



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **323458**

(13) **B1**

NORGE

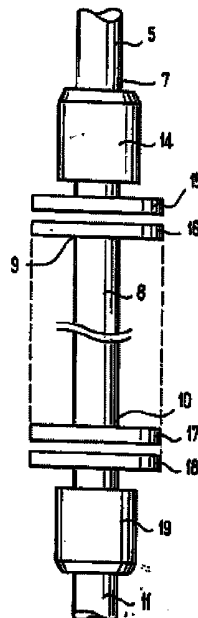
(51) Int Cl.

E21B 17/01 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20005138	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2000.03.02 PCT/FR00/00522
(22)	Inng.dag	2000.10.13	(85)	Videreføringsdag	2000.10.13
(24)	Løpedag	2000.03.02	(30)	Prioritet	1999.03.09, FR, 9902903 2000.02.21, FR, 200002126
(41)	Alm.tilgj	2000.12.13			
(45)	Meddelt	2007.05.14			
(73)	Innehaver	Technip France, ZAC Danton, 6-8, allée de l'Arche, Faubourg de l'Arche, 92400 COURBEVOIE, Frankrike			
(72)	Oppfinner	Elie Kodaissi, Rouen, Frankrike			
		Alain Coutarel, 10, rue Lefort, Gonssolin, 76130 MOUNT-SAINT-AIGNAN, Frankrike			
(74)	Fullmektig	Håmsø Patentbyrå ANS, Postboks 171, 4302 SANDNES			
(54)	Benevnelse	Et hybridstigerør for dypt vann			
(56)	Anførte publikasjoner	GB 1.452.916			
(57)	Sammendrag				

Hybridstigerør for dypt vann og av den type som omfatter en stiv midtre metalldel (8) hvis øvre ende (9) er koplet til minst ett øvre stykke (5) fleksibelt rør med forhåndsbestemt lengde, og hvis andre, nedre ende (10) er koplet til et nedre stykke (11) fleksibelt rør med en lengde som minst er lik lengden av det øvre stykke fleksibelt rør.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører et hybridstigerør for dypt vann.

Flere konfigurasjoner er blitt foreslått for transport av
5 fluidet fra feltet mellom et brønnhode og/eller en manifold og overflaten.

Konfigurasjonene som brukes, avhenger i alminnelighet av utvinningsområdet, idet parametrene som spesielt vedrører vann-
dybden og overflateenhetens horisontale og vertikale bevegel-
10 ser, tas med i betraktningen for å velge den riktige konfigurasjon og/eller type stigerør.

En første kjent konfigurasjon er den konfigurasjon som er kjent som den fritthengende konfigurasjon. I denne konfigurasjon har stigerøret på den ene side en øvre del som kan anses
15 for å være vertikal fordi den danner en vinkel på mellom 5 og 30° i forhold til vertikalplanet, og på den annen side en nedre del av hvilken én del er buet og én del er horisontal og hviler på sjøbunnen. Overgangen mellom den buete og den

horisontale del finner sted i området hvor røret først berører (lander på) sjøbunnen. I denne konfigurasjon, uansett hvilken type stigerør som brukes, vil kompensasjon for vertikalbevegelsen som forårsaker en løfteeffekt, finne sted i den nedre del av stigerøret, det vil si i landingsområdet. Denne løftingen, eller dønningsbevegelsen, fører til en vesentlig utmatting av den buete del av stigerøret.

Når et stigerør i denne fritthengende konfigurasjon består av et stivt rør eller av to konsentriske stive rør, er det kjent som et stålkjede-stigerør eller SCR (steel catenary riser); krumningsradien for den buete del som ikke må overstige den tekniske strekkgrense for metallmaterialet som SCR'et er laget av, er relativt stor, i størrelsesorden 100 meter og enda mer. En så stor krumningsradius har den effekt at den flytter landingspunktet vekk fra vertikallinjen som går gjennom forbindelsespunktene med overflateenheten, og dette begrenser bruken i produksjonsområder som omfatter flere brønner, fordi det i teorien ville være behov for ett SCR for hver brønn. Videre tolererer et SCR veldig liten vertikal variasjon for å kompensere for overflateenhetens vertikalbevegelse. Som regel må vertikalvariasjonen være mindre enn 1 til 2% av vanndybden. På lignende vis er også horisontalforskyvningene begrenset, fordi de gir ekstra utmattelse i den buete del. Til sist nødvendiggjør SCR'et bruk av et rotasjonsledd i toppen hvor det er koplet til overflateenheten.

Trass i fordelene i forhold til god varmeisolering og en akseptabel kostnad pr. lengdeenhet, er det ikke desto mindre slik at det er lite brukt når samme overflateenhet skal betjene flere brønnhoder og/eller når forflytningen av overflateenheten er stor sammenlignet med vanndybden.

Et fleksibelt rør kan brukes på dypt vann i den fritthengende konfigurasjon. Det har fordeler i forhold til SCR'et, for eksempel en betydelig mindre krumningsradius i den buete del som møter sjøbunnen, idet nevnte krumningsradius må være større enn MBR (Minimum Bend Radius - minimum bøyeradius) og er typisk i størrelsesorden 2 til 15 meter, det vil si minst ti ganger mindre enn i tilfellet av SCR'et. Videre tillater et fleksibelt rør større vertikal og horisontal bevegelse av overflateenheten takket være et bedre utmattelsesforløp. Det har imidlertid den ulempe at det er meget tungt, det fremviser ikke like god varmeisolering som SCR'et, og har en høyere kostnad pr. lengdeenhet enn SCR'et.

