



**NORGE**

**[NO]**

**STYRET  
FOR DET INDUSTRIELLE  
RETTSVERN**

**[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 135909**

(51) Int. Cl.<sup>2</sup> E 02 D 21/00, E 02 B 17/00,  
E 02 D 27/52

(21) Patentsøknad nr. 1541/72

(22) Inngitt 02.05.72

(23) Løpedag 02.05.72

(41) Alment tilgjengelig fra 05.11.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 14.03.77

(30) Prioritet begjært Ingen.

(54) Oppfinnelsens benevnelse Marin konstruksjon.

(71)(73) Søker/Patenthaver OLAV MO,  
Grønsundveien 94,  
1370 Asker.

(72) Oppfinner Søkeren.

(74) Fullmektig A/S Oslo Patentkontor Dr. ing. K. O. Berg, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner Norsk patent nr. 26091, 69100.  
Britisk patent nr. 703089  
Dansk patent nr. 119870  
US patent nr. 1727085, 2475888, 2622404,  
2895301, 3054268, 3389562

Foreliggende oppfinnelse angår en marin konstruksjon beregnet på å settes på en sjøbunn bestående av øvre ikke-bærende bunnskikt og underliggende bærende skikt. Den marine konstruksjon omfatter en senkekasse av betong som er beregnet på å rage opp fra sjøbunnen og som er utstyrt med et fundament som, når konstruksjonen senkes ned på sjøbunnen, presses ned gjennom de øvre ikke-bærende skikt og ned i de underliggende skikt for understøttelse av konstruksjonen. Fundamentet omfatter et flertall nedad åpne skjørt som rager ned fra konstruksjonens underside og som danner en integrert enhet med denne.

Konstruksjonen i henhold til foreliggende oppfinnelse omfatter en marin konstruksjon som fortrinnsvis er beregnet på å benyttes på store dyp, for eksempel på dyp som overstiger ca. 100 m og på å operere i farvann hvor særdeles grov sjø kan forekomme. Den marine konstruksjon er således beregnet for å utsettes for ekstremt store miljøbelastninger. For å kunne overføre så store krefter til sjøbunnen uten at grunnen svikter eller at konstruksjonen flytter på seg eller bikker over, er det nødvendig med et så stort fundamentareal som mulig. Videre er det nødvendig å kunne overføre de opptredende krefter og momenter ned til bunnskikt som er i stand til å kunne motstå slike belastninger.

Det er fra dansk patentskrift nr. 119.870 tidligere kjent en senkekasse av betong som er utstyrt med et undersjøisk fundament som skal kunne presses ned i sjøbunnen uten forutgående bearbeiding av denne. Fundamentet består av minst tre hule og avskilte rørformede støtteben som presses delvis ned i sjøbunnen. Hensikten med støttebenene er å tilveiebringe en grunn konstruksjon som eliminerer behovet for forberedende bearbeidelse av sjøbunnen og som muliggjør en viss justering av senke-

kassens vertikale stilling etter plassering. I og med at senkekassens underside, med unntak av arealet innom de tre støttene, ikke er i kontakt med grunnen, vil senkekassen fungere som en konstruksjon opplagret på tre ben og med et lite fundamentareal. Senkekassen i henhold til ovennevnte danske patentskrift vil således kun kunne motstå små bølgebelastninger, og i alle fall ikke bølgebelastninger av en slik størrelse som en gravitasjonskonstruksjon for eksempel stående i Nordsjøen utsettes for. Det skal dessuten tilføyes at det effektive fundamentareal, som utgjøres av arealet innenfor støttebenene, er lite i forhold til senkekassens horisontalareal.

