

OBE/LKA

11.10.2005

E20650
P403663NO

Colin Stuart Headworth
2312 Wordsworth
Houston
TX 77030-2028
USA

Oppfinner(e):

Søker

Spolbar, ettergivende leder og kveilrør for innføring med et injektorkveilrør i en brønn

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører en ettergivende leder for adkomst til installasjoner slik som olje- eller gassbrønner, systemer som benytter lederne, fremgangsmåter for utdeling av kveilrør med den ettergivende lederen til en slik installasjon og fremgangsmåter for tilvirkning og bruk av samme.

5

Mer spesifikt vedrører oppfinnelsen en spolbar, ettergivende leder for kveilrør, bøyelige aksler eller andre lignende anordninger for adkomst til sjøbunnsinstallasjoner. Den ettergivende lederen festes ved sin første ende til en injektoranordning og ved sin andre ende til en installasjon som tilveiebringer en lederkanal for kveilrør eller andre anordninger for å mate disse til installasjonen.

Etter innføring i en oljebrønn, har kveilrør et stort mangfold bruksområder slik som boring, logging og produksjonsforøkning i henhold til kjent teknikk. Kveilrør kan bli trukket ut av en brønn umiddelbart etter en brønnbehandling, eller det kan bli permanent etterlatt i brønnen som en del av brønntettingen. Når kveilrør blir benyttet, er det nødvendig å tilveiebringe en ringformet brønntetting der kveilrøret går inn i brønnen. Denne tettingen blir ofte betegnet som pakkboks eller slamskrape, og dens funksjon er å tilveiebringe en dynamisk, trykktett tetting rundt kveilrøret for å forhindre lekkasje av brønnfluider fra oljebrønnen i punktet hvor kveilrøret går inn i oljebrønnen. Tidligere kjente fremgangsmåter og anordninger har plassert den ringformede brønntettingen nær injektoren, typisk bare noen få tommer vekk, for det hovedformål å unngå buklingssvikt for kveilrøret mellom injektoren og den ringformede tettingen.

I henhold til den kjente teknikk krever oljebrønner på land en smøreinnetning. Dette er en innetting som kan være mange titall fot stor og er midlertidig festet til brønnehodet eller treet til brønnen. Injektoren må bli holdt på plass over denne smøreinnetningen, nær den ringformede brønntettingen. En vesentlig krankraft eller holdekonstruksjon kreves for å løfte og holde injektoren på plass. Å tilveiebringe slike kraner eller konstruksjoner øker kostnadene, kompleksitetene og varigheten av kveilrørsoperasjoner.

30

I henhold til den tidligere kjente teknikk ligner undervannsoljebrønner med overflatebrønnehoder oljebrønner på land ved at de krever at injektoren blir løftet og holdt på plass over smøreinnetningen og nær den ringformede brønntettingen. En ytterligere ulempe er at injektoren må bli løftet fra et flytende fartøy opp på anlegget som har overflatebrønnehodene. Mange fralandsplattformer har ikke installert kraner som er passende for denne oppgaven, og kostnadene for midlertidig å tilveiebringe slike kraner kan utelukke en økonomisk bruk av kveilrør.

35

I henhold til den tidligere kjente teknikk kan kveilrør bli benyttet i tilfellet med undervannsoljebrønner med midlertidige overflatebrønnehoder. Ved visse tilfeller er et borefartøy koblet til undervannsoljebrønner med et midlertidig stigerør. Dette skjer under borefasen til en undervannsoljebrønn. En smøreinnetning er noen ganger festet til det midlertidige overflatebrønnehodet, og ved slike tilfeller må injektoren bli overført fra et flytende fartøy, løftet og holdt ovenfor smøreinnetningen nær den ringformede brønntettingen. Siden borefartøyet flyter fritt uten forankring, må injektoren være hivkompensert.

10

Undervannsoljebrønner, med undervannsbrønnehoder som ikke har noen type plattformkonstruksjon på overflaten over brønnen, fås generelt adkomst til fra et boreskip eller halvt nedsenkbart borefartøy. I henhold til den tidligere kjente teknikk krever kveilørsadkomst fra slike fartøy at det trykksatte borehullet blir midlertidig forlenget ved bruk av et fast stigerør under strekk fra brønnehodet til fartøyet og tilknyttet stort hivkompensasjons- og stigerørshåndteringsutstyr. Dette tillater da den ringformede brønntettingen å være nær injektoren. Eksempler på slik kjent teknikk er US-patent nr. 4.423.983 som beskriver et fast eller stivt marint stigerør som strekker seg fra et undervannsanlegg til en flytende konstruksjon plassert i det vesentlige direkte ovenfor, og US-patent nr. 4.470.722 som beskriver et marint produksjonsstigerør for bruk mellom et undervannsanlegg (produksjonsmanifold, brønnehode etc.) og et halvt nedsenkbart produksjonsfartøy. Annen relatert tidligere kjent teknikk inkluderer US-patent nr. 4.176.986 som beskriver et fast marinboringsstigerør med variable oppdriftskanner. Boreskip eller halvt nedsenkbare borefartøyer og tilknyttet utstyr påkrevd for strekksatte faste stigerør har en høy daglig kostnad. For eksempel kan rutinemessig kveilørsadkomst utført på en undervannsbrønn ha en vesentlig daglig kostnad på mer enn hundre tusen dollar pr. dag.

25

I et forsøk på å utelukke behovet for strekksatte faste stigerør og stigerørshivkompensasjonssystemer har tidligere kjent teknikk som benytter bøyelige stigerør i stedet for faste stigerør blitt fremlagt. Eksempler på slik kjent teknikk er US-patent nr. 4.556.340 og US-patent nr. 4.570.716 som beskriver bruk av bøyelige stigerør eller kanaler mellom et undervannsanlegg og et flytende produksjonsanlegg; og US-patent nr. 4.281.716 som beskriver et bøyelig stigerør for å underlette vertikal adkomst til en undervannsbrønn for å utføre kabelvedlikehold. Annen relatert kjent teknikk inkluderer US-patent nr. 4.730.677 som beskriver en fremgangsmåte og et system for å yte service på undervannsbrønner med et bøyelig stigerør, og US-patent nr. 5.671.811

35

som beskriver en rørsammenstilling for å yte service på et undervannsbrønnhode ved å injisere et indre kontinuerlig kveilrør i et ytre kontinuerlig kveilrør. Det denne tidligere kjente teknikk har felles er forlengelsen av det trykksatte borehullet fra brønnhodet til det flytende anlegget for å tillate den ringformede brønntettingen, for enten kabel eller
5 kveilrør, å være ovenfor vannoverflaten eller nær injektoren.