Således kan den fritthengende konfigurasjon benyttes i sjø som ikke er for dyp, med en overflateenhet som er mobil eller fortøyd til sjøbunnen, og i alminnelighet på steder hvor det er lite bølger og havstrømmer. For dypt vann er stigerørene meget tunge, og for å unngå svært store hengebelastninger foretrekkes bruk av andre konfigurasjoner.

En annen konfigurasjon består i på hensiktsmessig måte å montere flyteanordninger med positiv oppdrift for å fordele hengebelastningen mellom den øvre og den nedre del av stigerøret. Stigerøret kan enten bestå av et tårn eller et SCR kombinert med et annet element som kan legges i ulike konfigurasjoner kjent som LAZY eller STEEP S eller WAVE, idet disse konfigurasjoner er representert i dokumentene API 17B og 17J (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE).

Et tårn er montert vertikalt fra sjøbunnen som det er festet til, ved hjelp av egnede innretninger, og opp til en viss avstand fra overflateenheten. På grunn av den betydelige vekten av tårnet, som innvendig inneholder et visst antall stigerør,

er det beregnet installert enorme flyteanordninger i toppen for å ta opp mesteparten av tårnvekten. Videre forbinder fleksible ledninger med den konkave side vendende opp, tårnet med overflateenheten, idet disse ledninger, som kan bestå av

5 korte fleksible rør kalt forbindelsesrør ("jumpers"), blant annet er beregnet for å skulle muliggjøre relativ bevegelse mellom overflateenheten og tårnet. Bunten med flytledninger som er lagt inn i tårnet, kan omfatte én eller flere gassløftledninger. Videre kan hivkompensasjon oppnås ved

10 hjelp av hydraulsylindere montert mellom overflateenheten og toppen av tårnet.

En annen hybridkonfigurasjon bruker et stigerør hvor den nedre del består av et SCR og den øvre del består av et kort fleksibelt rør ("jumper") anordnet på flyteanordninger som

15 for eksempel en bøye kjent som en flytebue. Dermed tas stigerørsvekten opp av flyteanordningene, og dønningsbevegelse kompenseres for ved hjelp av den korte, fleksible rørlengden. Det å legge stigerør i alle konfigurasjoner ved bruk av flyteanordninger i vannet er imidlertid en forholdsvis tidkrevende og vanskelig oppgave. Dette fordi flyteanordninger i

20 vannet anbringes før stigerøret legges. Disse flyteanordninger koples til moringer eller ankere festet i sjøbunnen. Deretter legges SCR'et og koples til flyteanordningene. Det korte fleksible rør ("jumper") koples til den flytende anord-

25 ning.

En annen ulempe er forbundet med den totale lengde stigerør, som er lenger enn den ville være i en fritthengende konfigurasjon.

Når det gjelder LAZY- eller STEEP S- eller WAVE-konfigurasjo-

30 nene som gjør bruk av et helt fleksibelt rør, så er det vik-

5 tig at flyteanordninger med positiv oppdrift forbindes med en
del av nevnte fleksible rør. I tilfelle av en bue, må mo-
ringen senkes ned på og festes til sjøbunnen på et nøyaktig
bestemt punkt, deretter må buen festes til moringen ved hjelp
10 av festetau eller kjettinger før leggingen av stigerøret kan
gjenopptas. I tilfelle av flyteanordninger som består av
bøyer ordnet i en rekke langs en del av røret, er det nødven-
dig å avbryte leggingen av det fleksible rør for å feste hver
bøye til nevnte del av røret, idet en slik operasjon utføres
10 på dekket til rørleggingsfartøyet.

Dermed er det behov for ekstra anordninger for å ta opp deler
av stigerørsvekten uansett hvilken konfigurasjon og type sti-
gerør som forventes brukt, og/eller det er behov for spesial-
anordninger for å redusere dønnningseffekten i landingsområdet
15 på sjøbunnen, mens det samtidig må has i tankene at desto
større vekten på stigerøret er når det er integrert, desto
større vil flyteanordningene være, noe som gir opphav til
større motstandskraft (eller motstandsdiameter) og større hy-
drodynamiske belastninger.

20 Formålet med den foreliggende oppfinnelse er å foreslå en ny
hybridkonfigurasjon som gjør det mulig å eliminere bruken av
hjelpeteknikker som for eksempel spesielt flyteanordningene,
strekkablene, de fleksible eller roterende ledd og forankring
til sjøbunnen.

25 En gjenstand for den foreliggende oppfinnelse er et hybrid-
stigerør, karakterisert ved at det omfatter en metallisk,
stiv midtre del, en øvre ende som er koplet til minst ett
øvre stykke fleksibelt rør med en forhåndsbestemt lengde, og
en andre, nedre, ende som er koplet til et stykke fleksibelt

rør med en lengde som er minst lik lengden av det øvre stykket fleksibelt rør.

Ifølge et annet trekk ved den foreliggende oppfinnelse er den stive midtre del forbundet med det øvre stykket fleksibelt rør og det nedre fleksible rør ved hjelp av en fast kopplingsanordning.

