



NORGE

(19) [NO]

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) **NR. 156018**

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

(51) Int. Cl.⁴ E 04 G 1/00

(21) Patentsøknad nr. **823973**

(22) Inngivelsesdag 26.11.82

(24) Løpedag 26.11.82

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(71)(73) Søker/Patenthaver **STEEVECLEAVE LIMITED,**
9 Moorgate Road,
Rotherham, South Yorkshire,
England.

(86) Internasjonal søknad nr. -

(86) Internasjonal inngivelsesdag -

(85) Videreføringsdag -

(41) Alment tilgjengelig fra 30.05.83

(44) Utlegningsdag 30.03.87

(72) Oppfinner **JOSEPH EDWARD WHITLAM,**
Wombwell, Barnsley, South Yorkshire,
ALWYN HUGH RICHARDS,
Upton, Pontefract, West Yorkshire,
England.

(74) Fullmektig Siv.ing. Kjell Gulbrandsen,
Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 28.11.81, GB,
nr. 8136001.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **HULT EKSTRUDERT ALUMINIUM STILLASRØR.**

(57) Sammendrag Stillasrør av aluminium fylt med et skummateriale med hovedsakelig lukkede celler valgt slik at de gir det fylte rør positiv oppdrift i sjøvann, mens skum-materialet tåler trykk på opptil minst 14062 kg/m² uten å bryte sammen.

(56) Anførte publikasjoner Norsk (NO) patent nr. 95763.

Foreliggende oppfinnelse angår hule ekstruderte aluminium stillasrør, særlig til bruk ved arbeid med stillaskonstruksjoner til havs, for å redusere faren som skyldes "jetting" av stillasrør som faller fra en fralandsinstallasjon.

Olje-og gassindustri til havs er nu vel etablert i stor målestokk og mange installasjoner for dette formål er nu i bruk. Vedlikehold og annet arbeid som utføres på disse installasjoner krever ofte bruk av stillaser, og hittil har det vært vanlig praksis å benytte standard stillasrør og beslag av metall. Man står imidlertid overfor et meget vesentlig problem når det anvendes slike materialer.

Uansett hvor forsiktig stillasarbeiderne er ved arbeid med stillaskonstruksjonene, er det ikke til å unngå at stillasrør og beslag kan mistes eller utilsiktet bli sparket eller på annen måte slått ned fra stillaset under oppsetning eller demontering av dette. Videre har man på fralandsinstallasjoner ytterligere fare for at rør og andre materialer rett og slett skyldes over bord. Det er nu stillet krav for operatører på installasjoner, ofte med lov, at alle materialer som skyldes over bord eller mistes fra en installasjon må tas opp igjen fra sjøbunnen. Det er unødvendig å si at denne opprensning av materialer er overordentlig kostbar og tidskrevende og arbeidet kan også være spesielt farlig for det dykkerpersonalet som skal utføre arbeidet. Det er ingen overdrivelse å si at de årlige omkostninger ved opprensning av slike materialer løper opp i flere titall millioner kroner. Når stillasrør mistes eller skyldes over bord, står man dessuten, i tillegg til behovet for senere opprensning, overfor en ytterligere fare. Ethvert stillasrør som mistes fra undersiden av dekket på en fralandsinstallasjon eller fra et stillas som slynger seg direkte under dekket, vil falle 25 meter eller mer før det treffer vannflaten. Av den grunn har røret en høy hastighet når det treffer vannet og det har vist seg at etterat røret treffer vannet, synker det ikke rett

ned til bunnen på grunn av sin form og sin vekt, oppstår det en virkning som er betegnet som "jetting", noe som fører til at røret akselererer gjennom vannet, ofte med en meget liten vinkel til horisontalplanet og følger en sikksakk-formet bane. Slike rør som beveger seg med høy hastighet og ofte over lange avstander, er overordentlig farlige og kan lett skade eller drepe en dykker som står i veien for røret og kan også føre til betydelig og kanskje katastrofale skader på undervannskonstruksjoner eller utstyr som røret måtte treffe. På grunn av nuværende sikkerhetskrav, blir anvendelse av stillaser på utsiden av fralandsinstallasjoner mens det befinner seg dykkere i vannet, ikke tillatt hvis ikke dykkerene arbeider nær ved vannflaten og i god avstand fra det område som stillaset dekker. Man får således en påtvunget dødtid for enten dykkere eller stillasfolk og dette fører i høy grad til omkostningsøkninger når det gjelder arbeidet på stillaser.