Skade, svikt eller nødsfrakobling av et stigerør forbundet mellom et undervannsbrønnhode og et flytende fartøy, eller av rør mellom et anlegg med overflatebrønnhoder og et flytende fartøy, kan skape sikkerhetsrisiki og en
10 forurensningsrisiko hvis det er trykksatte brønnfluider inne i stigerøret eller rørene. Disse risikofaktorene er av signifikant betydning, og blir ofte nevnt som grunnen for ikke å utføre en bestemt oljefeltoperasjon. Disse bekymringene blir øket hvis det flytende fartøyet blir holdt i posisjon ved hjelp av dynamisk posisjonering i stedet for
15 angrepankring. Et slikt fartøy kan ved uhell bevege seg ”off station” og nå den geometriske eller konstruksjonsmessige grense for stigerøret svært raskt, innenfor noen få tiendedels sekunder, avhengig av vanddybden. Bekymringer om utmattingssvikt oppstår også hvis dette stigerøret eller røret er en homogen stålkonstruksjon som blir utsatt for både trykk og varierende belastninger grunnet den relative bevegelsen mellom brønnhodet og det flytende fartøyet og grunnet miljøkrefter.

20 Tidligere kjente fremgangsmåter og systemer for å få adkomst til undervannsbrønner med kabel eksisterer som ikke benytter for midlertidig å forlenge et trykksatt opp til et flytende fartøy. I stedet kan en undervannssmøreinnetning bli benyttet som kobles direkte til et undervannstre eller brønnhode. En undervannssmøreinnetning er en
25 frittstående konstruksjon på et undervannstre. Den er generelt 22,7 til 45,4 m stor med en ringformet brønntetting ved toppen som tillater en kabel å gå inn fra omgivelsestrykk og inn i en smøreinnetning som befinner seg ved brønntrykk. Toppen av undervannssmøreinnetningen forblir under vann i en tilstrekkelig dybde til å tillate trekk av et flytende støttefartøy som holder en kabelvinsj og tilhørende støtteutstyr.
30 Undervannssmøreinnetningene kan være ekspedert fra fartøy som ikke er boreskip eller halvt nedsenkbare borefartøy og således tilveiebringe fleksibilitet for å bruke fartøy med en lavere daglig kostnad og andre fordelaktige egenskaper slik som rask mobiliseringstid tilbudt av dynamisk posisjonerte fartøy. Eksempler på denne tidligere kjente teknikk er US-patent nr. 4.993.492 som beskriver en fremgangsmåte for
35 innsetting av kabelutstyr i en undervannsbrønn ved bruk av en undervannskabelsmøreinnetning; og US-patent nr. 4.825.953 som beskriver et kabelbrønnvedlikeholdssystem for undervannsbrønner som benytter en

undervannssmøreinnretning. Spekteret av oppgaver som kan bli utført i en brønn ved bruk av bare kabel blir øket i stor grad ved bruk av kveilrør sammen med kabel.

5 En tidligere kjent fremgangsmåte beskrevet i US-patent nr. 4.899.823 holder injektoren på plass over en undervannssmøreinnretning som er koblet til et undervannsbrønnehode. Injektoren blir plassert under vann for å plassere den i tett nærhet til den ringformede brønntettingen. En ulempe med denne tilnærmingen er at siden injektoren er stor og tung, kan bare relativt korte undervannssmøreinnretninger bli benyttet. Ellers kan for store bøyemomenter bli påført undervannsbrønnehodet i tilfelle bølger, strømminger eller 10 andre krefter som virker på injektoren. En relativt kort smøreinnretning begrenser omfanget av kveilrørsoperasjoner nede i hullet til de som kan bli utført med bare relativt korte verktøystrenger.

Det vil således representere et fremskritt innen teknikken å tilveiebringe et system for 15 innføring av kveilrør i en oljebrønn ved bruk av en injektor som er fjern fra den ringformede brønntettingen. Å tilveiebringe en anordning som øker avstanden mellom injektoren og den ringformede brønntettingen fra noen få tommer og opp til hundrevis eller tusenvis av fot, gjør et spekter av nye fremgangsmåter og systemer mulig for å innføre kveilrør i et mangfold av oljebrønner, som var enten for risikable eller 20 upraktiske inntil nå. Oljebrønner på land, undervannsbrønner med undervannsbrønnehoder, undervannsoljebrønner med overflatebrønnehoder, oljebrønner på fralandsplattformer og oljebrønner som fremdeles er i borefasen, kan alle ha nytte av anordningen, fremgangsmåtene og systemene som har fjerntliggende kveilrørsinjektormuligheter.

25 Den foreliggende oppfinnelse tilveiebringer et system som er konstruert for vesentlig å øke avstanden mellom en injektor for kveilrør eller lignende bøyelig materiale eller anordninger og en oljebrønn eller annen lignende installasjon. I tilfellet med trykksatte installasjoner slik som en olje- eller gassbrønn på sjøbunnen, kan systemet i henhold til 30 den foreliggende oppfinnelse inkludere en trykktetting tilknyttet en fjerntliggende ende av anordningen, mens i tilfellet med installasjoner hvor brønnehullet blir forlenget ved bruk av et produktsstigerør til et sted fjernt fra sjøbunnen slik som overflaten, kan anordningen inkludere en trykktetting i inngangspunktet til stigerøret.

35 Den foreliggende oppfinnelsen inkluderer en spolbar ettergivende leder (også kalt "SEL") innbefattende et hult, kontinuerlig eller skjøtt rør med en første ende for fraskillbart å tilkobles en installasjon og en andre ende for fraskillbart å tilkobles en

installasjonsserviceanordning. Fortrinnsvis er SEL'en i stand til å motstå strekk og kompresjonskrefter over ca. 22.700 kg, og spolbar på en trommel for enkel transport og anvendelses- og gjenvinningshastighet.