En fordel med den foreliggende oppfinnelse ligger i det faktum at stigerøret som oppnås, for det meste er stivt og har det fleksible rørs egenskaper der hvor det fører bort fra overflateenheten og der hvor det lander på sjøbunnen.

I tillegg vil de dynamiske påkjenninger som hybridstigerøret kan utsettes for, enkelt tas opp eller kompenseres for både i den øvre del og den nedre del til nevnte stigerør på grunn av tilstedeværelsen av ekte fleksible rør, noe som tillater overflateenheten som nevnte stigerør henger fra, å vandre over større områder uten overbøyning.

Til slutt, som et resultat av det faktum at det ikke lenger er nødvendig å bruke flyteanordninger, kan stigerøret ifølge oppfinnelsen installeres på samme måte som en fritthengende konfigurasjon. Dermed er stigerøret så kort som mulig og har en gjennomsnittskostnad pr. lengdeenhet som er omtrent lik den som gjelder for et SCR, mens det samtidig gjør bruk av fleksible deler.

Videre tar det øvre fleksible stykket opp all vekten av den midtre stive del og av det nedre fleksible stykket, mens sistnevnte tar opp praktisk talt alle dynamiske påkjenninger som bevirkes gjennom bevegelse av overflateenheten. Dermed kan overflateenheten bevege seg horisontalt og vertikalt over

relativt store avstander uten at det har noen vesentlig effekt på stigerøret ifølge den foreliggende oppfinnelse, fordi nevnte stigerør er i stand til å følge overflateenhetens nevnte bevegelser, og kan gjøre dette uten å gi ekstra utmattelse og/eller ekstra slitasje i den buete del av det nedre stykket, hvilket på grunn av sin fleksibilitet er i stand til å bevege seg langs sjøbunnen og ta opp dønningseffekten på passende måte.

Ifølge den foreliggende oppfinnelse innbefatter det nedre stykket fleksibelt rør minst én del som har form av en bølge, og som er tildannet mellom enden som koples til den stive midtre del og landingspunktet på sjøbunnen.

En fordel med oppfinnelsen ligger i å redusere vinkelen i toppen av stigerøret for å bringe den ned til ca. 3° , noe som gjør at amplituden til nevnte stigerørs bevegelser under strenge værforhold kan økes.

Andre fordeler og trekk vil fremgå bedre ved lesing av beskrivelsen av én foretrukket utførelse av oppfinnelsen og fra de vedføyde tegninger, hvor:

Figur 1 viser en skjematisk fremstilling av en plattform på vannoverflaten og til hvilken det er koplet et stigerør ifølge den foreliggende oppfinnelse;

Figur 2 viser en deltegning av stigerøret, begrenset til koplingene mellom de fleksible deler og den stive del;

Figur 3 viser en perspektivisk deltegning av et fleksibelt rør som er koplet til den stive midtre del av stigerøret;

Figur 4 viser en delvis og skjematisk fremstilling av den bølgeformede del av det nedre stykket til stigerøret ifølge figur 1;

Figur 5 viser en annen delvis og skjematisk fremstilling av den bølgeformede del av det nedre stykke til stigerøret ifølge figur 1;

Figur 6 viser en delvis og skjematisk fremstilling av anordningen som brukes for å oppnå den bølgeformede del av det nedre stykket til stigerøret ifølge figur 1.

Det doble hybridstigerør ifølge oppfinnelsen, hvilken benevnelse er gitt fordi det omfatter to fleksible deler som befinner seg én i hver ende av den stive midtre del, er anbrakt mellom en overflateenhet som for eksempel en plattform 1 som ligger på havoverflaten 2, og sjøbunnen 3, idet overflateenheten eventuelt også kan bestå av et fartøy.

Stigerøret 4 omfatter en øvre del bestående av et stykke 5 fleksibelt rør hvis lengde er forhåndsbestemt og avhenger av plattformens 1 horisontalbevegelser, effektene av dønningsbevegelsen eller havstrømmer som er til stede i sjøen, hvilke effekter kan virke på det øvre fleksible stykket 5. Den forhåndsbestemte lengde av det fleksible rørstykket 5 er typisk lang nok til at koplingen med det stive stykket 8 som beskrives nedenfor, ligger i et område som praktisk talt ikke påvirkes av dønningsbevegelsen. Lengden av det øvre stykket fleksibelt rør er for eksempel mellom 50 og 150 m.

Det øvre fleksible stykket 5 har en konstruksjon som er kjent i seg selv, som for eksempel konstruksjonen som er vist på figur 3, men er anordnet slik at det fungerer som et stige-

rør, og som vil bli beskrevet senere. Den øvre ende 6 av det fleksible stykket 5 er forbundet med plattformen 1 på samme måte som et tradisjonelt fleksibelt rør er det. En avstiver kan monteres på det fleksible stykket 5, enten i området
5 rundt plattform-1-forbindelsen eller i området rundt forbindelsen med den stive del 8.

Den nedre ende 7 av det fleksible stykket 5 er forbundet med en stiv midtre del 8 av metall, hvis konstruksjon er identisk med eller lignende konstruksjonen av et tradisjonelt stivt
10 stigerør. Koplingen oppnås ved hjelp av en endekopling 14 montert i nedre ende 7 av det fleksible stykket 5, hvis flens 15 er boltet til en flens 16 montert på øvre ende 9 av den stive midtre del 8.