Videre er det fra U.S. patentskrift nr. 2.622.404 kjent en sylindrisk senkekasse som skruses ned i sjøbunnen ved hjelp av overflatefartøy. For å muliggjøre nedskruingen er senkekassens fundament utstyrt med grave- og skrapeinnretninger i form av spiralflater. Fundamentet omfatter ett eneste skjørt som er plassert langs senkekassens periferi. Fra U.S. patentskrift nr. 3.054.268 er det videre kjent en senkekasse av betong som også er utstyrt med ett eneste periferisk skjørt. Dette skjørt er beregnet på å presses ned i sjøbunnen ved hjelp av senkekassens vekt samt ekstra ballast i ballast-tankene. Skjørtet i henhold til ovennevnte U.S. patentskrift nr. 3.054.268 er imidlertid ikke beregnet på å presses så dypt ned i sjøbunnen at også dypere liggende bunnskikt blir direkte medvirkende ved fundamenteringen av senkekassen, men er kun benyttet for å hindre erosjonsundergraving. Sikker fundamentering er derimot tilveiebragt ved hjelp av et flertall peler som drives ned i det faste bunnskikt etter at skjørtet er penetrert. Det er således pelene og ikke skjørtet som utgjør fundamentet for senkekassen i henhold til ovennevnte U.S. patentskrift nr. 3.054.268. Ved å benytte kun et periferisk liggende skjørt uten peler som vist i ovennevnte to U.S. patentskrifter vil senkekassen hverken kunne stabiliseres mot bevegelse i vertikalplanet eller mot vippebevegelser forårsaket av momentbelastninger. Heller ikke er det mulig å rette opp senkekassen ved å variere trykket inne i skjørtet.

Skjørtene ifølge foreliggende oppfinnelse må ikke forveksles med konvensjonelle skjærkanter, idet virkningen i praksis er helt forskjellig. En skjærkant kan nok ha en viss verdi mot erosjonsundergraving, og vil likeledes kunne forhindre glidning i fugen mellom senkekasse og grunn. Skjærkantene er imidlertid uten virkning overfor geotekniske forhold i dybden, og disse er som regel avgjørende.

Hensikten med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe et forbedret fundamenteringssystem for store marine konstruksjoner.

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det derfor foreslått å anordne i det minste enkelte av skjørtene ved siden av hverandre for dannelse av en kontinuerlig og tett barriere langs konstruksjonens periferi, samt skjørt for oppdeling av det areal som ligger innenfor periferien, hvorved hele arealet innenfor konstruksjonens periferi danner fundamentareal for konstruksjonen.

I og med at barrieren er utført tett, vil den omsluttete bunnmasse inne i skjørtene ikke kunne unnvike og er derfor i stand til å ta trykk- og "strekkekrefter". (Reduksjonen i porevannstrykket vil virke som en strekkraft). Horisontale krefter overføres direkte fra konstruksjonen gjennom de bæredyktige skjørt til det bæredyktige bunnskikt. Følgelig vil hele konstruksjonens grunnareal utgjøre fundamenteringsarealet. Ved bruk av skjørtene i henhold til foreliggende oppfinnelse stabiliseres dessuten konstruksjonen mot vertikale og horisontale forskyvninger samt mot å bikke over. Siden hvert av skjørtene i fundamentert stand sammen med konstruksjonens bunn og sjøbunnen danner et lukket volum, vil en bevegelse av konstruksjonen oppad forårsake et "undertrykk" inne i skjørtene som derved motvirker bevegelsen oppad, mens en bevegelse nedad vil forårsake et økt trykk inne i skjørtene og derved tilsvarende motstand mot bevegelsen nedad. Ved bikking vil et "undertrykk" oppstå i de skjørt som beveges oppad, mens et tilsvarende "overtrykk" vil oppstå i de skjørt som beveges nedad, hvilke "under- og overtrykk" vil motvirke bikkingen. Konstruksjonen vil i tillegg stabiliseres av friksjon/adhesjon langs skjørtenes vegger samt

av passivt jordtrykk. Friksjonen/adhesjonen langs skjørtveg-  
gene fører til at strekk-krefter kan opptas av fundamentet.

Ved bruk av separate skjørt er det dessuten mulig å manipulere  
med trykket inne i de forskjellige skjørt under penetrasjons-  
fasen for derved å korrigere konstruksjonens vertikalitet.

