



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **177897**

(13) **B**

(51) Int Cl⁶ **B 63 B 35/44**

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	932794	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	05.08.93	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	05.08.93	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	06.02.95		
(44) Utlegningsdato	04.09.95		

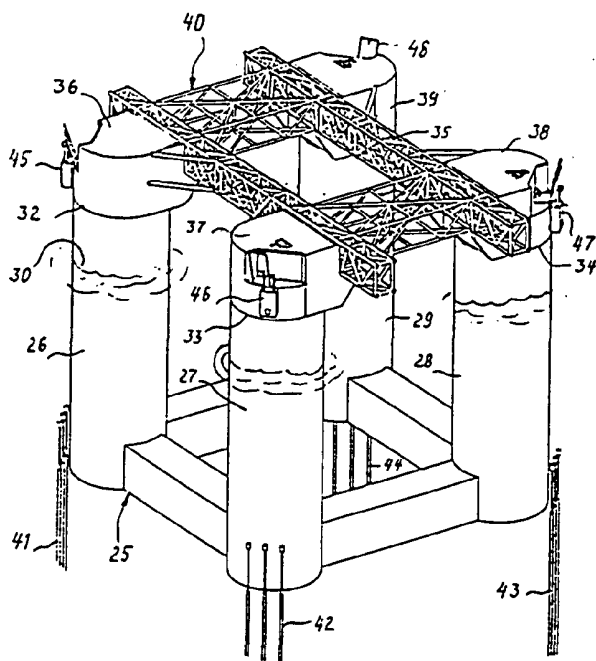
(71) Patentsøker	Kværner AS, Postboks 100 Skøyen, 0212 Oslo, NO
(72) Oppfinner	Håkon Carsten Pedersen, Randaberg, NO
(74) Fullmektig	Gunnar O. Reistad, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** Flyter

(56) **Anførte publikasjoner** GB A 2259536

(57) **Sammendrag**

En flytende plattform bygges i kombinasjonen stål-betong. Plattformen har et skrog eller neddykket flytedel (25) av betong, hvorfra det går opp betongsøyler (26,27,28,29) til en høyde over vannflaten. Derfra fortsetter søylene som stålsøyler (36,37,38,39), opp til en dekkedel (40) av stål. Stålsøylene bygges for seg og kan utrustes ferdig før de settes på og forbindes med betongdelen.



Oppfinnelsen vedrører en flyter, med neddykket flytedel av betong, en søyledel innbefattende en eller flere betongsøyler fra flytedelen og opp gjennom vannflaten, og en dekkedel av stål, båret av søyledelen over vannflaten, idet den nevnte ene eller det nevnte antall av betongsøyler over vannflaten er forlenget som en hul, utrustbar stålsøyle opp til dekkdelen.

En flyter er en i sjøen flytende installasjon for utnyttning av resursser i og under havet. Den kan være dynamisk posisjonert eller forankret. Typiske flytere er maritime installasjoner såsom boreplattformer og produksjonsplattformer, lastebøyer etc.

Vekt og stabilitet er naturlig nok problemer man støter på i forbindelse med flytere. Således har tendensen til økning av den såkalte topside (dekkedel) og høyt plasserte vekter forøvrig blitt et stadig økende problem. Dette henger blant annet sammen med uforutsette vektøkninger av dekkсанlegg og moduler, en vanlig erfaring fra initialt design til ferdig konsept.

En flyters stabilitet og generelle bevegelseskarakteristikk henger nøye sammen med høyden av det materielle tyngdepunkt, i interaksjon med oppdriftstyngdepunktet og metasenteravstanden over oppdriftstyngdepunktet. Metasenterhøyden pluss oppdriftstyngdepunktet skal således være definert positivt større enn høyden av det materielle tyngdepunkt for at flyteren skal få en tilfredsstillende stabilitet. Det er dermed gitt at det vil være store optimaliseringsgevinster forbundet med å få senket det totale materielle tyngdepunkt så meget som mulig. Dette betyr også at mens en betongflyters tunge konstruksjon er en ubetinget fordel i bunnelementene, så vil det motsatte være tilfelle i flyterens øvre del. En dekkedel utført som stålkonstruksjon bidrar i positiv retning med hensyn til stabiliteten.

Når man velger å kombinere betong og stål i flytere som nevnt innledningsvis, så er dette dels økonomisk, dels teknisk begrunnet. Betong er prismessig konkurransedyktig og menes å ha flere fordeler i forhold til stål. De hittil utførte, relativt tallrike og forskjellige typer av betonginstallasjoner i Nordsjøen har således langt vist seg meget godt motstandsdyktig mot korrosjon med minimalt vedlikehold og uten spesiell beskyttelse. En betong-flyter er derfor antatt å ha en fordel med hensyn til levetid. En annen viktig fordel er betongkonstruksjonenes robuste utførelse, noe man mener gjør dem særlig godt egnet i sterkt værutsatte maritime miljøer og for tunge dekkinstallasjoner.