Et fleksibelt rør 11 er forbundet, på samme måte som tidligere, med nedre ende 10 av den stive midtre del 8 ved bruk
15 av flenser 17 og 18 og en endekopling 19.

Lengden av det fleksible rør 11 er minst lik lengden av det fleksible stykket 5, og er i alminnelighet mye lenger fordi en del av nevnte fleksible rør 11 utgjør en flytledning som
20 er koplet til sjøbunnsutstyret (ikke vist), som kan bestå av en manifold eller et brønnhode, eller som kan være forlenget ved hjelp av en stiv eller fleksibel flytledning. Lengden av det fleksible rør 11 er fortrinnsvis større enn 200 meter, eller til og med større enn 300 meter, slik at landingspunktet på sjøbunnen ligger omtrent i området hvor et fritt-
25 hengende fleksibelt rør som henger mellom plattformen 1 og sjøbunnen 3, ville lande. Den del av det nedre fleksible rør 11 som hviler på sjøbunnen, kan selvsagt være så mye som flere hundre meter lang.

Det doble hybridstigerør som er vist på figur 1, danner en vinkel α med en vertikal linje 13 som går gjennom punktet der den øvre ende 6 av det fleksible stykke 5 er festet til plattformen 1, hvilken vinkel er litt større enn vinkelen som et fritthengende fleksibelt rør ville danne, men mye mindre enn vinkelen som en stålkjederørsammenstilling ville danne. I én utførelse er vinkelen α mellom 5 og 25° og den er fortrinnsvis lik ca. 10°.

Det øvre fleksible stykket 5 har en konstruksjon som egner seg for å motstå nesten alle strekkreftene, da det er utstyrt med ett eller flere lag med strekkarmering laget av dertil egnet armering, og et trykkhvelv eller en trykkramme som er av relativt liten størrelse fordi nevnte sammenstilling i de første par hundre meter av dybden ikke behøver å ha spesielt stor trykkfasthet på grunn av det forholdsvis lave utvendige trykk som øves på nevnte øvre fleksible stykke 5.

Derimot vil løftebevegelsen som frembringes ved overflateenhetens vertikalbevegelser (eller vertikalkomponenter), hvor overflateenheten kan være for eksempel et skip eller en plattform, overføres nesten i sin helhet til landingsområdet eller -punktet på sjøbunnen 3. Tilstedeværelsen av et fleksibelt stykke i stigerøret i dette området gjør det mulig å tenke seg en konstruksjon for nevnte fleksible stykke som er slik at konstruksjonen må motstå det utvendige trykk, hvilket er høyere jo større feltdybden er. For dette formål vil det nedre fleksible stykket 11 ha relativt liten strekkarmering eller små strekkarmeringslag, idet strekkreftene bæres av det øvre fleksible stykket 5 med et trykkhvelv eller en trykkramme som er i stand til å motstå sammentrykking og periferibelastningskomponentene som utvikles i det fleksible rør. Således, og som et resultat av kombinasjonen av de to fleksible

stykker, ett på hver side av den mellomliggende stive del, reduseres utmattelsen av stigerøret betraktelig, mens det samtidig er mulig for overflateenheten å bevege seg forholdsvis langt i side- eller horisontalretningen.

- 5 Stigerøret ifølge oppfinnelsen kan ha passiv varmeisolasjon som vanligvis er inkludert, det vil si at stigerørsammenstillingen har et ytre lag laget av et isolasjonsmateriale eller, i tilfelle av en rør-i-rør stiv del, kan ha et isolasjonslag mellom rørene i den stive del og et isolasjonslag plassert
10 under den ytre tetningsmantel i tilfelle av de fleksible deler. I dette tilfellet er gassløftanordningen uavhengig av stigerøret.

- I tilfeller der det er behov for betydelig varmeisolasjon, foretrekkes det at de fleksible stykker av stigerøret produseres som vist på figur 3, selv om det fleksible nedre stykket av nevnte stigerør kan ha en annen konstruksjon, idet det for eksempel kan være fritt for varme- og/eller gassløftledningene.

- Figur 3 viser delvis konstruksjonen av et øvre fleksibelt
20 stykke 5 som innenfra og utover omfatter:

- en metallramme 20,
- en innvendig tetningsmantel 21,
- et trykkehvelv 22,
- eventuelt en mellomliggende mantel 23,

- et første lag av strekkarmering 24 viklet i en forhåndsbestemt vinkel,
- eventuelt enda en mellomliggende mantel 25,
- enda et lag av strekkarmering 26,
- 5 - eventuelt en tredje mellomliggende mantel 27, idet sammenstillingen 20 til 27 utgjør det som i alminnelighet er kjent som kjernen i det fleksible rør vist på figur 3,
- varmeisolering 28 anordnet mellom en ytre tetningsmantel 29 og en delssammenstilling 30 omfattende ledningene 31 og
10 32 og avstandsstykker 33.

Ledningene 31 som er fordelt jevnt rundt omkretsen av kjernen, brukes til å sirkulere et varmefluid som for eksempel vann, slik at temperaturen opprettholdes i fluidet som kommer fra feltet, og fluidet forhindres fra å gjennomgå en brå nedkjøling mellom sjøbunnen 3 og plattformen 1. Disse varmeledningene 31 er på passende vis koplet til lignende rør anordnet i den stive del 8.

