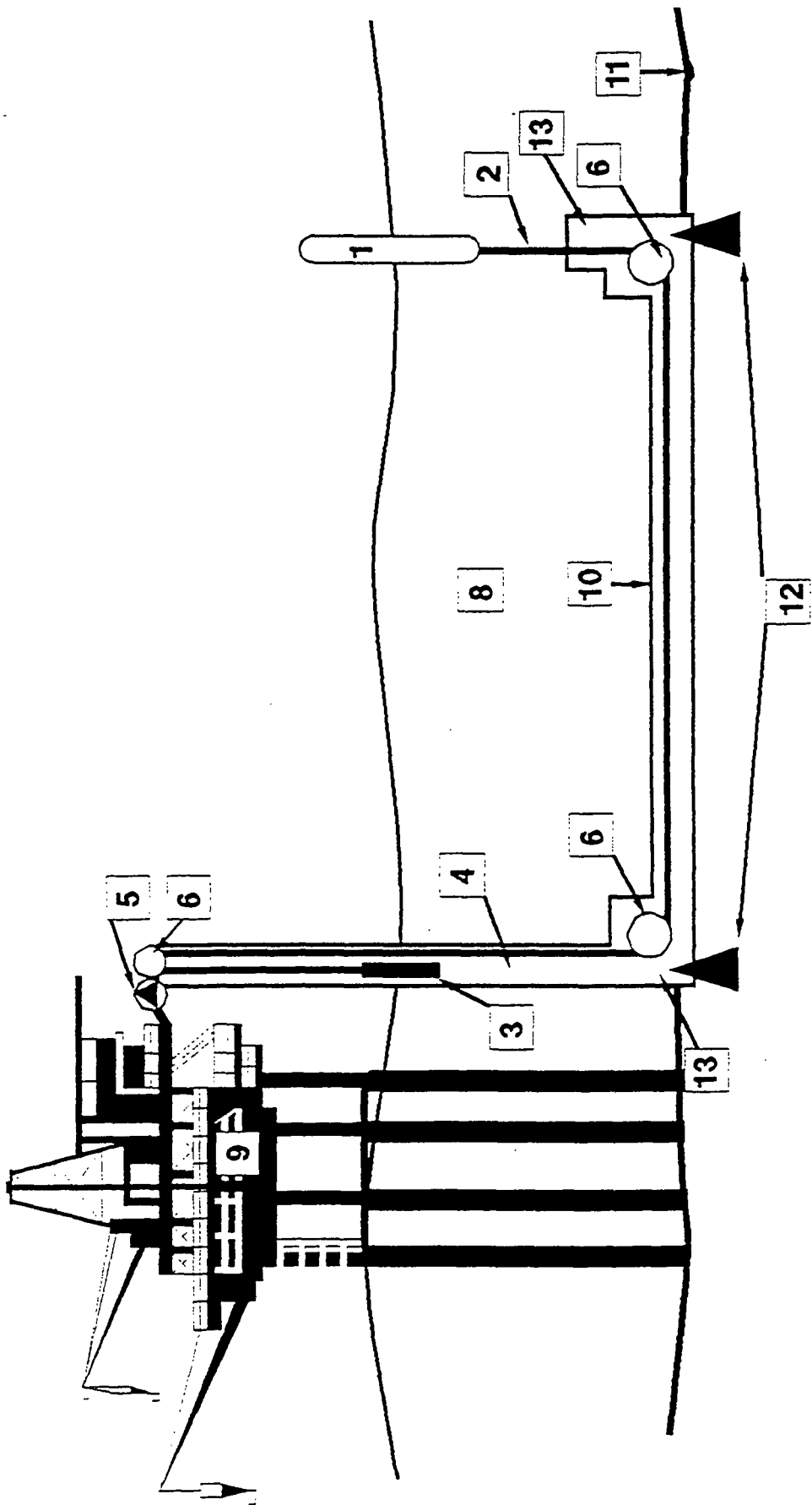


Fig.2