Studier har vist at interaksjonen mellom stål og betong er et av de konseptaspekter som skaper problemer. Problemet oppstår når de betydelige og konsentrerte statiske og dynamiske lastene mellom dekkdelen og søyledelen skal overføres til bæringen i betongen. Disse store punktlastene kan medføre knusing av betongen, og slike områder vil dessuten være sterkt utmattings-påkjennte. For å få distribuert disse kreftene over et større område og således redusere spenningsnivået på en tilfredsstillende måte, vil det derfor være nødvendig å forsterke betongen med stålstrukturer. Slike forsterkninger medfører imidlertid relativt store og uheldige vektøkninger, særlig tatt i betraktning at vektøkningen skjer høyt over det materielle tyngdepunktet, med de negative stabiliseringsvirkninger dette vil medføre.

Størrelsen av disse trykkklaster vil selvsagt være konseptavhengig, dvs. avhengig av dekkdelens størrelse og av de prinsipper som velges for og den utforming som velges for det underliggende bæresystems interaksjonsforbindelse med flyterens søyledel. Det vil således være mulig å redusere størrelsen av de konsentrerte trykkklaster ved en omhyggelig design-selektering ut fra dette hensynet alene. I en slik selektering vil det imidlertid ligge en innlysende begrens-

ning med hensyn til mulighetene for teknisk og økonomisk optimalisering av et flyterkonsept.

5 Det er en hensikt med foreliggende oppfinnelse å foreslå tiltak som kan bidra til å bedre en flyters stabilitet og generelle bevegelseskaraktistikk, med samtidig mulighet for optimalisering av bygge- og utrustningstid.

10 Denne hensikt kan man oppnå ved å utnytte betongens fordeler med hensyn til robusthet, tyngde og korrosjonsbestandighet i de undersjøiske, nedre delene, dvs. for den delen av flyteren som befinner seg under vannoverflaten, i kombinasjon med stålets elastisitet/plastisitet og dets derav følgende vel dokumenterte evne til spenningsutjevning og -distribusjon, i 15 alle deler over vannoverflaten.

Ifølge oppfinnelsen foreslås det derfor en flyter som nevnt innledningsvis, kjennetegnet ved at delelinjen betong/stål i søylen ligger i en avstand i størrelsesområdet 20-30 m fra 20 dekkbæringen (lastens angrepspunkt) hvor spenningskonsentrasjonene fra dekkbæringens punktlaster (lastenes angrepspunkt) er fordelt langs stålsøylens skall til et lavt og forholdsvis jevnt nivå, og i en avstand på rundt 5 m over den beregnede vannlinje.

25 Med oppfinnelsen kan man utnytte både stålets og betongens fordeler på en gunstig måte, dvs. at interaksjonsområdet stål/betong plasseres slik at man får mulighet for en så gunstig utnyttelse av kreftedistribusjonsområdet som mulig.

30 Bruk av stål vil bidra til å redusere vekten. Samtidig vil man også på fordelaktig måte få flyttet interaksjonsområdet stål/betong, med mulighet for gunstig utnyttelse av et visst distribusjonsområde for kreftene, nedover langs søylene. 35 Distribusjonsområdet bør i prinsippet strekke seg lengst mulig nedover i søylene, men av praktiske grunner bør interaksjonshøyden være et stykke over vannflaten, dels for

ikke å utsette interaksjonsforbindelsen for et stort ytre vanntrykk med en teoretisk fare for lekkasje, og dels for å sikre tilkomst for korrosjonsinspeksjon og -vedlikehold, noe man anser som vesentlig, da flyterne kan ha opp til 50 års levetid.

Ved å benytte det inventive konsept vil de betydelige konsentrerte trykklastene fra dekkdelen kunne distribueres via spesielt allokerte styrkedeler, bygget i stål, over i flyterens sylindriske stålskall (stålsøylene). Derfra vil trykkspenningene spres videre nedover det sylindriske stålskall, i en vifteform som vil ha en dobbelt vinkel på ca. 45°. Beregninger viser at både trykkspenninger og de induerte strekkspenninger fra ekstenrisitetsmomenter vil gå fra en asymptotisk uendelig verdi i lastens angrepspunkt til et lavt, konstant nivå i en avstand omtrent lik søylediameteren fra søyletoppen og videre nedover. Interaksjonsforbindelsen stål/betong bør derfor ideelt plasseres i en rimelig, men dog kortest mulig avstand oppover fra denne elevasjon. For en typisk flyter vil en søylediameter ligge på rundt 25 m. Stålsøylelengden bør derfor ifølge oppfinnelsen ligge i samme størrelsesområde, samtidig som betong/stålforbindelsen bør ligge ca. 5 m over den beregnede vannlinje, da dette vil gi rimelige muligheter for periodisk inspeksjon og vedlikehold.