De konvensjonelle fundament for gravitasjonskonstruksjoner er  
avhengig av store nedoverrettede vertikalkrefter for å forhin-  
dre glidning eller velting. Slike store vertikale krefter kan  
være vanskelig å tilveiebringe, blant annet fordi en neddykket  
konstruksjon under bølgebelastning samtidig med de andre be-  
lastninger også utsettes for betydelig oppadrettede krefter  
som vil motvirke egenvekten. Det er dessuten en grense for  
hvor store vertikalkrefter grunnen kan ta. Endelig er det en  
grense for hvor stor egenvekten kan være dersom konstruksjonen  
skal fløtes. En stor egenvekt har dessuten den ulempe at set-  
ningene blir store, noe som er særlig aktuelt på dårlig grunn.  
Ved en konstruksjon i henhold til foreliggende oppfinnelse vil  
disse problemene bli vesentlig redusert. Ved at det mobilise-  
res passivt jordtrykk, friksjons/adhesjonskrefter samt krefter  
på grunn av "undertrykk" inne i skjørtene blir en langt mindre  
avhengig av store vertikalkrefter. Hvis skjørtet gjøres dypt  
nok, kan vertikalkreftene reduseres, eventuelt helt ned til  
null. Dette kan oppnås ved å pumpe vann ut av senkekassen et-  
ter at skjørtene er presset ned til den forutsatte dybde. I  
et slikt tilfelle vil den marine konstruksjon "flyte" og grun-  
nen blir bare belastet med miljøkrefter og ikke med egenvekt.  
Setningene vil derved bli minimale, idet disse kun vil bli et  
resultat av kortvarige ytre laster, mens setning på grunn av  
konstruksjonens vekt forsvinner.

To ytterligere fordeler med foreliggende fundament sammenlignet  
med et konvensjonelt fundament skal nevnes: Resultanten vil  
få mindre eksentrisitet ved store momentbelastninger. Reak-  
sjonskraften blir derved fordelt over en større flate og maksi-  
malt trykk blir mindre. Dessuten vil det ikke oppstå tendenser  
til at fundamentet løfter seg i bakkant og følgelig heller ingen  
fare for at ut- og innstrømmende vann kan erodere grunnen under  
fundamentet.

For bedre å forstå og for å vise hvordan konstruksjonen kan utføres i praksis skal en utførelsesform av denne beskrives nærmere under henvisning til tegningene, hvor:

figur 1 viser skjematisk bruddflaten for et konvensjonelt fundament ved ren horisontal belastning;

figur 2 viser det tilsvarende bilde for fundamentet i henhold til foreliggende oppfinnelse;

figur 3 viser skjematisk bruddflaten for det konvensjonelle fundament ved ren vertikal belastning;

figur 4 viser det tilsvarende bilde for fundamentet i henhold til foreliggende oppfinnelse;

figur 5 viser skjematisk bruddflaten for det konvensjonelle fundament ved kombinert vertikal, horisontal og moment belastning, det normale tilfelle;

figur 6 viser det tilsvarende bilde for fundamentet i henhold til foreliggende oppfinnelse;

figur 7 viser skjematisk grunnbelastningen for det konvensjonelle fundament ved kombinert vertikal og moment belastning;

figur 8 viser det tilsvarende bilde for fundamentet i henhold til foreliggende oppfinnelse;

figur 9 viser et vertikalriss delvis i snitt av en marin oljeplattform utstyrt med et fundament i henhold til foreliggende oppfinnelse; og

figur 10 viser et horisontalsnitt langs linjen 1-1 på figur 9.

