



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 136422

(51) Int. Cl.² E 02 B 17/02, E 02 D 21/00

(21) Patentsøknad nr. 4471/72

(22) Inngitt 05.12.72

(23) Løpedag 02.05.72

(62) Avdelt fra søknad 1541/72

(41) Alment tilgjengelig fra 05.11.73

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 23.05.77

(30) Prioritet begjært Ingen.

(54) Oppfinnelsens benevnelse Marin plattformkonstruksjon.

(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 Alment tilgjengelig norsk søknad 768/71, 2632/71,
4159/71, 1347/73
US patent nr. 2667038, 3456720, 3464212, 3537268,
3630161

Foreliggende oppfinnelse vedrører en marin plattformkonstruksjon beregnet på å fløtes til operasjonsstedet i opprett stilling for der å senkes ned på sjøbunnen. Plattformkonstruksjonen omfatter en nedre seksjon av betong som i operasjonsstilling er fullstendig neddykket og som i denne stilling hviler på sjøbunnen, hvilken nedre seksjon omfatter et flertall monolitisk sammenstøpte celler. Plattformkonstruksjonen omfatter videre en opp fra den nedre seksjon og opp over havflaten raggende øvre, slankere seksjon som understøtter en dekkskonstruksjon og som i det minste i området ved operasjonsvannlinjen har et mindre tverrsnitt enn den nedre seksjon.

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. Det fordres derfor en konstruksjon som har optimalt lagringsvolum og som samtidig oppfanger et minimum av bølgekrefter. Videre fordres en konstruksjon som har en nedre avstivende del som tilveiebringer tilstrekkelig oppdrift både ved tauing ut av dokk og ved tauing ut til operasjonsstedet. Dessuten fordres en konstruksjon som er praktisk å bygge og som samtidig er statisk egnet til å bære de bølgekrefter som opptrer. Det skal i denne sammenheng presiseres at det bør være den samme uforandrede konstruksjon som skal oppfylle disse krav, idet en hver form for bevegelige deler på så store konstruksjoner som marine oljeplattformer er uhensiktsmessige. Likeledes er det uheldig med omfattende byggearbeider i åpen sjø.

Mens plattformen i henhold til foreliggende oppfinnelse fortrinnsvis er beregnet på å benyttes på dybder som overstiger ca. 100 m, har den marine utvinning av hydrokarboner inntil slutten av 60-årene i det vesentlige foregått i områder nær land hvor dybden er mindre enn 30-40 m og hvor plattformene således er beskyttet mot grov sjø og ekstreme værforhold. De konvensjonelle plattformer er således ikke konstruert og formet for å kunne motstå på langt nær så store krefter som de som forekommer for eksempel i Nordsjøen. Videre er bølgekraftene i de beskyttede havområder av en sådan liten størrelse at de konvensjonelle plattformer kan motstå dem selv med stort volum og tverrsnitt i vannlinjeområdet. Men i og med at oljeaktiviteten nå foregår på mer utsatte og dypere havområder og lengre fra land hvor bølgekraftene kan bli vesentlig større, er det blitt nødvendig å dimensjonere og å gi plattformene en form som resulterer i minst mulig oppfangede bølgekrefter, størst mulig lagringsvolum samt optimale dimensjoner og armeringer.

I tråd med dette har det tidligere vært foreslått, blant annet fra U.S. patentskrift nr. 2.667.038, å benytte en marin plattformkonstruksjon som er beregnet på å fløtes til operasjonsstedet i opprett stilling for der å senkes ned på sjøbunnen. Plattformen omfatter en nedre seksjon, for eksempel av betong, som i operasjonsstilling er fullstendig neddykket og som i denne stilling hviler på sjøbunnen. Den nedre seksjon er dannet av et flertall ved siden av hverandre liggende horisontale celler. Cellene ligger i avstand fra hverandre og er innbyrdes forbundet med tverrgående bjelker for dannelsen av én enhet. Plattformen omfatter videre en opp fra den nedre seksjon og opp over havflaten ragende øvre, slankere seksjon som understøtter en dekkskonstruksjon over havflaten og som i det minste i området ved operasjonsvannlinjen har et mindre tverrsnitt enn den nedre seksjon. Den øvre seksjon er dannet av et flertall vertikale, sylindriske tårn. Hvert tårn består av en nedre sylinder som er innspent i en øvre og nedre plate på den nedre seksjon, samt en øvre sylinder med mindre diameter enn den nedre sylinder. Den øvre sylinder er beregnet på å slepes separat ut til operasjonsfeltet for der å plasseres teleskopisk i den nedre sylinder. Tårnene ligger i avstand fra hverandre og ikke alle på linje. Videre er tårnene koniske i om-

rådet for operasjonsvannlinjen med større nedre diameter og en mindre øvre diameter.