For en flyter av den nevnte kombinerte utførelse betong/stål kan det benyttes to separate byggesteder, et for betongdelen og et for ståldelen. Disse to byggestedene vil kunne arbeide mot en felles milepel (dato) for ferdigstilling. Bruk av stålsøyler bidrar til å redusere tiden frem til ferdigstilling, tilsvarende det forkortede arbeidsomfanget for betongdelen.

I og med at den øvre delen av søyledelen forutsetningsvis vil ha innebygget alle dekk for diverse mekaniske utstyr og disse dekk følgelig blir bygget, installert, utrustet og dertil

ferdigstillet og utprøvet, vil arbeidsomfanget for ståldelen være forholdsvis omfattende og tidkrevende. Den alt vesentlige delen av denne fabrikasjons- og ferdigstillelsesperioden utgjør forkortelser av den totale fabrikasjonstiden i forhold til en uniform utførelse. Betong/stål-utførelsen gir store tidsbesparelser, i tillegg til at man også trekker nytte av de fordeler adskilte byggesteder byr på, såsom bedre generell tilkomst (krantilgjengelighet etc.) og større areal pr. operatør, hvilket bidrar til å øke sikkerheten og muliggjøre en mer rasjonell utnyttelse av personell og utstyr, reduisering av antallet arbeidsdisipliner innenfor et begrenset område, hvilket er av vesentlig betydning for produktiviteten, og mindre sårbarhet for designendringer sent i prosjektet, idet fabrikasjonen av ståldelen påbegynnes senere enn betongdelen.

For en flyter ifølge oppfinnelsen vil man kunne oppnå også den fordel at vinsjer i flyterens forankringssystem kan anbringes i en eller flere av de nevnte stålsøyler. Det vil si at denne del av forankringssystemet vil kunne være klart og stå til rådighet så snart stålsøylen er montert. Typiske forankringssystemer for flytere er bruk av vanlige slakke forankringskabler eller strekkstag.

Særlig i denne forbindelse vil det kunne være fordelaktig dersom flyteren ifølge oppfinnelsen innbefatter to diametralt overfor hverandre i søyledelen anordnede stålsøyler, da dette vil kunne gi mulighet for et forankringssystem hvor bare de to nevnte stålsøyler er forsynt med flyterdelen av flyterens forankringssystem (vinsjer, strammere etc.). Et slikt forenklet forankringssystem antas å ha selvstendig inventiv betydning.

En flyter ifølge oppfinnelsen kan ha mange ulike konstruktive utførelsesformer. Således kan fordelaktig søyledelen bestå av et antall tett sammenstilte søyler, en utførelse som eksempelvis særlig vil kunne være aktuell for en flyter som

skal anvendes som lastebøye. Særlig i denne forbindelse kan flyteren ifølge oppfinnelsen ha en slik utførelse at den neddykkede flytedel er inkorporert i søyledelen. Dekksdelen kan også i og for seg være sterkt innskrenket og begrense seg til å utgjøre en toppdel av søyledelen. En flyter ifølge oppfinnelsen kan således tenkes realisert som en maritim konstruksjon hvor man utseendemessig ikke kan skille de enkelte flyterdeler fra hverandre.

Oppfinnelsen skal nå forklares nærmere under henvisning til tegningene, hvor:

- Fig. 1 viser montering av en stålsøyle på en betongsøyle,
fig. 2 viser et perspektivriss av en mulig utførelse av en flyter ifølge oppfinnelsen,
fig. 3 viser en annen mulig utførelse av en flyter ifølge oppfinnelsen,
fig. 4 viser et delvis gjennomskåret riss av en stålsøyle som anvendt i flyteren i fig. 3,
fig. 5 viser i et oppriss stålsøylen i fig. 4 plassert på den underliggende betongsøyle,
fig. 6 viser et forstørret utsnitt fra fig. 5, hentet fra interaksjonsområdet betong/stål,
og
fig. 7 viser et tilsvarende utsnitt av en modifisert utførelse.

I fig. 1 er det vist den øvre avsluttende del av en betongsøyle 1. Denne betongsøyle 1 utgjør en del av en flyter og rager som vist opp gjennom vannflaten 2. En stålsøyle 3 er vist løftet på plass over betongsøylen 1 ved hjelp av to kranlektene 4,5.

Den kombinerte søyle 1,3 kan eksempelvis inngå som et av elementene i den flyter som er vist i fig. 2. Flyteren i fig. 2 er av en type hvor den neddykkede flytedel er inkorporert i

søyledelen, eller omvendt, og det er altså ikke noe klart skille mellom den neddykkede flytedel 6 og flyterens søyledel 7. En deksdel 8 er antydnet med stiplede linjer. Denne deksdel kan ha mange ulike utforminger og kan også nærmest være forsvinnende liten, eksempelvis for en lastebøye bare være i form av en helikopterplattform eller en egnet toppavslutning av søyledelen.