Figurene 1-8 viser rent skjematisk hvordan et fundament i henhold til foreliggende oppfinnelse vil virke sammenlignet med konvensjonelle fundament konstruksjoner. De stiplede linjene på figurene 1-6 indikerer bruddflatene. Figurene 1, 3, 5 og 7 viser en caisson 1 som er fundamentert på sjøbunnen 14 ved

hjelp av konvensjonelle skjærkanter 2, mens figurene 2, 4, 6 og 8 viser tilsvarende caisson 1 utstyrt med skjørt 3 i henhold til foreliggende oppfinnelse. Som vist på figur 1 kan nok den konvensjonelle skjærkant 2 forhindre direkte glidning i fugen mellom caissonen 1 og sjøbunnen 14, men glidefugen flyttes bare nedover til spissen av skjørtkanten og forholdene blir ikke i særlig grad bedret. Ved å benytte lange skjørt 3 som vist på figur 2 blir derimot glideflaten flyttet ned til nivået 4, der de mobiliserte skjærkrefter normalt vil være langt større enn i overflateskiktet. I tillegg fås et passivt jordtrykk i forkant og et aktivt jordtrykk i bakkant som tilsammen gir en betydelig motkraft. I tillegg oppnås friksjonskrefter langs de yttervegger som ligger parallelt med kraften.

Figur 3 og 4 viser forholdene ved ren vertikal belastning. Det sees umiddelbart av figur 3 at effekten av en liten skjærkant 2 er ubetydelig. Ved å benytte lange skjørt 4 i henhold til foreliggende oppfinnelse som vist på figur 4, vil derimot det arealet som skjærkraften virker på øke samtidig som at en del av glideflaten vil gå ned i dypere (og som oftest bedre) jordlag.

Figur 5 og 6 viser et eksempel på forholdene ved kombinert horisontal, vertikal og moment belastning, det normale tilfellet. Også her vil skjørtet 3 i henhold til foreliggende oppfinnelse virke stabiliserende på lignende måte som for ren vertikal belastning. Det arealet som skjærkraften virker på vil øke sammenlignet med tilsvarende areal for de konvensjonelle skjærkanter. Dessuten vil glideflaten gå ned i et dypere jordlag.

Figur 7 og 8 viser forskjellen i grunnbelastning (det skraverte området). Friksjon/adhesjon langs skjørtveggene fører til at strekkrefter kan opptas av fundamentet. I kohesjonsjordarter vil også strekk kunne opptas i horisontalfugens nivå 4 (figur 2), idet en bevegelse oppover vil lede til undertrykk i denne fugen. At strekkrefter kan opptas gir store fordeler, blant annet ved at resultantene vil få mindre eksentrisitet ved store momentbelastninger. Skjørtet gir mindre grunntrykk absolutt og dessuten oppstår maks. grunntrykk i større dybde.

Figur 9 viser et vertikallriss delvis i snitt av et forslag til en plattform for plassering i Nordsjøen. Plattformen skulle plasseres på et felt hvor de øverste 4 m besto av bløt leire med en skjærfasthet på ca.  $1 \text{ t/m}^2$  og deretter økende til ca.  $5 \text{ t/m}^2$  på 20 m dyp. Det ble forsøkt å løse fundamenteringsproblemet med et konvensjonelt overflatefundament av korte skjærkanter. Dette måtte imidlertid oppgis da det viste seg umulig å konstruere et fundament som resulterte i tilstrekkelig små skjærbelastninger i leiren. Selv om det hadde vært mulig å benytte de konvensjonelle skjærkanter, ville langtidssetninger på flere meter ha forhindret en sådan løsning i alle fall.

Ved å introdusere skjørt i henhold til foreliggende oppfinnelse ble fundamenteringsproblemet løst på en tilfredstillende måte.. Plattformen ville da i realiteten være fundamentert på en leire med fem-dobbelt skjærfasthet i forhold til overflateskiktet, idet den leire som ville ligge innenfor skjørtveggene i praksis ville virke som en del av caissonen. Resultatet var at sjøbunnen uten vansker kunne oppta de påførte krefter og momenter samtidig som setningene ville bli minimale.