Ledningene 32, som også er fordelt jevnt langs omkretsen av kjernen, for eksempel vekselvis med varmeledningene 31, brukes til å sende gass inn i feltet for å drive ut fluidet fra feltet og, dersom det blir nødvendig, gi det tilstrekkelig trykk.

Avstandsstykkene 33 kan anordnes mellom de på hverandre følgende ledninger for å holde dem på plass og forhindre at de
25 beveger seg.

I én utførelse har det nedre fleksible rørstykket 11 minst én buet del 40, for eksempel buet i form av en bølge for å gi nevnte fleksible rørstykke 11 positiv oppdrift. Det finnes ulike anordninger som kan benyttes for å oppnå en buet del
 5 formet som en bølge, som for eksempel de som er avbildet på figurene 4 til 6.

Figur 4, som er en deltegning av det fleksible rørstykket 11, omfatter bøyer 42 som er fordelt over delen 40. I dette eksempel tar bølgen form av en utbuling når det nedre stykket
 10 11 er i normalstilling. Når plattformen eller fartøyet på havoverflaten beveger seg nærmere kontaktpunktet med sjøbunnen 3, vil delen 40 bli deformert til å ta form av en bølge, som vist på figur 5, og således forhindre at den stive midtre del 8 kommer i kontakt med sjøbunnen.

15 Selv om bøyene 2 er fordelt jevnt over hele delen 40 av det nedre stykket 11, er det mulig å redusere antallet bøyer og kun fordele dem ved den øvre del av bølgen, avhengig av den ønskede deformasjon av delen 40, noe som avhenger av amplituden på bevegelsene det nedre stykket 11 utsettes for.

20 Det eksisterer andre anordninger som kan benyttes, for eksempel de som er vist på figur 6. I dette eksempel hviler delen 40 delvis på en bue 43 som er forankret i sjøbunnen 3 ved hjelp av et fleksibelt forbindelseselement 44, slik at nevnte bue kan bevege seg i alle retninger. Forbindelseselementet 44
 25 kan bestå av en kabel eller et hvilket som helst annet tilsvarende element.

Det bør bemerkes at den bølgeformede del gjør det mulig å redusere vinkelen α for å bringe den ned til ca. 3° . Videre kan det nedre stykket fleksibelt rør ha ulike konfigurasjo-

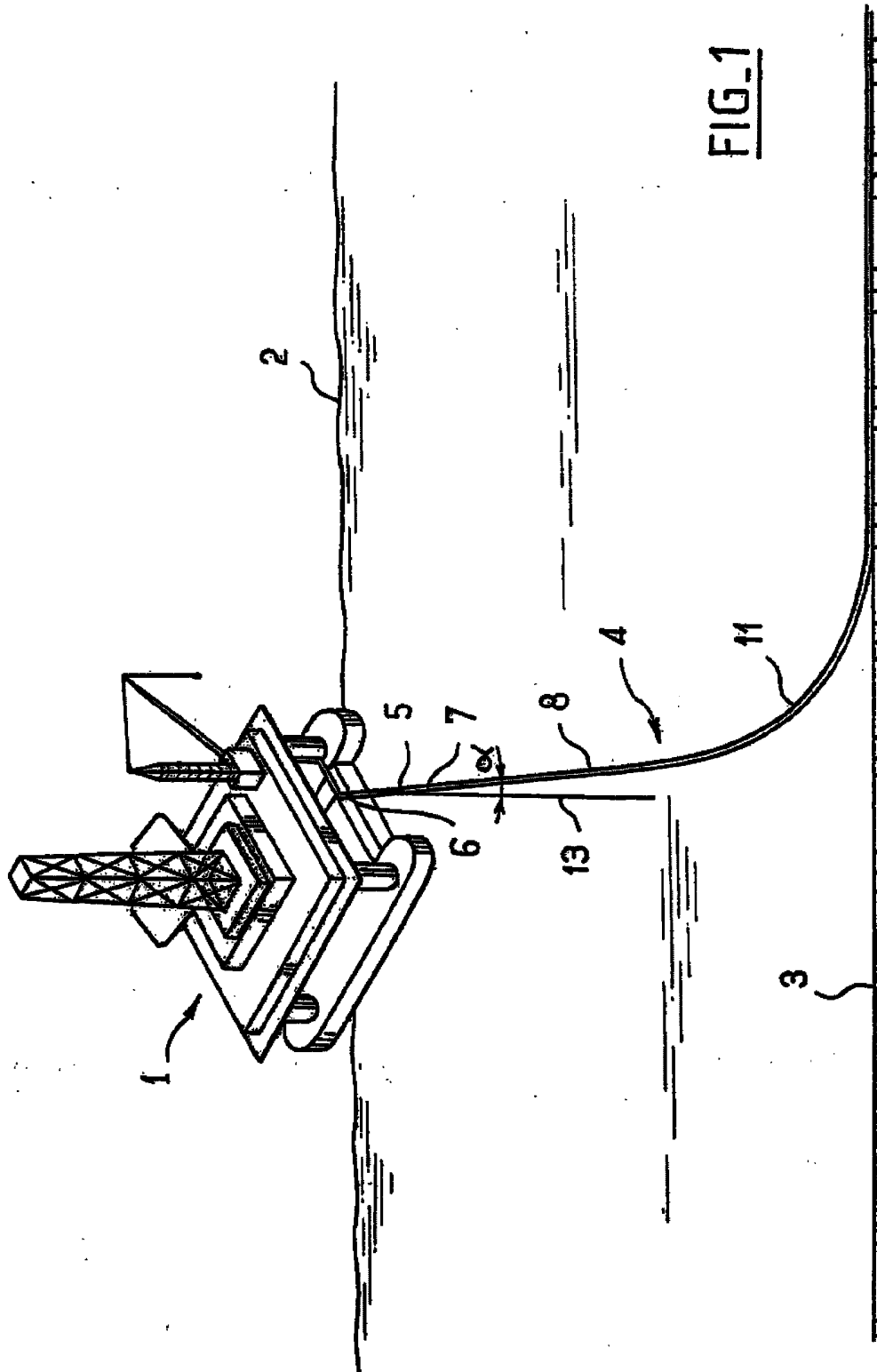
ner, som for eksempel LAZY WAVE, med oppdriftsbøyer anordnet i en rekke for å gi en fordelt oppdrift, eller LAZY S ved å bruke buen som skaper konsentrert oppdrift.