Disse problemer har man lenge vært klar over, men de har i store trekk blitt godtatt av fralandsoperatører som en nødvendig utgift og ulempe.

Formålet med foreliggende oppfinnelse er å komme frem til et stillasrør av ekstrudert aluminium, der de ovennevnte ulemper er opphevet og i henhold til oppfinnelsen er dette oppnådd ved at hulrommet i røret er fylt med et skummateriale med lav spesifikk vekt og med et innhold av lukkede celler på 90%, slik at det fylte rør får positiv oppdrift i sjøvann.

Med foreliggende oppfinnelse vil et stillasrør eller deler av en stillaskonstruksjon som måtte falle ned fra en fralandsinstallasjon, etter kort tid etterat de har truffet vannet, flyte opp og kan fiskes opp slik at de ikke blir liggende på sjøbunnen som skrap. Like viktig er det kanskje at faren som skyldes "jetting" av stillasrør, blir redusert i høy grad og til og med oppheves helt i tillegg

til at oppfisking av flytende gjenstander blir meget lettere og billigere enn opprenskning av sunkne gjenstander fra sjøbunnen.

- 5 Rør som anvendes i henhold til oppfinnelsen er av ekstrudert aluminium med en utvendig diameter på 4,7 til 5,08 cm, en veggtykkelse på 0,38 til 0,51 cm og en gjennomsnittlig metallvekt på fra 1,488 til 1,789 kg/meter. Særlig foretrukket er standard aluminium stillasrør med en utvendig
- 10 diameter på $4,83 \text{ cm} \pm 0,050$, en veggtykkelse på $0,447 \pm 0,056$ cm og en gjennomsnittlig metallvekt på $1,667 \pm 0,083$ kg/meter. Røret bør fortrinnsvis ha en strekkfasthet på ikke mindre enn $278 \cdot \frac{10}{6} \text{ N/m}^2$ som i spalte 3 i europeisk patentansøkning 80828 øverst i spalten, med en 0,1% flyte-
- 15 grense på ikke mindre enn $232 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ som fastlagt i britisk standard nr. 1139 for 1964 (Specification for Metal Scaffolding).

- 20 Stenger som mistes fra en oljerigg kan nå dybden på mer enn 18 meter. Av den grunn er det ønskelig at skummet ikke bryter sammen under de trykk som man står overfor ved slike dybder. Hvis dette skjedde, ville røret kunne synke. Det er derfor fordelaktig at det skum som anvendes til fylling av røret blir istand til å tåle trykkpåkjenninger på
- 25 opptil $138 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$ og helst opptil $184 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$. Skummet bør ha et lukket celleinnhold på ikke mer enn $0,025 \text{ g/cm}^2$ eller neddykking i en dag ved et trykk på 11945 N/m^2 og på ikke mer enn $0,035 \text{ g/cm}^2$ etter neddykking i 4 dager ved et trykk på 11945 N/m^2 .