En særlig foretrukket utførelse av både caisson og skjørt er vist på figur 9. Caisson 1 består av en rekke vertikale sylindriske celler 8 som henger monolitisk sammen i berøringslinjene. Enkelte av cellene 8 i caissonen er forlenget opp over havflaten for dannelsen av dekkunderstøttende tårn 11. De ikke-forlengede celler 8 er avsluttet i begge ender med en skallkonstruksjon 7, 10. Ved sin nedre ende er caissonen utstyrt med et fundament bestående av et flertall skjørt 3. I det minste enkelte av nevnte skjørt 3 er anordnet ved siden av hverandre langs konstruksjonens periferi og er forbundet med hverandre for dannelsen av en kontinuerlig og tett barriere langs konstruksjonens periferi. Videre er undersiden av caisson utstyrt med skjørt for oppdeling av det areal som ligger innenfor barrieren. Derved vil hele arealet innenfor konstruksjonens periferi kunne danne fundamentareal for konstruksjonen. Skjørtene 3 rager ned fra caissonens underside, er nedad åpne og danner en integrert enhet med caissonen. Skjørtet kan gis en rekke forskjellige utforminger. Normalt er skjørtene satt sammen av enheter som



er anordnet langs caissonens ytterkant for dannelsen av en barriere. Dessuten er rommet innenfor oppdelt av skjørtenheter. I dette tilfellet er skjørtene formet som en forlengelse av cellene i caissonen, hvilket er en statisk fordel. En foretrukket form er å la skjørtene bestå av sylindriske enheter som henger sammen langs berøringslinjene.

Skjørtene står i forbindelse med pumpesystemer (ikke vist) slik at vann kan fjernes/pumpes inn i de rom som avgrenses av caissonens underside, skjørtbarrieren og sjøbunnen. Derved tilveiebringes muligheter for å suge caissonen ned i sjøbunnen eller å presse den opp fra denne.

Ballasten i cellene består av sand 13 og vann 12.

Ved installasjon av plattformen ute på feltet pumpes vann inn i cellene hvorved plattformen synker ned mot sjøbunnen og skjørtene presses ned i denne, fortrinnsvis så langt ned at caissonens bunn hviler mot havbunnen. Under penetreringen av skjørtene pumpes det i skjørtene innestengte vann ut, for derved å muliggjøre penetreringen. Dersom ikke vekten av plattformen pluss ballast er tilstrekkelig for å presse skjørtene ned til ønsket dybde, kan man fortsette å pumpe vann ut av skjørtene. Derved kan det skapes et "undertrykk" under caissonen som vil suge denne videre nedover.

Ved å benytte skjørtene i henhold til foreliggende oppfinnelse kan caissonen eventuelt fjernes blant annet ved å pumpe vann inn i skjørtene. Derved skapes en oppadrettet kraft som bidrar til å heve plattformen.

Ved innpumpingen av vann kan det teoretisk tenkes at det blir vanskelig å få vannet til å trenge inn mellom caissonens bunn og sjøbunn. For å forebygge dette kan caissonens underside være forsynt med et vannpermeabelt skikt. Skiktet kan f.eks. være dannet av en lager betong. Videre skal det anføres at den nederste del av skjørtene kan være formet som en egg for å lette nedtrengingen i sjøbunnen. Utstyr for spyling kan også være montert på den nedre del for derved å lette nedpressingen. Skjørtene kan være utført både i betong og stål.

Det er i det foregående lagt særlig vekt på selve den statiske fundamentering på sjøbunnen. Det skal imidlertid bemerkes at fundamentet i henhold til foreliggende oppfinnelse også fremviser andre fordeler. Særlig bør nevnes at en dyp nedtrengning, vil forhindre enhver form for erosjon. I sand har man også et usikkerhetsmoment ved at bølgetrykket kan forplantes gjennom grunnen. Ved å benytte et dypt skjørt vil også denne virkning bli redusert. En ytterligere viktig fordel ved skjørtene i henhold til foreliggende oppfinnelse er at det oppnås bedre oversikt over hvor opplagringstrykket vil virke, slik at caissonen kan dimensjoneres deretter. Ved et konvensjonelt "overflatefundament" risikeres alltid at konstruksjonen kan bli stående på et fåtall punkter med store lokale momenter og skjærkrefter som resultat.