5 SEL'en er tilstrekkelig lang til å anta en ettergivende form mellom en injektor og en installasjon slik som en smøreinnretning festet til et undervannsbrønnhode. Den ettergivende formen underletter en dynamisk bøyning som muliggjør relativ bevegelse mellom injektoren og smøreinnretningen og unngår behovet for hivkompensasjon av enten selve SEL'en eller injektoren. En ønsket ettergivende form kan bli oppnådd ved
10 bruk av bøyebegrensere, oppdriftselementer, vekter og/eller ballastelementer festet til SEL'en og plassert langs dens lengde. Fordi SEL'en kan dynamisk bøyes, er fartøy som innbefatter stigerørstrekk- og hivkompensasjonssystemer ikke påkrevd for undervannsbrønnhodeoperasjoner.

15 SEL'en kan være tilveiebrakt med en indre anti-friksjonsinnretning for å redusere eller minimalisere strekk og trykk for kveilrøret mellom injektoren og den ringformede brønntettingen.

SEL'en kan også innbefatte en nødsfrakobling og en kveilrørkutter mellom den
20 ringformede brønntettingen og injektoren slik at SEL'en med kveilrøret i seg kan bli relativt umiddelbart frakoblet smøreinnretningen og etterlate den ringformede brønntettingen tilkoblet smøreinnretningen.

Om ønskelig, kan ringrommet mellom kveilrøret og SEL'en være fylt med et trykksatt
25 smørende medium ved å innbefatte en andre ringformet tetting ved injektorenden av den spolbare, ettergivende SEL'en.

SEL'en inkluderer også en ringformet tetting mot brønntrykket og brønnfluidene ved
| smøreinnretningssenden, og har ikke brønnfluider på ~~innsiden~~innsiden som dermed
30 reduserer eller minimaliserer følgene av svikt eller skade sammenlignet med rør som inneholder trykksatte brønnfluider. Derfor kan SEL'en bli benyttet uten hensyn til innholdet av trykk eller brønnfluider. Fordi den ringformede brønntettingen til SEL'en er ved smøreinnretningen, kan et undervannssmøreinnretningssystem bli benyttet for adkomst til undervannsbrønner med kveilrør mens injektoren forblir på det flytende
35 fartøyet.

SEL'en kan også innbefatte et ytre og indre rør med et ringformet rom derimellom og åpninger for å sirkulere et fluid gjennom det ringformede rommet. SEL'en kan også innbefatte dynamiske kraftsensorer koblet til dynamisk kraftkompensasjonsapparat plassert langs lengden av SEL'en for å imøtegå sidekrefter (dvs. påføre en lik og motsatt kraft i en valgt posisjon eller posisjoner) når SEL'en er koblet til installasjonen. SEL'en kan også innbefatte dynamiske kraftsensorer plassert langs lengden av SEL'en, men spesielt ved brønnhodeenden av SEL'en, koblet til en dynamisk reposisjoneringsanordning tilknyttet et fartøy for å imøtegå sidekrefter som virker på brønnhodet (dvs. å bevege fartøyet for å påføre en lik og motsatt kraft) når SEL'en er koblet til installasjonen.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer også et system som inkluderer en SEL, kveilirør eller lignende apparatur, en smøreinnetning og et injektoranlegg inkludert en injektor, en lederspole, en kveilirørsspole og tilknyttet utstyr for å operere injektoren og spolene. Systemet underletter vertikal adkomst til en dyp oljebrønn og innføring av kveilirør eller lignende materiale eller anordning i denne. Systemet kan innbefatte en utblåsningssikring, smøreinnetningsseksjon, brønnhodekonnektor og en lederkonnektor for å festes til SEL'en. En ende av SEL-anordningen er fraskillbart forbundet med en smøreinnetningsleder-konnektor og den andre enden er fraskillbart koblet til injektoranlegget, nær en injektor. Injektoranlegget kan være et kjøretøy, et flytende fartøy, en borerigg eller annet egnet anlegg.

Systemet kan også inkludere et kveilirørsverktøy som kan være koblet til en ende av kveilirøret når det kommer ut av smøreinnetningsenden av SEL'en, men før SEL'ens innfesting til smøreinnetningen. Alternativt, hvis den indre diameteren og krumningen til SEL'en tillater dette, kan kveilirørsverktøyet også være koblet til kveilirøret før innføring i SEL'en. Verktøystrengen (kveilirørsverktøy og kveilirør) er konstruert til å entre smøreinnetningen før SEL'ene blir fraskillbart tilkoblet smøreinnetningen.

Den foreliggende oppfinnelsen inkluderer videre en fremgangsmåte for adkomst til en installasjon med en ettergivende SEL, hvor fremgangsmåten inkluderer fraskillbart å koble en ende av en SEL til installasjonen og den andre enden av SEL'en til et fjerntliggende anlegg. En bøyelig anordning kan så bli matet gjennom SEL'en inn i installasjonen. Til slutt inkluderer fremgangsmåten fraskilling av SEL'en.

Den foreliggende oppfinnelsen inkluderer videre en fremgangsmåte for innføring av kveilirør eller annen bøyelig, kontinuerlig eller skjøtt rør eller anordning i et brønnhode,

hvor fremgangsmåten inkluderer å feste en smøreinnretning til et brønnhode; fraskillbart koble en ende av SEL'en til smøreinnretningen og den andre enden til et injektoranlegg. Injektoranlegget kan inkludere en injektor, en lederspøle, en kveilrørsspøle og tilknyttede kontrollanordninger. Kveilrøret blir så innført i SEL'en ved hjelp av
5 injektorens avspoling av røret fra sin lagringstrommel eller spøle, tvinging av kveilrøret gjennom injektoren og så inn i SEL'en. Fremgangsmåten kan inkludere å koble et kveilrørsverktøy til kveilrøret straks det har kommet ut av smøreinnretningsenden av SEL'en og før SEL'en blir festet til smøreinnretningen. Alternativt, hvis den indre diameteren og krumningen til SEL'en tillater dette, kan kveilrørsverktøyet så bli koblet
10 til kveilrøret før innføring i SEL'en. Kveilrøret med verktøyet koblet til dette (verktøystrengen) blir så innført direkte i smøreinnretningen. Verktøystrengen blir så innført i oljebrønnen gjennom injektoren. De ovenfor nevnte fremgangsmåter kan bli reversert for å gjenvinne alle gjenstandene fra oljebrønnen.