- 30 Skummet som benyttes bør være selvbindende til materialet i røret og stort sett stivt for å ha tilstrekkelig motstand mot den uforsiktige behandling som stillasrør ofte blir utsatt for. Skummaterialet bør ha en spesifikk vekt
- 35 på $24,03\text{--}64,08 \text{ kg/m}^3$ og spesielt mellom $32,04$ og $40,05 \text{ kg/m}^3$. Tre typer skum med lukket cellestruktur er betraktet som spesielt egnet og disse er polyuretanskum, polyisocyanurat-

- skum og fenolharpiksskum. Polyuretanskummene er de som foretrekkes idag fordi de i tillegg til at de gir den nødvendige oppdrift, er meget stabile og har god motstand mot de fleste kjente kjemikalier, herunder tynne syrer og alkalier. Stivt polyuretanskum har omtrent ingen vannabsorpsjon og er termisk stabile ned til -200°C . Det råtner ikke, er motstandsdyktig mot mugg, er luftløst og byr ikke på helseproblemer. Det er også motstanddyktighet mot vibrasjoner og er et robust produkt som har ypperlig motstand mot den type håndtering materialene blir utsatt for ved oppsetting av stillaser. Videre har det meget høy varmeisolasjon, noe som kan forbedre håndteringen av metallrør ved lave temperaturer.
- Det er fordelaktig om et rør i henhold til oppfinnelsen har et beskyttet utvendig belegg påført materialet i røret. De foretrukne aluminiumsrør som benyttes i henhold til oppfinnelsen, kan dermed være enten anodisert og/eller malt.
- Dette gir ikke bare beskyttelse mot korrosjon som akselereres av den saltholdige atmosfære i omgivelsene til sjøss, men reduserer også risikoen for gnistdannelser ved friksjon som kan oppstå ved utilsiktet gnidning mellom rustent stål og rør av aluminium eller aluminiumlegeringer. Maling av rørene, fortrinnsvis med en lys og eventuelt reflekterende maling, vil ha tre formål. Flytende rør vil lettere bli oppdaget i vannet slik at de blir enklere å finne igjen, malingen vil identifisere røret som et aluminiumsrør slik at man hindrer utilsiktet innbygging av dette i et stålstillas og vil også hindre ubemerket anvendelse av rørene i områder som antas å være farefylte på grunn av muligheten for gnistdannelse som kan antenne brennbare stoffer.

- For å illustrere en bestemt utførelsesform for oppfinnelsen, ble det fremstilt lengder av sømløse ekstruderte stillasrør av aluminium, 6,1 m lange, med en utvendig diameter på 4,84 cm, en veggtykkelse på 0,447 cm og en gjennomsnittlig vekt på 1,667 kg/m. Rørene hadde en strekkfasthet på mer

enn $278 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$ med en flytegrense ved 0,1% på mer enn $232 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$.

- 5 Rørene ble fylt med polyuretanisiskum RM 120 som leveres av Baxenden Chemical Co.Ltd. Dette er et A4-D4-metylen-difenylisocyanat som blåses med et fluorkarbon og som herdner ved romtemperatur til et stivt polyuretanskum. Fyllingen ble utført ved at man lukket en ende av røret med en avtag-
- 10 bar kapsel og understøttet røret i en vinkel på horisontalplanet med den lukkede ende nederst. Komponentkjemikaliene i skummet ble porsjonert ut og blandet ved kontrollert trykk og temperatur. Mens det fremdeles var flytende og reagerte ble en utmålt mengde skum injisert fra en pistol i den øvre
- 15 ende av røret. Kombinasjonen av injiseringstrykket og tyngdekraften, førte til at røret ble jevnt fylt med det ekspanderende skum med meget lite spill av dette. Etter herdning, ble kapselen fjernet. Det stive skumkjerne som var herdet på plass i røret hadde ypperlig binding til den
- 20 innvendige aluminiumflate i røret. Skummet som ble benyttet hadde en fri stigningsvekt på $33,64 \text{ kg/m}^3$ og en kjernevekt på $38,45 \text{ kg/m}^3$. Gjennomsnittlige skumtetthet i det fylte rør var $34,12 \text{ kg/m}^3$. Skummet hadde et innhold av lukkede celler på mer enn 95%. Prøver av skummet ble neddykket i
- 25 ferskvann til en dybde på 1,20 meter med et trykk på 11945 N/m^2 i en dag og i fire dager. Etter en dag var den absorberte vannmengde, målt ved sammenlignende veiing, $0,024 \text{ g/cm}^2$ av frilagt prøveareal og etter fire dager var den absorberte vannmengde $0,034 \text{ g/cm}$. Skumaterialet falt ikke sammen ved
- 30 et trykk på $184 \cdot 10^3 \text{ N/m}^2$. Det fylte rør hadde en vekt pr. lengdeenhet på $1,780 \text{ kg/m}$. Volumet av vann som ble fortrenget av et $30,48 \text{ cm}$ langt skumfylt rør er 561 cm^3 som tilsvarer en vekt av fortrenget sjøvann ved total neddykning av røret på $0,019 \text{ kg/cm}$. Som en følge av dette får rørene
- 35 en positiv oppdrift i sjøvann på $5,87 \text{ g/cm}$. Dette er tilstrekkelig til å sikre at rørene vil flyte under alle forhold. I virkeligheten vil rørene ikke flyte bare i sjøvann, men også i ferskvann, der de vil ha en positiv opp-