Flyteren er som vist bygget opp med tett sammenstilte søyler 1,9,10 og 11. Betongdelen er støpt som en sammenhengende struktur, opp til en høyde over vannflaten 2, og fortsetter så oppover som stålsøyler 3,12,13 og 14. Delelinjene betong/stål er betegnet med 15,16 og 17.

En slik flyter kan bygges under utnyttelse av to separate byggesteder, et for betongdelen og et for ståldelen. Stålsøylene kan stålsøylene så godt som ferdigstilles før monteringen på betongsøylene (fig. 1). Således kan hver stålsøyle klargjøres med alle dekk for diverse mekanisk utstyr, og nødvendig utstyr kan også plasseres i stålsøylene før monteringen i flyteren. Den i fig. 2 slakkforankrede flyter vil med en gang stålsøylene er satt på plass kunne ha tilgjengelig sin del av forankringssystemet. Det vil si at flyteren i fig. 2 eksempelvis i sine utrustede stålsøyler 3 og 13 kan ha i dette tilfelle nødvendige forankringsvinsjer 18,19, slik at man raskt kan få etablert den antydende forankring ved hjelp av de slakke forankringskabler 20-23. Av fig. 2 går det frem at forankringssystemet kan tenkes realisert under utnyttelse av bare to diametralt i søyledelen anordnede stålsøyler, nemlig stålsøylene 3 og 13. Det er forøvrig ingen betingelse at som i fig. 2 samtlige søyler har avsluttende ståldeler. Således kan man eksempelvis hvis det anses som nyttig eller passende utelate stålsøylene 12 og 14, og således avslutte betongsøylene 9 og 11 ved delelinjen 16, eller eventuelt høyere eller lavere enn denne delelinje. En slik søylegruppe kan selvsagt også ha et større eller mindre

antall, separate eller mer eller mindre sammensmeltede søyler.

I fig. 3 er det vist en annen mulig utførelse av en flyter ifølge oppfinnelsen, her i form av en strekkstagplattform. Flyteren i fig. 3 har en neddykket flytedel 25 av betong, utført som en rammedel (sett i grunnrisset), med oppragende betongsøyler 26,27,28 og 29 fra hvert rammehjørne. Betongsøylene 26-29 strekker seg opp gjennom vannflaten 30, til et nivå 32,33,34,35. Derfra fortsetter den enkelte søyle som stålsøyle 36,37,38 og 39. Stålsøylene bærer bærere/fagverk 40 for baring av dekkmoduler (ikke vist) og sammenbinding av søylene.

Som nevnt er flyteren i fig. 3 en strekkstagplattform. De nødvendige strekkstag er antydnet ved 41,42,43 og 44, og håndtering/strammeutstyr for strekk-kablene er anordnet i de respektive stålsøyler. Dette utstyr er i fig. 3 betegnet med 45,46,47 og 48. Koplingen mellom strekkstagene og flyteren er ikke vist nærmere.

En typisk stålsøyle, slik den anvendes i flytere i fig. 3, er vist delvis gjennomskåret i fig. 4. Som det går frem av fig. 3 er dekkdelens bærestruktur 40 slik at baringen av dekkdelens moduler (ikke vist) vil være eksentrisk i forhold til flytersøylene senterlinjer. Derfor har stålsøylene i dette tilfelle en spesiell utforming, idet et styrkeskott 50 er forlenget ut fra søylens periferi og et skott 51 er introdusert parallelt med dette under bærersystemet 40 (fig. 3). Likeledes er det introdusert to parallelle skott 52,53 mellom skottparene 50,51. Disse strukturelle styrkedeler vil primært virke som trykk- og momentfordelingsselementer, fra bæresystemet 40 over i stålsøylen. Samtidig vil disse parallelle skottene kunne anvendes som lagertanker for f.eks. vann eller dieselolje, idet de vil kunne utformes med et betydelig indre lagringsvolum.

Forøvrig ser man av fig. 4 at det i stålsøylen kan bygges inn nødvendig antall ståldekk 54,55.

I fig. 5 er delelinjen mellom betong og stål vist, og fig. 6 og 7 viser en respektiv detalj av en mulig interaksjonsforbindelse mellom betong og stål, idet utsnittene er hentet fra det angitte utsnittsområde 56 i fig. 5. I fig. 5 er betongsøylen betegnet med 27 (se også fig. 3), og stålsøylen er betegnet med 37 (se også fig. 3).

Interaksjonsforbindelsen, som er vist i detalj for to mulige utførelsesformer i henholdsvis fig. 6 og 7, innbefatter en tykk stålplate 57 som legges på toppen av og kontinuerlig rundt øvre del av betongsøylen 37. Under stålplaten er det sveiset kamjernsbolter eller andre typer bolter 58, som støpes ned i betongen. Antall og dimensjon av disse boltene vil være avhengig av opptredende strekk/trykk-krefter. Mellom boltene er det sveiset inn en skjærplate 59 kontinuerlig rundt omkretsen. Denne har den tredelte funksjon å oppta og overføre horisontale skjærkrefter, sikre mot vannlekkasje og dessuten, idet den består av såkalte bulb-flattstål, også vil kunne oppta og fordele vertikale trykk/strekk-krefter. I fig. 7 er forbindelsen vist med en alternativ utforming og boltene er erstattet med to bulb-flattstål 60.