15 Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer også en SEL for å lede kveilrør inn i et stigerør innbefattende et hult, kontinuerlig eller skjøtt rør med en første ende fraskillbart tilkoblet et stigerør slik som en olje- eller gassbrønn og en andre ende for fraskillbart å kobles til en installasjonsserviceanordning. Fortrinnsvis er SEL'en i stand til å motstå sprekk- og kompresjonskrefter over ca. 22.700 kg og spolbar på en trommel for enkel
20 transport og anvendelseshastighet og –gjenvinning.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer også et kveilrørssystem til bruk sammen med stigerør. Dette systemet innbefatter en streng av kveilrør, en kveilrørinjektor som kan samvirke med en brønnboringstetting og en SEL, et hult, kontinuerlig eller skjøtt
25 rør, inkludert en første ende med en valgfri konnektor for fraskillbart å kontakte en installasjon slik som en olje- eller gassbrønn plassert i en proksimal ende av et stigerør og en andre ende for fraskillbart å tilkobles injektoren. SEL'en med kveilrøret på innsiden strekker seg fra en proksimal ende av stigerøret til brønnehodet i den fjerntliggende enden av stigerøret. Dette systemet er spesielt velegnet for stigerør laget
30 av uarmert bøyelig rør, hvor SEL'en er reaktivt koblet til kveilrøret. Fordi SEL'en er reaktiv med kveilrøret, rommer SEL'en kompresjonskreftene forbundet med kveilrørsoperasjoner, spesielt ekstraksjon, uten skade på det uarmerte bøyelige røret.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer også fremgangsmåter for utføring av
35 kveilrørsoperasjoner gjennom et stigerør, spesielt et uarmert bøyelig stigerør, uten skade på stigerøret grunnet kompresjonskrefter som generelt blir imøtegått under kveilrørsekstraksjon. Fremgangsmåten inkluderer innføring av kveilrør i en SEL i

henhold til den foreliggende oppfinnelsen, innføring av den kombinerte konstruksjonen gjennom en proksimal eller overflateende av stigerøret inntil en arbeidsende av kveilrøret kontakter brønnhodet, injisere den kombinerte konstruksjonen i brønnhodet og fjerne den kombinerte konstruksjonen fra stigerøret etter komplettering av en
5 kveilrørsoperasjon.

Oppfinnelsen kan bli bedre forstått med henvisning til den følgende detaljerte beskrivelse sammen med de vedlagte illustrative tegninger i hvilke like elementer har samme nummerering:

10

Fig. 1 til 5 har til hensikt å vise en sekvens av operasjoner;

Fig. 1 viser deler av et flytende fartøy som har styreledninger koblet til et undervannsbrønnhode eller tre;

15

Fig. 2 viser en bunnstakksammenstilling til en undervannssmøreinnetning og en kontrollnavlestreng som blir senket med heisvire, for å kobles til et brønnhode, fra et flytende fartøy;

20

Fig. 3 viser en toppsmøreinnetningssammenstilling til en undervannssmøreinnetning som blir senket med heisvire, for å kobles til en bunnstakksammenstilling til en undervannssmøreinnetning, fra et flytende fartøy;

25

Fig. 4 viser en spolbar ettergivende ledersammenstilling ("SEL") kveilrør og en kveilrørverktøystreng som blir senket fra et flytende fartøy ved bruk av to injektorer i serie, styrt av et fjernoperert kjøretøy, for å kobles til en undervannssmøreinnetning;

30

Fig. 5 viser SEL'en og kveilrørssystemet koblet til en undervannssmøreinnetning og brønnhode med SEL'en i sin ettergivende modus, klar for kveilrørsoperasjoner nede i hullet;

35

Fig. 6A viser undervannssmøreinnetningsenden til et generelt arrangement av SEL'en som har kveilrør gjennom seg og en kveilrørsverktøystreng på enden og en bøyebegrenser og oppdriftsblokker;

35

Fig. 6B viser injektorenden av et generelt arrangement av SEL'en som har kveilrør gjennom seg og en bøyebegrenser;

Fig. 7 viser et tverrsnittsriss av en del av hovedlegemet til SEL'en oppvisende en anti-friksjonsinnsats;

5 Fig. 8 viser situasjonen etter en nødsfrakobling av SEL'en og kveilrørssystemet;

Fig. 9 viser et generelt arrangement av et kveilrørssystem på en transporteringsstilhenger forbundet med en SEL til en smøreinnetning og et brønnhode på land klart for kveilrørsoperasjoner nede i hullet;

10

Fig. 10 viser et generelt arrangement av et kveilrørssystem på dekket til en fralandsplattform eller borerigg forbundet med en SEL til en smøreinnetning ovenfor et overflatetre klart for operasjoner nede i hullet; og

15 Fig. 11 viser et generelt arrangement av et kveilrørssystem på et flytende fartøy forbundet av en SEL til en smøreinnetning over et overflatetre på en separat fralandsplattform eller borerigg klar for operasjoner nede i hullet.

Fig. 12 viser en sensor tilknyttet en fjerntliggende ende av en SEL i henhold til den foreliggende oppfinnelse og tilknyttet sensoranalyse- og kommunikasjons-hardware og software for detektering, kvalifisering og kommunisering av sidekraftinformasjon til en kraftkompensasjonsanordning tilknyttet den proksimale enden av SEL'en eller til et fartøys responssystem for reposisjonering av fartøyet som svar på sidekraftinformasjonen; og

25

fig. 13 viser et generelt arrangement av et uarmert stigerør med en SEL med kveilrør deri innsatt i stigerøret og som strekker seg til brønnhodet fra et fartøy eller en plattform tilknyttet en proksimal ende av stigerøret.