156018

6

drift på 3,094 g/cm. De ekstruderte rør hadde de ideelle
gjennomsnittlige dimensjoner for ekstruderte stillasrør av
aluminium. Selv om man tar i betraktning de verst mulige
5 verdier innenfor tillatte toleranser når det gjelder den
utvendige diameter, veggtykkelse og nominell vekt, vil
imidlertid ekstruderte stillsrør av aluminium fylt med
polyuretanisiskum RM 120 med en gjennomsnittlig spesifikk
vekt på 34,12 kg/m³ fremdeles oppvise en positiv oppdrift
10 i sjøvann på 1,97 g/cm.

Stillasrør fremstilt som forklart i det foregående eksempel
ble underkastet prøver ved at rør ble sluppet fra platt-
formen på en oljerigg i Nordsjøen. For hver prøve ble
15 miniatyrtransduktorer for trykk festet ved hver ende av
røret for å registrere den dybde som ble nådd. Transduk-
torene er de som ble solgt under navnet National LX 1620 GB,
og ble innstøpt i epoksyplast i et hus av polyvinylklorid
festet til enden av røret. Signalene fra transduktorene
20 ble matet tilbake til overflaten gjennom en 3mm avskjermet
kabel som også tjente som line for opphenting av røret.
Signalet fra hver trykktransduktor ble registrert for å gi
en grafisk fremstilling av dybde i forhold til tid for hver
ende av røret. På grunnlag av denne informasjon kunne man
25 få den maksimale dybde røret sank ned til og et overslag
over den maksimale horisontale distanse røret tilbakela fra
treffpunktet med sjøen og forskjellen i dybde ved de to ender
ga et mål for helningen av røret i forhold til loddlinjen,
beregnet slik:

30

$$\theta = \cos^{-1} \frac{\text{forskjell i dybde}}{\text{lengde av rør}}$$

For verdien θ på mindre enn 60° vil rørets hastighet langs
sin akse være meget større enn hastigheten perpendikulært
35 på aksens slik at den horisontale avstand som tilbakelegges
under hver tidsenhet kan beregnes på grunnlag av at:

$$\text{horisontal avstand} = \text{vertikal avstand} \times \tan \theta.$$

Dette resultat, selv om det ikke er helt nøyaktig, er en god tilnærming og for å få absolutt nøyaktighet er det nødvendig å ta hensyn til virkningen av at man overser hastighetskomponenten som er perpendikulær på røret. Den resulterende korrigeringsfaktor som bør innføres i resultatene, kan i alle tilfelle vises å være mindre enn 1, noe som betyr at resultatet man får i henhold til den enkle formel som er gitt ovenfor, vil være romslig og vil gi en overvurdering av den egentlige horisontale avstand som tilbakelegges.