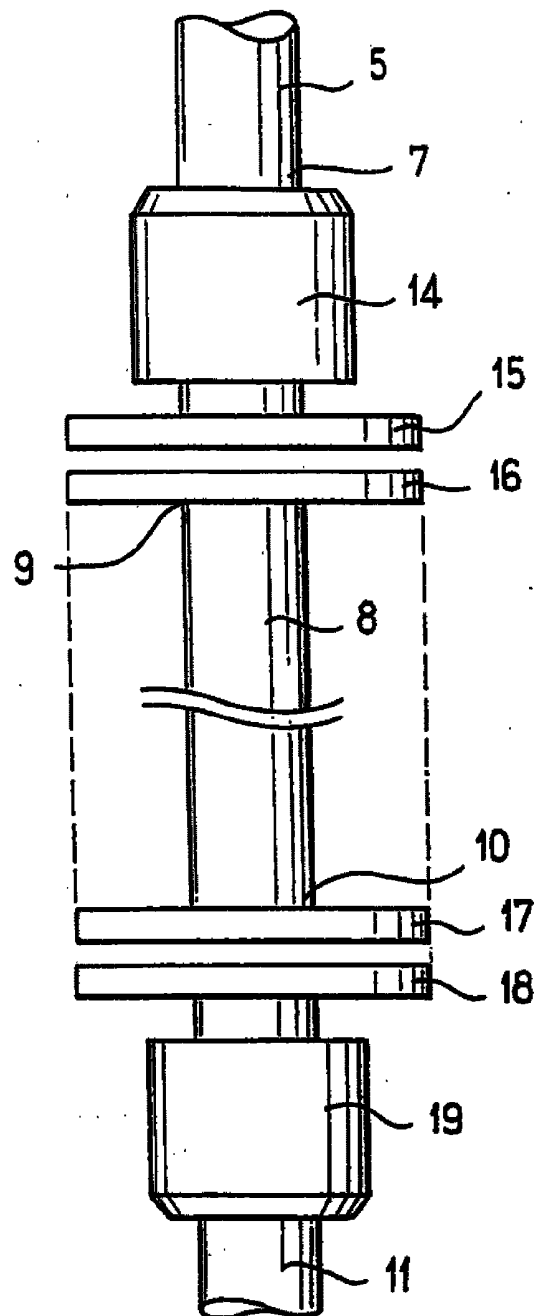
P a t e n t k r a v

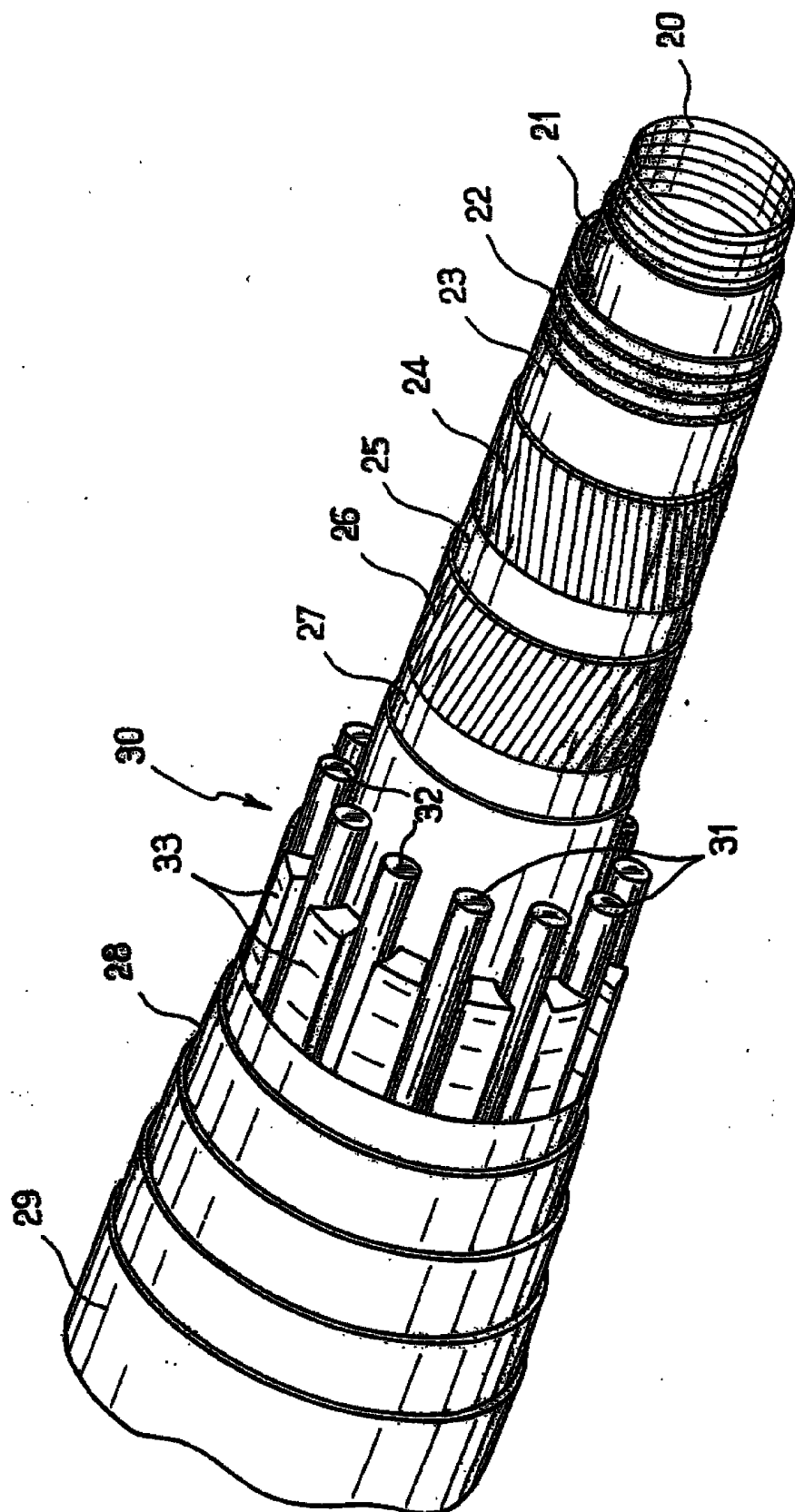
1. Hybridstigerør, k a r a k t e r i s e r t v e d at
det omfatter en stiv midtre metalled (8) hvis øvre ende
(9) er forbundet med minst ett øvre stykke (5) fleksi-
5 belt rør med forhåndsbestemt lengde, og hvis andre,
nedre ende (10) er forbundet med et stykke (11) fleksi-
belt rør med en lengde som er minst lik lengden av det
øvre stykket fleksibelt rør.
2. Hybridstigerør som angitt i krav 1, k a r a k t e r i -
10 s e r t v e d at den stive midtre del (8) er koplet
til hvert stykket fleksibelt rør ved hjelp av en fast
kopplingsinnretning (14, 19).
3. Hybridstigerør som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at lengden av det øvre stykket
15 (5) fleksibelt rør er lik minst 150 meter.
4. Hybridstigerør som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k -
t e r i s e r t v e d at lengden av det nedre stykket
(11) fleksibelt rør er større enn 200 meter.
5. Stigerør som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e -
20 r i s e r t v e d at den midtre del (8) på innsiden
omfatter rør (31, 32) for transport av fluider som for
eksempel en løftegass eller et varmefluid.
6. Hybridstigerør som angitt i krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at det danner en utgangsvinkel med en