30 Oppfinneren har funnet ut at et system for injisering av kveilrør i oljebrønner kan bli konstruert ved bruk av en spolbar ettergivende leder ("SEL") som unngår behovet for å løfte og holde en kveilrørsinjektor vertikalt over en smøreinnetning eller undervannssmøreinnetning nær den ringformede brønntettingen for dermed vesentlig å redusere kostnaden som kreves for adkomst til oljebrønnene med kveilrøret. Den
35 foreliggende oppfinnelse kan minimalisere risikoen for skade, svikt eller nødsfrakobling ved å unngå bruk av et stigerør eller lignende rør som forlenger det trykksatte brønnhullet opp til støttefartøyet eller -kjøretøyet. Den foreliggende oppfinnelsen

tilveiebringer en kanal for kveilirør som utvider kapasiteten til undervanns smøreinnetningsfremgangsmåter og –systemer til å inkludere kveilirør i tillegg til kabler. Denne oppfinnelsen kan også tilveiebringe et kveilirørsinnsettingssystem som ikke krever hivkompensasjon. Oppfinnelsen tilveiebringer også et system for å utføre
5 kveilirørsoperasjoner gjennom et stigerør og spesielt gjennom et stigerør som har begrenset toleranse mot kompresjon slik som et uarmert bøyelig stigerør.

Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt en SEL inkludert en bøyelig, hul konstruksjon slik som rør, en første ende med en valgfri konnektor og en andre ende
10 med en konnektor hvor SEL'en er konstruert for å være fraskillbart tilkoblet ved sin første ende til et installasjonsserviceanlegg og valgfritt ved sin andre ende til en fjerntliggende installasjon. Installasjonene inkluderer enhver installasjon hvor fjernservicing eller operasjoner kan bli utført ved adkomst til installasjonen gjennom den hule SEL'en. Foretrukne installasjoner inkluderer olje- og gassbrønner, geoterme
15 brønner eller lignende installasjoner.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører også et system inkludert et installasjonsserviceanlegg med en SEL spolet opp på en spole innbefattende en bøyelig, hul kanal inkludert en første ende med en første endekonnektor og en andre ende med
20 en andre endekonnektor, en anordning for å lede den første enden av SEL'en til en installasjon slik at SEL'en kan bli tilkoblet installasjonen og tilknyttet utstyr for å spole eller spole av SEL'en og operere et fjernoperert kjøretøy, hvor installasjonen kan bli nådd gjennom SEL'en.

25 Den foreliggende oppfinnelsen er også rettet mot et kveilirørsleveringssystem inkludert et installasjonsserviceanlegg med en SEL innbefattende en fleksibel, hul kanal inkludert en første ende med en første endekonnektor og en andre ende med en andre endekonnektor spolet opp på en SEL-spole eller –trommel, en anordning for å lede den første enden av SEL'en til en installasjon slik at SEL'en kan bli tilknyttet installasjon,
30 kveilirør spolet opp på en kveilirørsspole eller –trommel, en kveilirørsinjektor tilkoblet SEL'en ved sin andre ende for å injisere kveilirør inn i SEL'en, og tilknyttet utstyr og spole eller spole av SEL'en og kveilirøret og å operere et fjernoperert kjøretøy, hvor installasjonen kan bli nådd gjennom SEL'en.

35 Den foreliggende oppfinnelsen vedrører generelt fremgangsmåter tilknyttet bruk av en SEL for adkomst til fjerne installasjoner, spesielt fralands- eller undervannsoljebrønner. Fremgangsmåten inkluderer å koble en første ende med en første endekonnektor av

SEL'en til en mottakskonnektor tilknyttet et brønnhode til en oljebrønn og innsette en anordning inn i og gjennom SEL'en til brønnhodet.

Oppfinnelsen vedrører også en fremgangsmåte for innsetting av kveilrør i et hull til en
5 brønn inkludert å koble en første ende med en første endekonnektor av en SEL til en
mottakskonnektor tilknyttet et brønnhode til brønnen, innsette kveilrør i en andre ende
av SEL'en og gjennom SEL'en, og innsette kveilrøret i hullet til brønnen gjennom
brønnhodet. Generelt skjer innføringen i brønnhodet gjennom en smøreinnetning eller
undervannssmøreinnetning for nedsenkede fralandsbrønner.

10

Undervannssmøreinnetninger er tidligere kjente brønnintervensjonssystemer konstruert
for sikker adkomst til en undervanns, trykksatt olje- eller gassbrønn med en
verktøystreng på enden av kabelen. Kabelen blir generelt manipulert med en kabelvinsj
på et flytende fartøy, slik det er velkjent innen området. En undervannssmøreinnetning
15 forhindrer lekkasje av brønnfluider i punktet hvor kabelen entrer smøreinnetningen ved
hjelp av en dynamisk, ringformet brønntetting rundt kabelen. I tillegg til å tilveiebringe
et middel for å innføre en kanal eller utstyr i et brønnhode, kan en smøreinnetning også
inkludere ulike andre innretninger for trykkkontroll i både normale moduser og
nødsoperasjonsmoduser, hvorav alle kan bli konfigurert på ulike måter. Et mangfold
20 mulige konfigurasjoner for en undervannssmøreinnetning for en
kabelbrønnintervensjon er velkjent innen området. Fordelen med
undervannssmøreinnetninger er at andre fartøy enn borefartøy kan bli benyttet for
brønnadkomst fordi et strekksatt stigerør, som kommuniserer brønnfluidene fra
brønnhodet til overflaten, ikke er påkrevd.

25

Forut for denne oppfinnelsen ble undervannssmøreinnetninger benyttet primært for
undervannskabeloperasjoner i brønner. Den foreliggende oppfinnelsen er rettet mot en
måte i hvilken en undervannssmøreinnetning kan bli benyttet for å understøtte
undervannskveilrørsoperasjoner i brønner eller andre brønnoperasjoner som krever
30 adkomst via en hul, ettergivende kanal. Evnen til å bruke kveilrør øker i stor grad
typene operasjonene som kan bli utført i en olje- eller gassbrønn fordi den hule boringen
kan bli benyttet til å pumpe fluider med signal- og kraftledere innsatt. I tillegg kan
kveilrør motstå kompresjonskrefter som tillater det å bli skjøvet inn i områder av
brønner som ikke kan bli nådd ved bruk av gravitasjonsavhengige
35 kabelfremgangsmåter.