Fra U.S. patentskrift nr. 3.456.720 er det kjent en boreplattform bestående av en nedre seksjon som i operasjonstilling er fullstendig neddykket og som i denne stilling hviler på sjøbunnen. Den nedre seksjon er dannet av en rekke konsentrisk oppdelte ballastkamre. Plattformen omfatter videre ett opp fra den nedre seksjon og opp over havflaten ragende øvre, slankere tårn som understøtter et boligkvarter over havflaten. Tårnet har et mindre tverrsnitt enn den nedre seksjon. En vesentlig del av både den nedre seksjon og tårnets neddykkede volum er luftfylt.

Hensikten med foreliggende oppfinnelse er å tilveiebringe en forbedret plattformkonstruksjon som er stabil både under uttauingen til feltet, nedsenkningen og i operasjonsstillingen. Videre er hensikten å tilveiebringe en plattformkonstruksjon som er i stand til å motstå de opptredende krefter.

I henhold til foreliggende oppfinnelse er det derfor foreslått å kombinere følgende trekk:

den øvre seksjon er dannet av tårn som fremkommer ved å forlenge veggene i minst tre, men ikke alle cellene i den nedre seksjon, opp over havflaten for understøttelse av dekket,

at tårnene ligger i avstand fra hverandre og ikke alle på linje,

at tårnene er koniske i det minste over en del av sin lengde med en større nedre diameter og en mindre øvre diameter, og

at høyden på sammenstøpingen mellom cellene, hvis vegger er forlenget til tårn, og de tilgrensende, ikke forlengede celler er større enn nevnte nedre diameter.

For klarere å illustrere størrelser osv., henvises det til den "Condeep" plattformen som er plassert på Beryl-feltet i Nordsjøen. Denne plattformen står på et dyp på ca. 120 m. Ved modellforsøk ble horisontalkreftene, forårsaket av bølger, målt til 30.000 - 40.000 t mens momentene i foten av et tårn, dvs. overgangen mellom den nedre seksjon og et tårn, i praksis vil kunne bli 300.000 - 400.000 tm. Hvis vi tenker oss en horisontal stang, innspent i Oslo og med en last på 1 tonn i den andre enden, så må stangen rekke fra Oslo til f.eks. Stavanger for at innspenningsmomentet i Oslo skal bli ca. 300.000 tm. Man vil således forstå at størrelsen på momentene er langt utenfor vanlige begreper, og at det må helt spesielle konstruksjoner til for å kunne ta dem. Den forlengede celle har vist seg å være en slik konstruksjon, med en enestående evne til å ta momentene og til å "bygge dem av" nedover i den nedre seksjon. Forutsetningen for dette er imidlertid at cellene i den nedre seksjon har tilstrekkelig høyde.

I og med at den øvre del utgjøres av en avtagende konisk forlengelse av cellene i den nedre del, oppnås en rekke fordeler, så som:

Overgangen mellom den øvre del og den nedre del, samt hele den øvre del er kontinuerlig uten skarpe hjørner eller lignende, hvorved store stresskonsentrasjoner og tilsvarende ekstra armering og dimensjonering unngås.

I praksis må tårnene forspennes med kabler vertikalt helt fra bunnen av cellekonstruksjonen til over havflaten. Av denne grunn er det ønskelig med slake overganger slik at kablene får minst mulig knekker. Et konisk tårn oppfyller dette krav meget godt.

Et konisk tårn kan p.g.a. sine slake kurver, fremstilles kontinuerlig ved hjelp av glideforskaling. Andre lignende tårntyper som f.eks. pyramideformede eller avtrappede, kan ikke framstilles på denne måte. Glideforskaling er andre forskalingsmetoder fullstendig overlegen.

Momentene i tårnet avtar mot toppen. Det samme gjør tårntverrsnittet og motstandsmomentet i henhold til foreliggende oppfinnelse.