Mellom de sirkulære cellene som vist på figur 9 og 10, kan det være gjennomgående, vertikale åpninger. Disse åpninger synes å ha en gunstig virkning idet oppløftskreftene reduseres, særlig på sand.

Det vil umiddelbart forstås at den på tegningene viste og foran beskrevne utforming bare er ment å skulle illustrere oppfinnelsetanker.

PATENTKRAV

1. Marin konstruksjon beregnet på å settes på en sjøbunn bestående av øvre ikke-bærende bunnskikt og underliggende bærende skikt, omfattende en senkekasse av betong som er beregnet på å rage opp fra sjøbunnen og som er utstyrt med et fundament som, når konstruksjonen senkes ned på sjøbunnen, presses ned gjennom de øvre, ikke-bærende skikt og ned i de underliggende bærende skikt for understøttelse av konstruksjonen, hvilket fundament omfatter et flertall nedad åpne skjørt som rager ned fra konstruksjonens underside og som danner en integrert enhet med denne, k a r a k t e r i s e r t v e d at i det minste enkelte av nevnte skjørt er anordnet ved siden av hverandre langs konstruksjonens periferi og er forbundet med hverandre for dannelsen av en kontinuerlig og tett barriere langs konstruksjonens periferi samt skjørt for oppdeling av det areal som ligger innenfor periferien, hvorved hele arealet innenfor konstruksjonens periferi danner fundamentareal for konstruksjonen.

2. Marin konstruksjon som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at skjørt konstruksjonen i det vesentlige er bygd opp av rørformede enheter.

3. Marin konstruksjon som angitt i krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at de rørformede enheter er forbundet med hverandre langs deres kontaktlinjer.

4. Marin konstruksjon som angitt i hvilket som helst av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t v e d at de rom som avgrenses av den marine konstruksjons underside, skjørtbarrierene og sjøbunnen er utstyrt med pumpe-systemer.

FIG. 1.

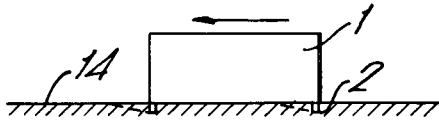


FIG. 2.

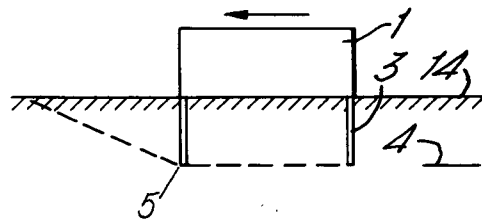


FIG. 3.

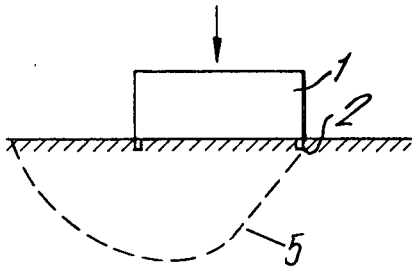


FIG. 4.

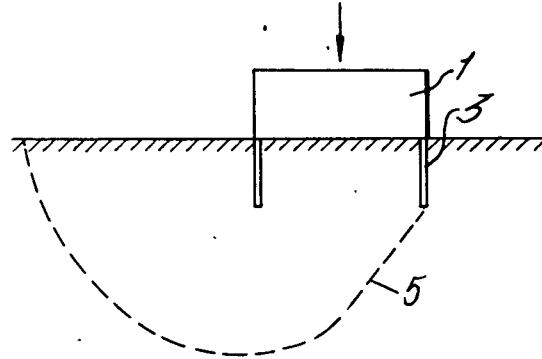


FIG. 5.