En rekke prøver ble utført der 6,1 m lange skumfylte rør som forklart ovenfor, ble sluppet fra forskjellige høyder i sjøen i forskjellige vinkler i forhold til loddlinjen. Resultatene er gitt i tabell I nedenfor, der fallhøydene er høyden av rørets bunn ved slippunktet og vinkelen er rørets vinkel på loddlinjen. Inntrengningsdybden er den dybde som ble nådd med den nederste del av røret, og den horisontale inntrengning er beregnet som forklart ovenfor. I tillegg til de tilnærmelser som benyttes i beregningene for horisontal inntrengning, er det to andre faktorer som kunne innvirke på nøyaktigheten av eksperimentresultatene når det gjelder å gjengi den virkelige situasjon man har når et stillasrør faller fritt fra en plattform. Det første er virkningen av den skjermede kabel som mater signaler tilbake fra transduktoren og den annen faktor er virkningen av den ekstra masse som skyldes instrumenteringen røret er forsynt med. Kabelen som ble benyttet under prøvene var alltid minst dobbelt så lang som den antatte maksimale dybde røret ville synke til, slik at det ikke ville finne sted noen bremsing av røret på grunn av strekk i kabelen.

156018

8

TABELL I

	Prøve nr.	Fallhøyde meter	Inntrengnings- dybde meter	Vinkel på loddlinjen	Horisontal inntrengning m
5	1	9.14	8.93	27	4.54
	2	9.14	11.98	0	0
	3	9.14	8.38	39	6.71
	4	12.19	7.89	47	8.63
10	5	16.154	13.37	15	3.54
	6	16.15	12.19	21	4.69
	7	16.15	13.69	0	0
	8	16.15	1.07	80	*
	9	16.15	11.96	27	4.51
	10	12.19	10.67	34	7.01
15	11	16.15	2.90	90	*
	12	16.15	6.71	54	9.14
	13	19.51	12.37	18	3.99
	14	16.15	3.87	72	11.98
20	15	16.15	10.97	25	5.03
	16	16.15	10.42	30.6	6.19
	17	16.15	13.35	0	0
	18	16.15	5.94	59.8	8.84
	19	20.73	12.25	31	7.38
25	20	20.73	12.52	45	10.52
	21	20.73	12.59	0	0
	22	6.10	11.89	16.8	3.60
	23	6.10	11.19	25	5.21
	24	6.10	12.19	14.5	5.03
30	25	6.10	12.19	22.5	5.03

* beregning av horisontal inntrengning er ikke nøyaktig.

Av denne grunn vil den eneste virksomme avbremsing være den kabelen yter på grunn av overflatefriksjonen når kabelen beveger seg sammen med røret gjennom vannet. Anslag har antydnet at denne bremsekraft var mindre enn 5% av den totale bremsevirkning på røret. Den ytterligere masse på grunn av instrumenteringen utgjorde omtrent 6% av rørets masse og reduserte rørets netto oppdrift omtrent 3%. På denne måte var virkningen av instrumenteringens masse å øke den avstand røret forflyttet seg, noe som i en viss utstrekning opphevet bremsevirkningen på grunn av kabelens overflatefriksjon. Tar man begge faktorer med i beregningen synes det som om at virkningen av instrumenteringen i det verste tilfelle vil være å innføre en usikkerhet på 10% når det gjelder forflytningsavstanden. Teoretiske beregninger vedrørende rørets oppførsel har bekreftet at denne faktor er den riktige størrelsesorden.