25 vertikallinje (13) som går gjennom forbindelsespunktet
med overflateenheten, hvilken vinkel er større enn eller

lik den som gjelder for en konfigurasjon med et enkelt fleksibelt rør og mindre enn den som gjelder for en stålkjede-stigerørkonfigurasjon.

- 5 7. Hybridstigerør som angitt i krav 6, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at utgangsvinkelen er mellom 5 og 25°.
8. Hybridstigerør som angitt i krav 1, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at det nedre stykket (11) fleksibelt
rør innbefatter minst én del (40) som har form av en
bølge og som er dannet mellom enden som koples til den
10 stive midtre del (8) og berøringspunktet med sjøbunnen
(3).
9. Hybridstigerør som angitt i krav 8, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at den bølgeformede del (40) oppnås ved
hjelp av oppdriftsbøyer (42) anordnet i det minste på
15 øvre del av bølgen (40).
10. Hybridstigerør som angitt i krav 9, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at oppdriftsbøyene (42) er fordelt over
omtrent hele lengden av delen (40) formet som en bølge
(41).
- 20 11. Hybridstigerør som angitt i krav 8, k a r a k t e r i -
s e r t v e d at den bølgeformede del oppnås ved
hjelp av en bue (43) på hvilken nevnte del hviler, og
hvilken er forankret til sjøbunnen (3) ved hjelp av et
fleksibelt forbindelseselement (44).