Det vil være en ubetinget fordel med hensyn til lekkasjesikring å la bulb-flattstål og stålplate være en kontinuerlig sveiset forbindelse rundt hele omkretsen, men det vil by på et håndteringsteknisk problem å få elementene installert som en kontinuerlig ring. Det bør derfor foretas en prefabrikering i sektorer passende for installasjonsformål, idet sektorene samles og sveises i en passende høyde over betongkanten, midlertidig opphengt eksemplvis i taljer. Etter sveising kan ringen senkes i en endelig, nøyaktig tilpasset (nivellert) posisjon. Stål- eller topp-platen 57 kan ha hull med passende mellomrom for (eventuelt epoksybasert) betonginjisering. Det vil naturligvis være mulig med andre installasjonsprosedyrer

for å oppnå sirkulær kontinuitet. Stålsøylen 37 har, som det fremgår av fig. 5, en noe mindre diameter enn betongsøylen 27. Dels har denne forskjell en styrkemessig (betongteknologisk) funksjon, men den vil også gi en rommelig installasjonstoleranse for stålsøylen i forhold til de meget strenge byggetoleranser som normalt settes.

Delelinjen mellom betong og stål i søylen bør ideelt posisjoneres i en rimelig, men dog kortest mulig avstand oppover regnet fra en elevasjon hvor spenningene som skyldes trykklastene fra dekkdelen har nådd et lavt, i hovedsaken konstant nivå. Denne elevasjon kan beregnes, idet man antar at trykkspenningene spres nedover i stålsøylens sylindriske stålskall i en vifteform. Med utgangspunkt i en antatt trykkfordelingssektor, og under utnyttelse av generelt kjent formelverk for trykk- og strekkspenninger som funksjon av en punktlast og tykkelsen av det sylindriske stålskall i stålsøylen, vil man kunne sette opp et spenningsfordelingsdiagram som viser at både trykkspenninger og de induserte strekkspenninger fra eksentrisitetsmomenter vil gå fra en asymptotisk uendelig verdi i lastens angrepunkt til et lavt, konstant nivå i en avstand fra søyletoppen og videre nedover. For en søyletoppdiameter på 25 m vil den nevnte avstand omtrent bli lik diameteren. Et annet krav som bør tilfredsstilles er at delelinjen legges i en egnet høyde over konstruksjonsvannlinjen, eksempelvis ca. 5 m over, da en slik plassering vil gi rimelige muligheter for periodisk inspeksjon og vedlikehold, noe som vil være en stor fordel, fordi det er hensiktsmessig at hele stålsøylen er tilgjengelig for inspeksjon og vedlikehold; selv om man antar at forbindelsen betong/stål er lekkasjetett, tatt i betraktning at en flyter kan ha en spesifisert forventet levetid på opptil 50 år.

Med oppfinnelsen utnytter man betongversjonens fordeler med hensyn til robusthet, tyngde og korrosjonsbestandighet i de undersjøiske, nedre delene, dvs. for den delen av flyteren

som befinner seg under vannflaten, i kombinasjon med stålets elastisitet/plastisitet og dets derav følgende vel dokumenterte evne til spenningsutjevning og -distribusjon, i alle deler over vannflaten. Stabiliteten og den generelle bevegelseskaraktistikk bedres fordi man får senket det materielle tyngdepunkt så meget som mulig. Man kan også fullt utnytte den fordel det er å benytte to byggesteder, med den særlige fordel som ligger i at ståldelene kan utrustes fullt ut før etablering av forbindelsen med betongstrukturen.

De betydelige og konsentrerte statiske og dynamiske laster mellom dekkedel og søyledel vil distribueres over et større, gunstig område, med en meget fordelaktig reduksjon av spenningsnivået og en gunstig interaksjon stål/betong.

P a t e n t k r a v

1.

Flyter, med neddykket flytedel (6;25) av betong, en søyledel (7;26,27,28,29) innbefattende en eller flere betongsøyler fra flytedelen og opp gjennom vannflaten, og en dekkedel (8;40) av stål, båret av søyledelen over vannflaten, idet den nevnte ene eller det nevnte antall av betongsøyler (1,9,10,11;26,27,28,29) over vannflaten er forlenget som en hul, utrustbar stålsøyle (3,12,13,14;36,37, 38,39) opp til dekkdelen, k a r a k t e r i s e r t v e d a t delelinjen (15,16,17;32, 33,34,35;56) betong/stål i søylen ligger i en avstand i størrelsesområdet 20-30 m fra dekkbæringen (lastens angrepspunkt) hvor spenningskonsentrasjonene fra dekkbæringens punktlaster (lastenes angrepspunkt) er fordelt langs stålsøylens skall til et lavt og forholdsvis jevnt nivå, og i en avstand på rundt 5 m over den beregnede vannlinje.