De resultatene som er gjengitt i tabell I viser at opp- til en fallhøyde på omtrent 20 m vil et rør med en lengde på 6,1 m trenge inn til en maksimal dybde på omtrent 13,72 m og en maksimal horisontal avstand på omtrent 12,19 m. I tillegg må man ta i betraktning virkningen av bølgebevegelsen på rørets oppførsel. Det kan vises at når det gjelder den vertikale inntrengning, vil den verste situasjon oppstå når røret treffer en bølge med lang periode i bølgedalen. Virkningen ved denne situasjon består i en økning av inntrengningsdybden med verdien av bølgehøyden. Når det gjelder horisontal bevegelse vil hvis røret bryter vannflaten midtveis mellom bølgetoppen og bølgedalen for en bølge, den horisontale bevegelse bli økt en verdi som høyst er lik bølgehøyden. Disse faktorer sammen med kompensasjonen på minst 10% når det gjelder eksperimentell dybde og horisontal inntrengning, viser at det kan bestemmes en sone som et rør som slippes fra en viss høyde ikke vil bevege seg utenfor. Resultatet er at dybder under denne sone eller i horisontale avstander fra riggen vil man være trygg for sonen. Dette kan ikke sies om stillaser der det anvendes vanlige rør som, som allerede nevnt, synker og de er i stand til å bevege seg

horisontale avstander gjennom vannet på mange hundre meter.

Det skal påpekes at det eksempel som er gitt ovenfor når det gjelder fylling av skum i røret, bare er en måte å gjøre dette på. Injisering av skum kan gjøres manuelt eller
5 automatisk ved masseproduksjon ved en hvilken som helst hensiktsmessig fremgangsmåte, f.eks. ved bruk av en lanse eller et smalt høytrykksmunnstykke som sprøyter inn reagerende skum i røret. Skummet kan utmåles nøyaktig på en hvilken
10 som helst måte for å sikre at den korrekte skummengde innføres i røret slik at dette fylles med den riktige skumvekt.

Polyuretanisoskum RM 120 som er nevnt i det gjengitte eksempel, er bare ett av de mange egnede polyuretanskum, og andre ekvivalente skum vil gi seg selv for fagfolk på området. Polyisocyanuratskum er en annen gruppe skum som har
15 overveiende lukkede celler og som med hell kan benyttes ved utøvelse av foreliggende oppfinnelse. Fenolharpiksskum kan som et alternativ anvendes. Når fenolharpiksskum anvendes, har man imidlertid en tilbøyelighet til at skummaterialene reagerer med den frilagte innside av røret. Av den grunn
20 bør man før skum innføres, belegge innsiden med en hensiktsmessig primer som er tilpasset det fenolharpiksskum som anvendes for å hindre syreangrep av skummet på rørmaterialet.

Det skal påpekes av det skumfylte stillasrør av aluminium som er beskrevet, i en hvilken som helst av sine
25 former kan settes sammen til andre stillaskonstruksjoner, f.eks. stigevinger og fagverk ved å sette sammen de rette lengder av rør og føye disse sammen med sveising på en eller annen hensiktsmessig måte. De resulterende konstruksjoner vil også ha positiv oppdrift i sjøvann.
30

P a t e n t k r a v

- 5 1. Hult, ekstrudert aluminium stillasrør, særlig til bruk ved arbeid med stillaskonstruksjoner til havs for å redusere faren som skyldes "jetting" av stillasrør som faller fra en fralandsinstallasjon, k a r a k t e r i s e r t v e d at hulrommet i røret er fylt med et skummateriale med lav spesifikk vekt og med et innhold av lukkede celler på minst 90%, slik at det fylte rør 10 får positiv oppdrift i sjøvann.
- 15 2. Rør som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at skumaterialet er istand til å tåle et trykk uten å bli trykket sammen, på opp til $138 \cdot 10^3$ N/m² og fortrinnsvis opptil $184 \cdot 10^3$ N/m².
- 20 3. Rør som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at skumaterialet har en vannabsorbasjon på ikke mer enn 0,025 g/m² etter neddykning i en dag ved et trykk på 11945 N/m² og på ikke mer enn 0,035 g/cm² etter neddykking i fire dager ved det samme trykk.
- 25 4. Et rør som angitt i et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at skumaterialet har en spesifikk vekt på mellom 24 og 64 kg/m³, fortrinnsvis mellom 32 og 40 kg/m³.