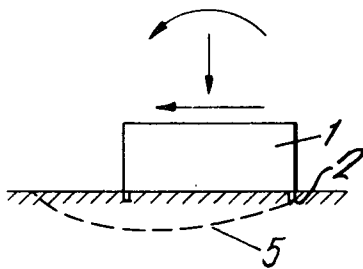


FIG. 6.

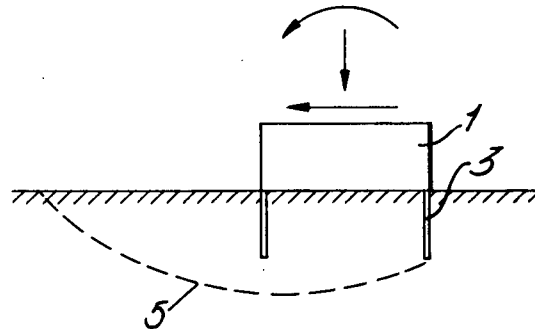


FIG. 7.

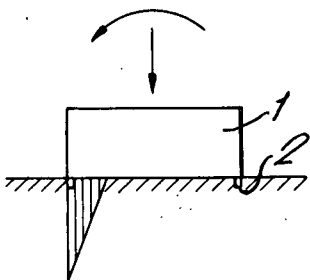
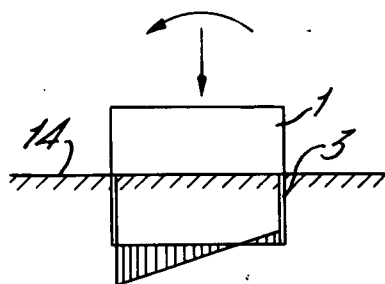


FIG. 8.



135909

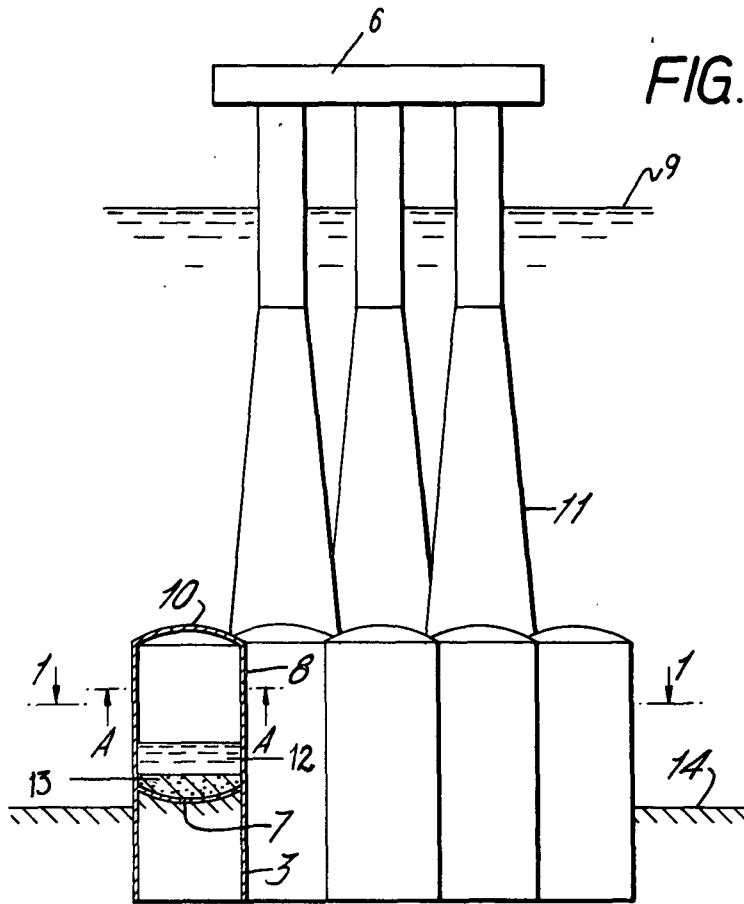


FIG. 10.