En kabel er helt utsatt for sjøvann mellom det flytende fartøyet og undervannssmøreinnretningen og rommes ikke i et stigerør. Kabelen blir kjørt ned i brønnen med gravitasjon som virker på vekten av kabelen og med en tynget verktøystreng tilkoblet ved sin bunnende. Vekten av kabelen og verktøystrengen er tilstrekkelig til å overvinne ekstrusjonskreftene forårsaket av trykket i brønnen ved kabelens ringformede brønntetting ved toppen av undervannssmøreinnretningen. Under brønnintervensjonsoperasjoner er kabelen enten i strekk eller slakk.

Ulike kabler, er vekten av kveilrør og en tynget verktøystreng vanligvis utilstrekkelig til å overvinne ekstrusjonskreftene, som således gjør bruk av kveilrør i brønner via enkel gravitasjonsmotivert adkomst upraktisk. Derfor blir en injektor vanligvis benyttet for å skyve kveilrøret inn i brønnen inntil det er en tilstrekkelig kombinert vekt av kveilrør og verktøystreng i brønnen til å gjøre det mulig for gravitasjonen å tilveiebringe den drivende kraften. Det følger at kveilrør utsettes for kompresjon mellom injektoren og den ringformede brønntettingen. Fordi kveilrør generelt er relativt spinkelt, er avstanden mellom injektoren og den ringformede brønntettingen relativt kort, vanligvis noen få tommer, for å unngå bukling grunnet virkningen av kompresjonskreftene. De tidligere kjente fremgangsmåtene krever således at et stigerør er tilveiebrakt mellom brønnen og det flytende fartøyet. Dette stigerøret inneholder de trykksatte brønnfluidene og fører til at den ringformede brønntettingen blir nær injektoren.

Til forskjell fra tidligere kjent teknikk gjør foreliggende oppfinnelse det mulig for den ringformede brønntettingen å være mange hundre eller tusen fot fra injektoren uten behov for et stigerør mellom undervannssmøreinnretningen og det flytende fartøyet. I stedet for et stigerør blir en SEL benyttet som er rørformet og har en tilstrekkelig tett toleransepassing rundt kveilrøret til å forhindre kveilrøret fra å bukles på det nivået for kompresjonsbelastninger som kreves for å overvinne ekstrusjons- og friksjonskreftene ved den ringformede brønntettingen. Fordi det ikke er noen trykksatte brønnfluider inne i SEL'en, må ikke SEL-konstruksjonen motstå brønntrykkene eller å tette mot lekkasje av brønnfluider.

En opplagt ulempe med SEL'en er at dens innvendige diameter sannsynligvis er tett opp til størrelsen av den utvendige diameteren til kveilrøret som den vil lede. Generelt blir kveilrør benyttet med et mangfold verktøy festet til enden av kveilrøret for å utføre et bredt spekter av oppgaver, og disse verktøystrengene har typisk en større diameter enn selve kveilrøret og ofte større enn den indre diameteren til SEL'en. Det er derfor normalt ikke mulig å kjøre kveilrøret med kveilrørsverktøystrengen festet gjennom

SEL'en som i tilfellet med stigerørssystemer i henhold til den tidligere kjente teknikk. Imidlertid kan SEL'er med store diametre bli konstruert for å romme kveilrør med verktøystrengen festet.

- 5 Denne ulempen kan bli overvunnet ved å koble kveilrørsverktøystrengen til kveilrøret etter at kveilrøret har blitt innsatt hele veien gjennom SEL'en. En tilnærming er å før-
 innføre kveilrøret i SEL'en og spole den kombinerte konstruksjonen på og av en enkel
 spole. SEL'ene sammen med det før-innsatte kveilrøret med den festede
 kveilrørsverktøystrengen, kan så bli raskt senket ned til, og gjenvunnet opp fra
 10 undervannssmøreinnetningen ved helt enkelt å benytte en enkelt spole, en injektor og
 fremgangsmåter som ligner de for håndtering av brønnintervensjons
 kveilrørsoperasjoner, kjent for fagpersoner innen området, hvor en injektor griper og
 beveger kveilrør, og spolen helt enkelt lagrer kveilrøret. Ved bruk av to injektorer i
 serie, griper og beveger injektorene SEL'en inntil SEL'en med det før-innsatte
 15 kveilrøret har passert fullstendig gjennom injektorene inntil injektorene er i stand til å
 gripe kveilrøret som strekker seg ut av SEL'en. Straks undervannssmøre-
 innretningsenden av SEL'en, med før-innsatt kveilrør, har blitt spolt av fra
 lagringsspolen og passert gjennom begge injektorer, kan kveilrørsverktøystrengen bli
 festet til kveilrøret forut for senking av sammenstillingen ned til
 20 undervannssmøreinnetningen.

Fordi SEL'en i henhold til den foreliggende oppfinnelse er konstruert til å festes til
 installasjoner slik som oljebrønner og tilveiebringe fjern inngang til disse med
 anordninger slik som kveilrør, vil utstyret festet til toppen av brønnhodet slik som en
 25 smøreinnetning være utsatt for strekk- og sidekrefter. Brønnhodet, smøreinnetningen
 og brønnhullet er konstruert for relativt høye strekknivåer, men er ikke konstruert for
 relativt høye sidekraftnivåer, spesielt når disse kreftene blir øket grunnet miljø- og andre
 krefter som virker på SEL'en. Slike miljøkrefter er ofte til stede i undervanns-
 installasjoner hvor SEL'en kan traversere hundrevis til tusenvis av fot med sjø til ulike
 30 strømmer som har ulike hastigheter og retninger i ulike dybder. I tillegg kan fartøyet til
 hvilket den andre enden av SEL'en er festet bevege seg i forhold til den faste
 undervannsinstallasjonen. Alle disse faktorene medvirker til å produsere høye
 sidekrefter på smøreinnetningen og brønnhodet.