2.

Flyter ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d a t vinsjer (18,19;45,46,47,48) i flyterens forankringssystem (20,21,22,23;41,42,43,44) er anbragt i en eller flere av de nevnte stålsøyler (3,13;36,37,38,39).

3.

Flyter ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d a t den innbefatter to diametralt overfor hverandre i søyledelen anordnede stålsøyler (3,13;36,38;37,39).

4.

Flyter ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d a t søyledelen består av et antall tett sammenstilte søyler (1,9,10,11).

5.

Flyter ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at den neddykkede flytedel (6) er inkorpor-
5 ert i søyledelen (7) (fig. 2).

6.

Flyter ifølge et av de foregående krav, k a r a k t e r i-
s e r t v e d at interaksjonsforbindelsen i delelinjene
10 mellom stål og betong innbefatter en horisontalt ringformet
stålplate (57) og en ringformet skjærplate (59) fra stål-
platen og ned i betongen.

15

20

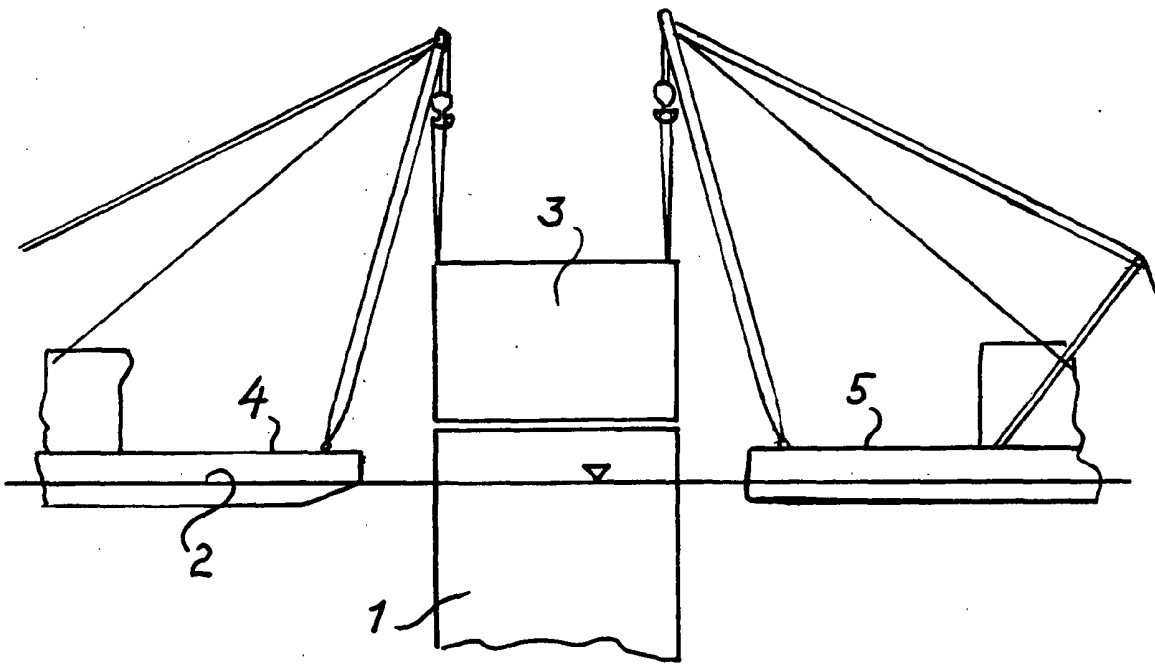
25

30

35

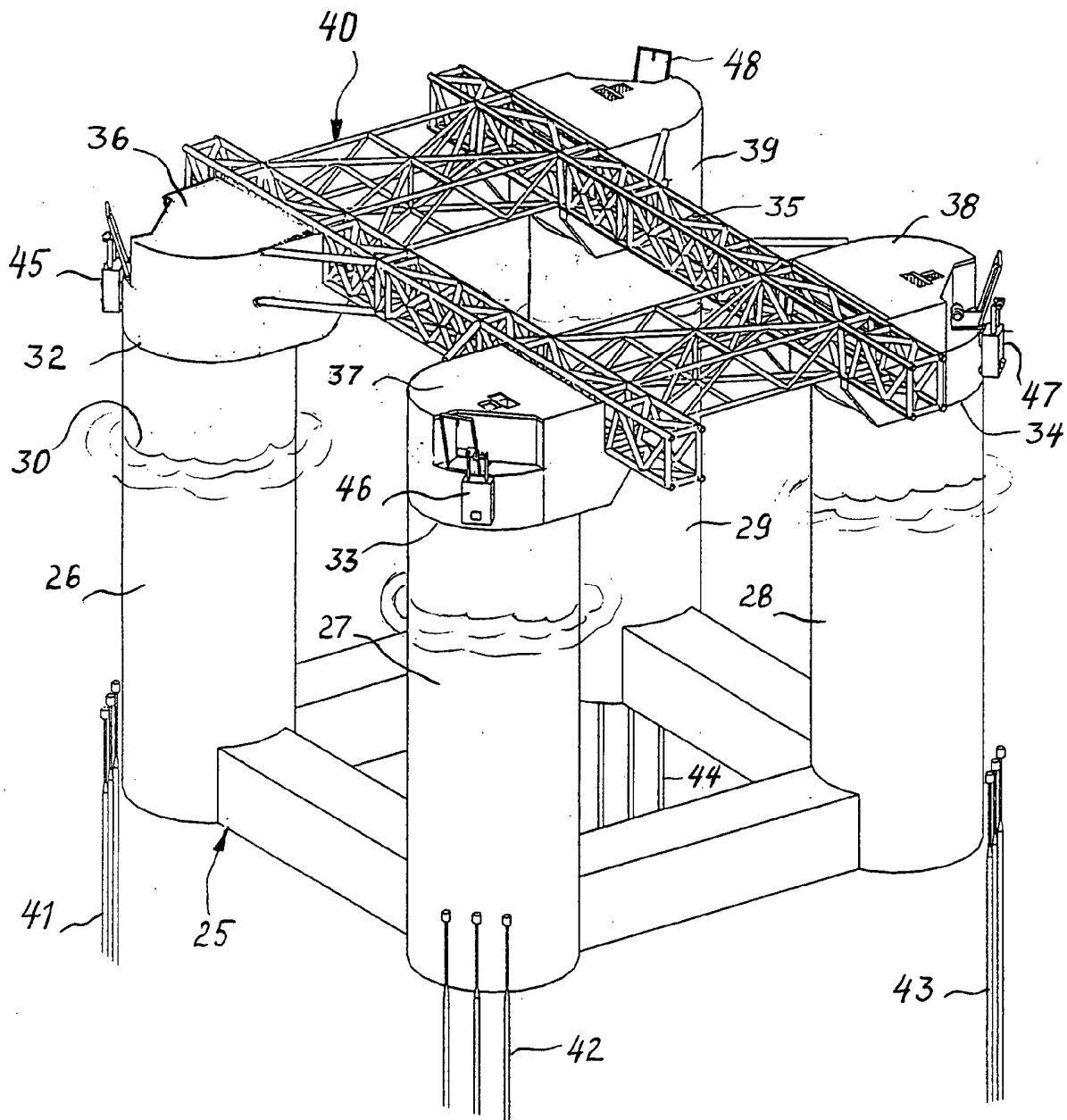
177897

Fig. 1



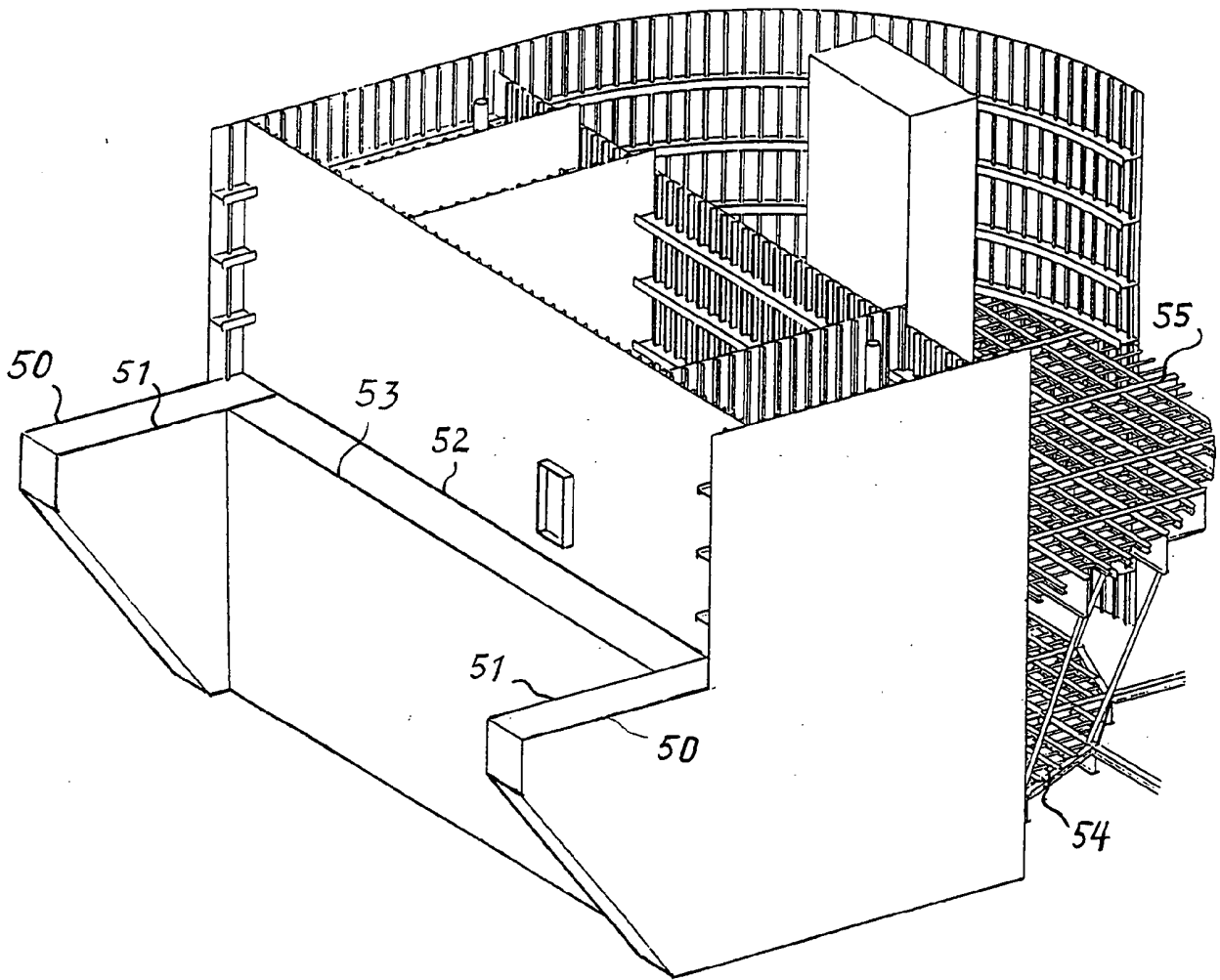
177897

Fig. 3



177897

Fig. 4



177897
Fig. 5

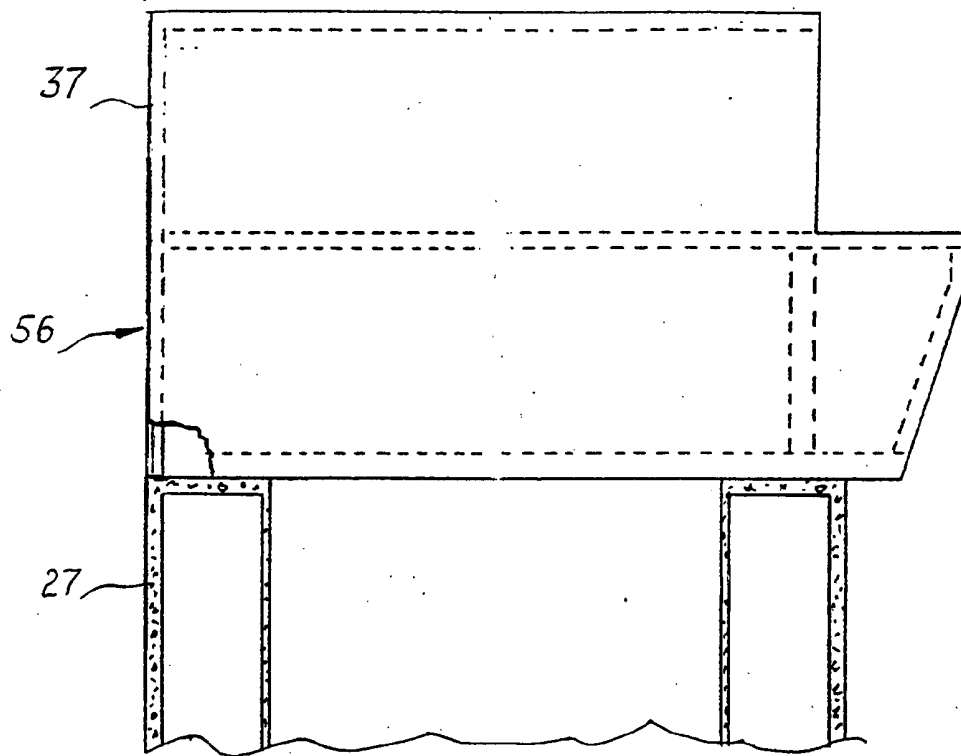


Fig. 6

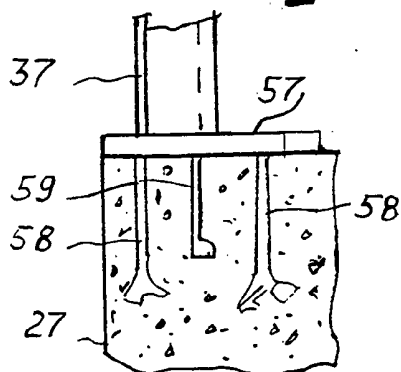


Fig. 7