FIG. 2

FIG. 3

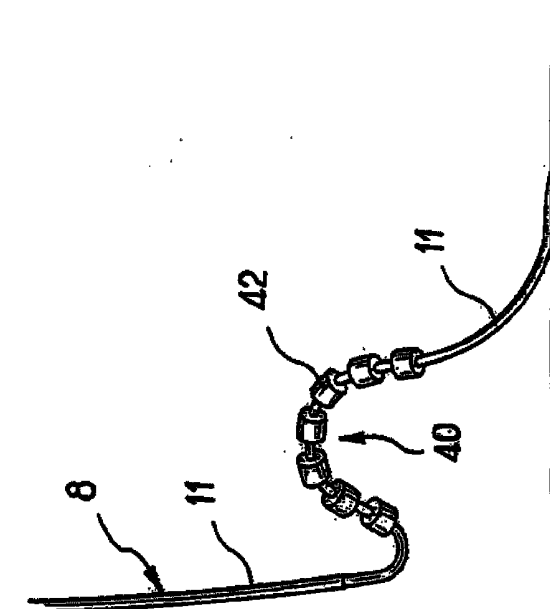


FIG. 5

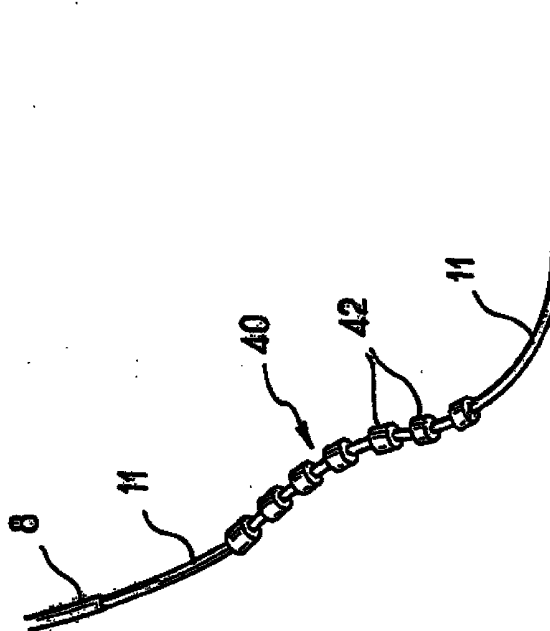


FIG. 4

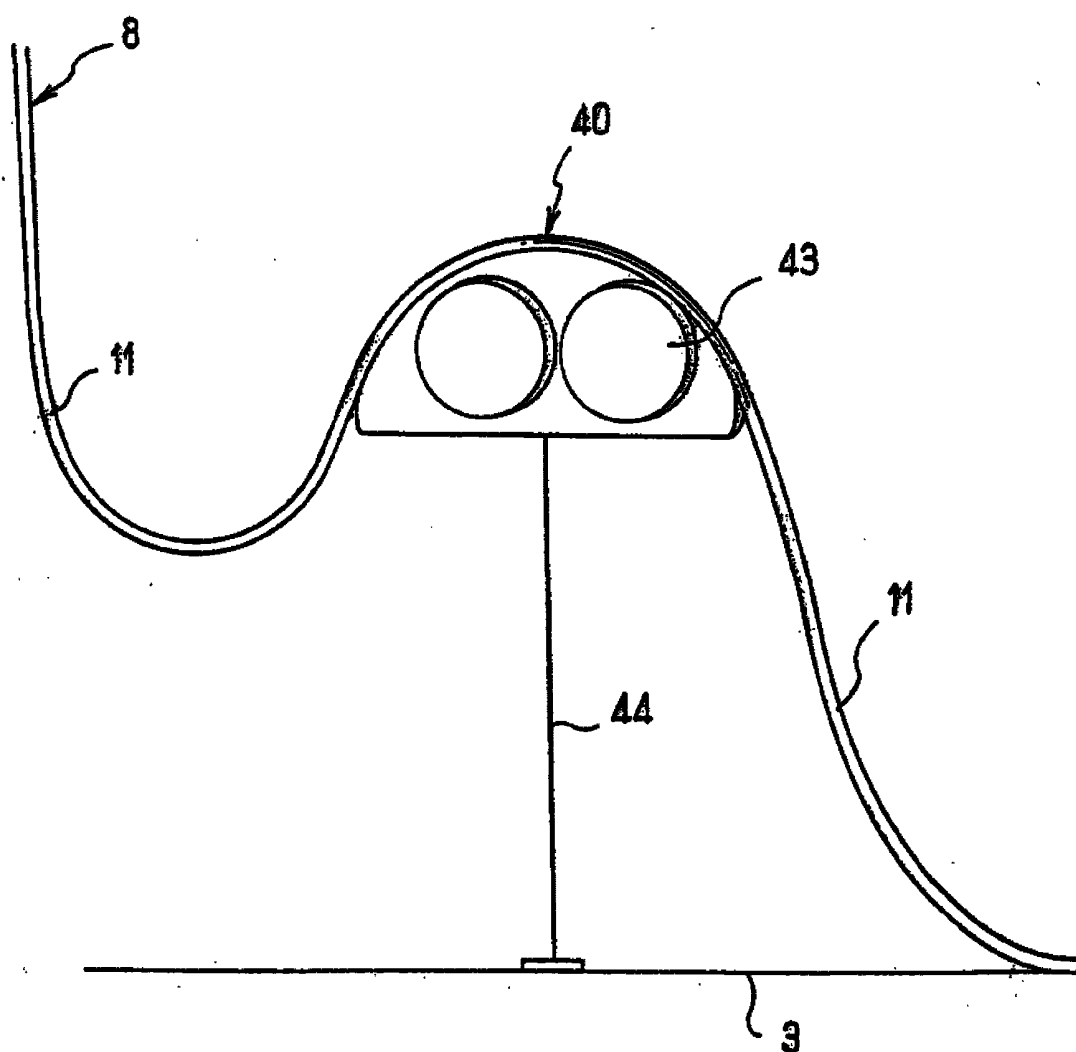


FIG. 6