- 35 For å løse disse sidekreftene har oppfinneren funnet ut at ved å feste et
 sidekraftkompensasjonssystem til undervannsenden av SEL'en eller til toppstakken til
 smøreinnetningen, kan sidekreftene som virker på smøreinnetningen og brønnhodet

grunnet SEL'en bli redusert eller i det vesentlige redusert. Et foretrukket kompensasjonssystem inkluderer en kraftsensorsammenstilling for å bestemme en retning og størrelsesorden for sidekreftene som virker på smøreinnretningen nær dens forbindelse med SEL'en. En kraftgenererende sammenstilling blir festet til SEL'en nær smøreinnretningsforbindelsen eller festet til toppstakken til smøreinnretningen nær SEL-forbindelsen. Sensorsammenstillingens målinger blir omdannet til styresignaler for å tvinge genereringssammenstillingen. Styresignalene får den kraftgenererende sammenstillingen til å generere en kraft som er i det vesentlige lik og i det vesentlige motsatt av kraften følt av sensorsammenstillingen.

10

Med i det vesentlige lik som, mener oppfinneren at skyvkraften bør være tilstrekkelig til å redusere sidekreftene som virker på smøreinnretningen, brønntreet eller brønnehodet til innenfor sidekrafttoleransene til smøreinnretningen og/eller brønnehodet eller brønntreet. Fortrinnsvis bør størrelsesordningen og retningen til skyvekraften være innenfor ca. 20% av størrelsesordenen og retningen til kraften følt av sensoren, spesielt innenfor ca. 10%, og helst innenfor ca. 5%. Selvfølgelig er det ultimate målet å nøyaktig motvirke kraften som virker på smøreinnretningen, brønntreet og/eller brønnehodet.

15

Samvirkbare med skyverne eller kraftgeneratorene i den øvre delen av smøreinnretningen eller den nedre enden av SEL'en, kan kraftsensorer og kommunikasjonsutstyr være festet til smøreinnretningen, brønnehodet og/eller SEL'en kan ha kraft. Sensorene kan bestemme størrelsesordenen og retningen til eventuelle sidekrefter som virker på smøreinnretningen, brønnehodet og/eller SEL'en, og kommunikasjonsutstyr kan overføre informasjonen til overflatefartøyet som så kan bevege seg for å minimalisere eller forskyve den føyte kraften. Størrelsen og retningen til fartøybevegelsen vil relateres til størrelsen og retningen til den føyte kraften. Bevegelsen til fartøyet kan være konstruert til å redusere, minimalisere eller forskyve den føyte kraften. Fartøyet kan være utstyrt med computer-software-programmer som vil styre posisjonen til fartøyet. Motorer, skyvere, hjelpekraftenheter, taubåter og lignende kan bli styrt til å forflytte fartøyet en viss grad som svar på en føyte sidekraft, avvente den neste overføringen av føyte kraftdata eller overvåke den kontinuerlig føyte kraften og justere posisjonen til fartøyet for å oppnå en ønsket kraft på SEL'en, smøreinnretningen og brønnehodet.

25

30

35

SEL'en kan ha kraftsensorer fordelt langs sin lengde slik at utstyr på fartøyet kan bestemme egenskapene til kreftene som virker på SEL-smøreinnretningsforbindelsen så vel som krefter som virker på SEL'en over dens lengde. Ved å benytte data fra disse

sensorene, kan en computer ikke bare bestemme retningen fartøyet bør beveges og hvor mye det bør bevege seg, men også informasjon vedrørende størrelsesordenen og retningen til strømmer som virker på SEL'en over dens lengde. Mellomliggende sensorer langs lengden av SEL'en kan bli anordnet for å måle strekkreftene og sidekreftene, som kan bli løst eller summert til strekkrefter og sidekrefter for å underlette kraftstyring.

Smøreinnretningen benyttet i sammen med SEL'en i henhold til den foreliggende oppfinnelsen kan være konstruert for å tolerere høyere sidekrefter. Smøreinnretningen kan fortykkes ved sin bunn og avskrå til å bli tynnere ved toppen hvor den er forbundet med SEL'en. Tykkelsesforskjellene til smøreinnretningen og lengden til smøreinnretningen kan bli justert slik at smøreinnretningen kan gjennomgå sideavbøyninger uten å gå på akkord med styrken til den trykksatte brønnen. Alternativt kan smøreinnretningen være utstyrt med en svivelkobling eller konnektor mellom brønnhodet og SEL-konnektoren. Svivelkoblingen eller konnektoren vil gjøre det mulig for smøreinnretningen å rotere eller virvle som resultat av sidekrefter. I tillegg kan smøreinnretningen benyttet sammen med SEL'en i henhold til den foreliggende oppfinnelse inkludere en eller alle disse kraftkompensasjonsanordningene ved behov.

Egnede kraftgeneratorer inkluderer, uten begrensning, all apparatur som genererer en kraft av en gitt størrelsesorden slik som anordninger med propeller eller andre rotasjonsinnretninger eller anordninger som har vann- eller luftstråler eller lignende. Slik apparatur inkluderer skyvere ("thrusters").

Egnede SEL-materialer inkluderer, uten begrensning, kontinuerlige metall- eller komposittrør, "open weave" metall- eller komposittrør, Bouden-kabel, uarmert bøyelig rør, spiralviklet metall- eller komposittrør, skjøtt metall- eller komposittrør hvor skjøtene er i stand til å motstå strekk og trykk over 80 KIPS, eller blandinger eller kombinasjoner av disse. Foretrukne metaller er jernlegeringer inkludert, uten begrensning, rustfritt stål, krumstål, krum, vanadiumstål eller annet lignende stål, titan eller titanlegeringer eller blandinger eller kombinasjoner av disse. Foretrukne kompositter er fiberforsterkede kompositter slik som fiberforsterkede harpikser hvor fiberet er metall, karbon, bornitritt eller andre lignende fibre som er i stand til å motstå strekk og trykk over 80 KIPS. For kontinuerlige metalledere er den foretrukne SEL'en solid stålrør med en ytre diameter mellom ca. 15,24 og 5,08 cm, fordelaktig mellom ca. 10,16 og 5,08 cm, og fortrinnsvis mellom ca. 10,16 og 6,35 cm.

Egnede kraftsensorer inkluderer, uten begrensning, akselerometre, strekkspenningsmålere, piezoelektriske omformere, eller andre lignende innretninger eller blandinger eller kombinasjoner av disse.