Bølge-kreftene er størst i vannlinjeområdet hvor tårntverrsnittet i henhold til foreliggende oppfinnelse er minst. Plattformen oppfanger derved et minimum av bølgekrefter.

Når plattformen flyter, byr den koniske form på store fordeler. Det store problem er som regel å forhindre plattformen i å kantre. Det ses umiddelbart at et konisk tårn får tyngdepunktet lavere enn et tilsvarende sylindrisk tårn, og stabiliteten i flytende tilstand blir dermed bedret.

I flytende tilstand vil også vannlinjetreghetsmomentet bidra til stabiliteten. Det kritiske punkt er som regel under nedsenkningen når den nedre seksjon er kommet såvidt under vann. På dette kritiske tidspunkt har tårnet et relativt stort vannlinjetreghetsmoment og vil følgelig bidra effektivt til å beholde stabiliteten. Etter hvert som nedsenkningen går videre (i praksis ved at vann slipper inn i cellene) vil vannlinjetreghetsmomentet på grunn av den koneformen minske, men samtidig flytter plattformens tyngdepunkt seg nedover og oppdriftspunktet oppover. Alt i alt blir derved stabiliteten forbedret og igjen ser man hvordan den koniske form på en glimrende måte bidrar til å gjøre prosjektet optimalt ved at den utøver maksimal effekt når det trengs og mindre effekt etter hvert som det ikke lenger trengs.

Effekten av vannlinjetreghetsmomentet blir mangedoblet dersom man opererer med tre tårn som ligger i avstand fra hverandre og ikke på linje. Hvis vi ser på figur 1 og 2, så vil ett tårn, like over den nedre seksjon, ha et vannlinjetreghetsmoment på $16\ 000\ m^4$, forutsatt at cellediameteren er 24 m. Tre tårn på linje vil ha $16\ 000\ m^4 \times 3 = 48\ 000\ m^4$. Tre tårn som vist på figur 2 vil resultere i et vannlinjetreghetsmoment på ca. $460\ 000\ m^4$. Effekten av å operere med minst tre tårn spredd ut til siden er altså meget stor.

I praksis vil det alltid være slik at det tilføyes en rekke vegger og dekk som ikke har noe med det statiske bæremåte av tårnene å gjøre, men som f.eks. har sammenheng med utstyrs-plasseringen. Slike vegger og dekk er selvsagt uten betydning for foreliggende oppfinneriske tanker.

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

Figur 1 viser et vertikalriss delvis i snitt av en særlig foretrukket utførelsesform; og

figur 2 viser et horisontalsnitt langs linjen 1-1 på figur 1.

Figur 1 viser et vertikalriss delvis i snitt av en plattform i henhold til foreliggende oppfinnelse. Plattformen består av en caisson 1 som er fundamentert på sjøbunnen 2 og som understøtter en dekkskonstruksjon 3 over havflaten 4. Caissonen 1 består av en nedre del bestående av en rekke vertikale, sylindriske celler 5 som henger monolitisk sammen langs berøringsflatene 6. Cellene 5 vil dermed utsettes for trykkkrefter i ringretningen. Cellene 5 vil praktisk talt virke uavhengig av hverandre noe som er av stor betydning dersom en vegg ved et uhell bryter sammen. Dersom antall celler er stort nok, som f.eks. vist på tegningen, vil det si at konstruksjonen er funksjonsdyktig selv ved lokale sammenbrudd. Hvis en ser på de enkelte operasjoner, kommer en til følgende resultat:

Under produksjonen vil sammenbrudd av en celle bare føre til at konstruksjonen får en viss slagside. Det samme gjelder under tauing forutsatt at en har et rimelig stort fribord.

Caissonen 1 består videre av en øvre del bestående av tårn 7 som er fremkommet ved å forlenge veggene i enkelte, men ikke alle, cellene i den nedre del.. Som vist på figur 1 er tårnene 7

i det minste koniske ved hver sin nedre del med en større nedre diameter og en mindre øvre diameter. Den del av tårnene 7 som ligger i vannlinjeområdet 4 har i henhold til utførelseseksemplet vist på figur 1 en sylindrisk del 8.

Som vist på figur 2 ligger tårnene ikke på linje. Høyde på sammenstøpningen mellom cellene, hvis vegger er forlenget til tårn og de tilgrensede, ikke forlengede celler er større enn den nedre diameter av tårnet. Dette fordi en viss sammenstøpningslengde er nødvendig for å kunne bygge av momentene fra tårnene.