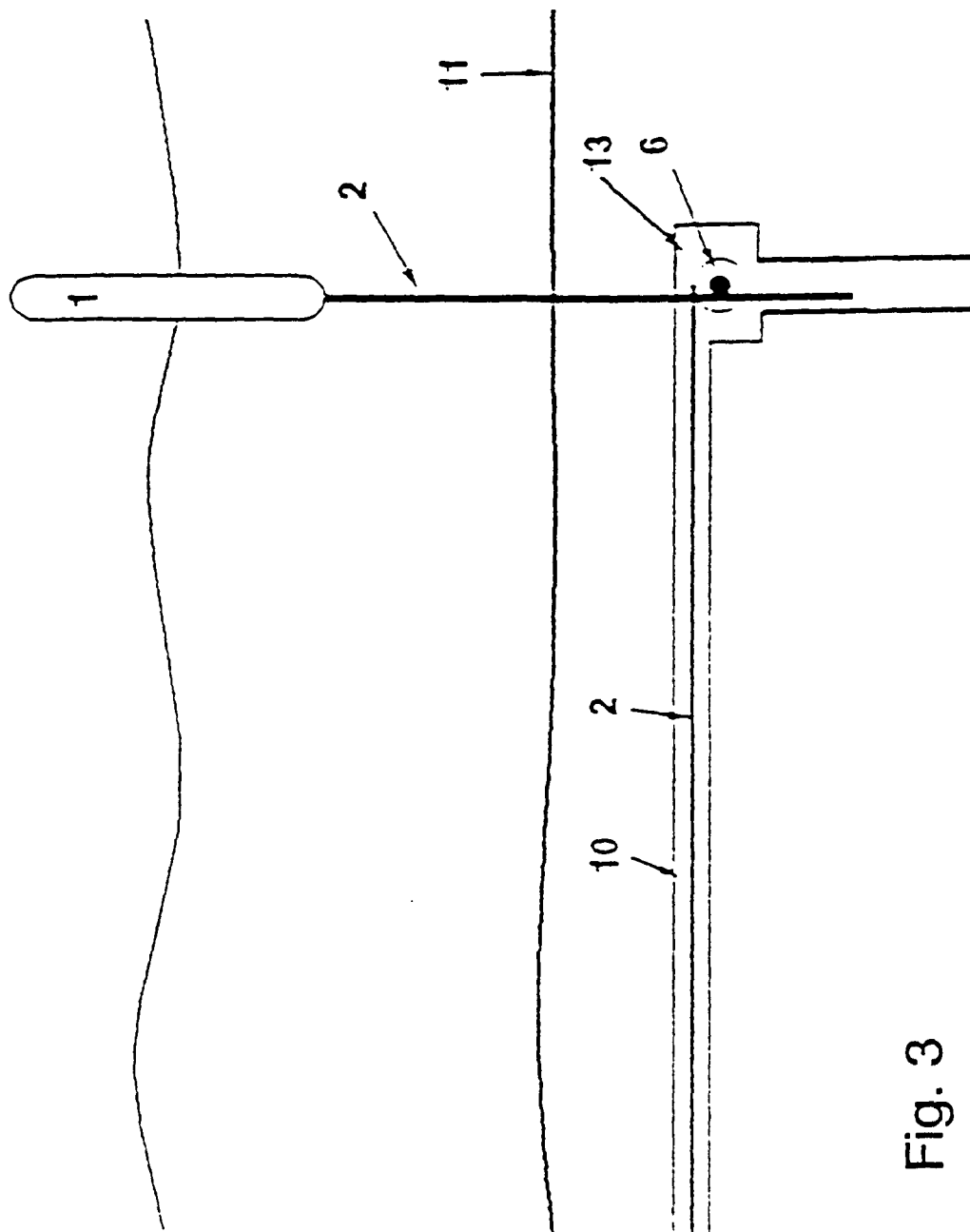


Fig. 3