Ved sin nedre ende er caissonen utstyrt med et fundament bestående av en rekke skjørt 9 som under installasjonen presses ned i sjøbunnen. Vekt for å muliggjøre nevnte nedpressing tilveiebringes for eksempel av plattformkonstruksjonens egenvekt, ballastsand 10 samt ballastvann 11 som pumpes inn i cellene 5 under nedsenking.

Cellene kan avsluttes med et kuleskall 12 i hver ende som vist på tegningene. Derved blir også endestykkene trykk-konstruksjoner. Dersom kantvinkelen på kuleskallet er for liten vil det dog oppstå strekkspenninger i endene av sylindere. Disse må opptas med spennarmering dersom konstruksjonen ikke skal få sprekker.

Ved bruk av ballast kan tyngdepunktet på caissonen bringes så langt ned at caissonen er stabil i seg selv under tauing og nedsenking. Flere tårn i god avstand fra hverandre vil også bidra til stabilitet.

En caisson iflg. oppfinnelsen vil være meget enkel å forspenne, dersom dette skulle være ønskelig. P.g.a. formen vil imidlertid vanntrykket virke som forspenning og normalt vil derfor forspenning være unødvendig.

Forspenning pga. strekk kan tenkes på følgende steder:

a) tårnene i vertikalretning pga. bølge-, vind og strømkrefter.

- b) caissonen som helhet dersom indre trykk blir større enn ytre, noe som kan tenkes dersom den benyttes f.eks. til oljelager og man sørger for å holde oljespeilet lavere enn vannspeilet.
- c) bunnseksjonen ved vannfylt caisson pga. vekt fra ballast.
- d) cellevegg oppe og nede dersom kuleskallene er for flate.

Ved å holde indre trykk permanent lavere enn ytre vil samtlige ovennevnte tilfelle av strekk kunne unngås.

Sylinderveggene trekkes opp med glideforskaling, og det samme gjelder tårnet. Denne fremgangsmåte gjør det meget enkelt å fremstille cellene monolitisk sammenhengende, noe som er av stor betydning for caissonens styrke.

Det vil umiddelbart forstås at de på tegningene viste og foran beskrevne utforminger av oppfinnelsen bare er ment å skulle illustrere oppfinnelsestanken, og at denne kan varieres på en rekke måter innenfor oppfinnelsens idé.

P a t e n t k r a v

1. Marin plattformkonstruksjon beregnet på å fløtes til et operasjonssted i opprett stilling for der å senkes ned på sjøbunnen, omfattende en nedre seksjon av betong som i operasjonsstilling er fullstendig neddykket og som i denne stilling hviler på sjøbunnen, hvilken nedre seksjon omfatter et flertall monolitisk sammenstøpte celler, en opp fra den nedre seksjon og opp over havflaten ragende øvre, slankere seksjon som understøtter en dekkskonstruksjon og som i det minste i området for vannlinjen på operasjonsstedet har et mindre tverrsnitt enn den nedre seksjon, k a r a k t e r i s e r t v e d kombinasjonen av følgende trekk:

den øvre seksjon er dannet av tårn som fremkommer ved å forlenge veggene i minst tre, men ikke alle cellene i den nedre seksjon, opp over havflaten for understøttelse av dekket,

at tårnene ligger i avstand fra hverandre og ikke alle på linje,

at tårnene er koniske i det minste over en del av sin lengde med en større nedre diameter og en mindre øvre diameter, og

at høyden på sammenstøpingen mellom cellene, hvis vegger er forlenget til tårn, og de tilgrensende, ikke forlengede celler er større enn nevnte nedre diameter.

2. Marin plattformkonstruksjon som angitt i krav 1, k a r a k - t e r i s e r t v e d at den del av cellene i den øvre slankere seksjon som ligger i vannlinjeområdet har sylindrisk form.
3. Marin plattformkonstruksjon som angitt i krav 1 og 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at cellene i den øvre, slankere seksjon har sirkulært tverrsnitt.
4. Marin plattformkonstruksjon som angitt i krav 1, k a - r a k t e r i s e r t v e d at nevnte nedre diameter minst er dobbelt så store som nevnte øvre diameter.

136422