- 5 Ved nå å henvise til fig. 1-5, er en foretrukket fremgangsmåte for innføring av kveilrør i en undervannsbrønn vist ved bruk av en SEL i henhold til den foreliggende oppfinnelsen. Fig. 1 viser en del av et flytende fartøy 10 med styrekabler 70 festet til et brønnehode 50, hvor SEL-kablene 70 er forberedt for å senke en undervannssmøreinnretning 40 til brønnehodet 50. Smøreinnretningen 40 blir, som annet trykkkontrollutstyr, senket ned og forbundet med brønnehodet 50, for adkomst til en trykksatt brønn 51.

- Som vist i fig. 2-4, er undervannssmøreinnretningen 40 gruppert i to deler, en bunnstakksammenstilling 43 og en toppsmøreinnretningssammenstilling 42.
- 15 Selvfølgelig kan undervannssmøreinnretningen 40 også bli anvendt som en enkel sammenstilling. Fig. 2 viser bunnstakksammenstillingen 43 med sin styrenavlestreng 41 festet til denne, som blir senket ved bruk av en heisekabel 71. Styrenavlestrengen 41 tilveiebringer styrefunksjonsforbindelser mellom det flytende fartøyet 10 og de styrbare innretningene i undervannssmøreinnretningen 40, brønnehodet 50 og brønnen 51.
- 20 Styrenavlestrengen 41 kan også inneholde en kanal (ikke vist) for fluider som skal strømme mellom hullet (ikke vist) i brønnen 51 og det flytende fartøyet 10. Alternativt kan kanalen være en separat kanal uavhengig av styrenavlestrengen 41.

- Ved nå å henvise til fig. 3, blir toppsmøreinnretningssammenstillingen 42 senket ved bruk av heisekabelen 71. I dette arrangementet kreves det ikke at noen ytterligere styrenavlestreng blir kjørt med toppsmøreinnretningssammenstillingen 42, fordi toppsmøreinnretningssammenstillingens 42 styrefunksjoner er automatisk forbundet med styrenavlestrengen 41 når toppsmøreinnretningssammenstillingen 42 kobles til bunnstakksammenstillingen 43. I dette punktet kan SEL-kablene 70 bli frakoblet for å unngå mulig kollisjon med etterfølgende operasjoner.
- 25
30

- Ved nå å henvise til fig. 4 og 5, blir det vist at SEL'en 30 og kveilrørsammenstillingen 21, komplett med kveilrørsverktøystreng 24, er vist senket til undervannssmøreinnretningen 40 ved hjelp av to injektorer 22, 23 i serie. Et fjernoperert kjøretøy 60 leder verktøystrengen 24 inn i undervannssmøreinnretningen 40, som har en større innvendig diameter enn den utvendige diameteren til verktøystrengen 24. SEL'en 30 og
- 35

kveilirørssammenstillingen 21 blir senket inntil kveilirørsverktøystrengen 24 er fullt innsatt i, og låsemidlet 36 danner par med undervannsmøreinnretningen 40.

5 SEL'en 30 fortsetter å bli avspolt inntil den antar en ønsket ettergivende form som vist i fig. 5, og inntil den er klar av injektorene 23, 24. En heng-av-flens 31 ved injektorenden av SEL'en 30 blir så festet til det flytende fartøyet 10 nær nok mot injektorene 22, 23 til å unngå kompresjonsbuklingssvikt når kveilirøret 21 vandrer mellom injektorene 22, 23 og heng-av-flensen 31. Heng-av-flensen 31 motstår gravitasjons- og miljøkrefter som blir påført SEL'en 30.

10

De to injektorene 22, 23 blir benyttet i serie for å gjøre det mulig for en å åpne tilstrekkelig for alle komponenter med stor diameter plassert langs lengden av SEL'en 30 for å passere gjennom en av injektorene 22 eller 23, mens den andre av injektorene 22 eller 23 fortsetter å gripe og bevege hele SEL'en 30 og kveilirørssammenstillingen 15 21. En alternativ fremgangsmåte kan bli benyttet der bare en enkel injektor 22 blir benyttet sammen med en oppgivelles- og gjenvinningskabel (ikke vist) operert med en vinsj (ikke vist) som er fraskillbart koblet til SEL'en 30.

20 Ved komplettering av senkningsoperasjonen er SEL'en 30 klar av injektorene 22, 23, heng-av-flensen 31 er festet til det flytende fartøyet 10, og en av injektorene 22, 23 kan så gripe kveilirøret 21 i forberedelse til å bevege det til brønnen 51. Straks oppgaven i brønnen 51 er fullført, kan injektoren 22 trekke kveilirøret 21 ut av brønnen 51 inntil verktøystrengen 24 er inne i undervannsmøreinnretningen 40 som dermed gjør det mulig for brønnen 51 å bli tettet under den ved hjelp av ventiler (ikke vist) i brønnhodet 25 50 og undervannsmøreinnretningen 40. SEL'en 30 kan så bli ~~mått~~ låst opp og hele sammenstillingen inkludert SEL'en 30, kveilirøret 21 og kveilirørsverktøystrengen 24 kan bli gjenvunnet eller spolt tilbake på det flytende fartøyet 10 ved det motsatte av den ovenfor beskrevne fremgangsmåten.

30 Noen oppgaver krever at kveilirørsverktøystrengene 24 har større diameter enn selve kveilirøret 21. I slike tilfeller blir ikke kveilirøret 21 innsatt i SEL'en 30 forut for dens anvendelse. I stedet kan kveilirøret 21 bli innført i og trukket tilbake fra SEL'en 30 og brønnen 51 mens SEL'en 30 er låst til undervannsmøreinnretningen 40 og festet til det flytende fartøyet 10.

35

Det bør forstås av fagpersoner innen området at trykkkontrollinnretninger benyttet sammen med undervannsmøreinnretninger konstruert for kabeloperasjoner ikke trenger

å være egnet for både kabel- og kveilirøperasjoner. For å muliggjøre bruk av både kabel- og kveilirørskomponenter og fremgangsmåter, kan ytterligere trykkkontrollinnretninger slik som utblåsningssikringer egnet for både kabel- og kveilirør bli tilveiebrakt sammen med undervannssmøreinnretningen.

5

SEL'en 30 har en tilstrekkelig lengde til å nå mellom det flytende fartøyet 10 og undervannssmøreinnretningen 40, og antar en ettergivende form hvor kveilirøret 21 har en tilstrekkelig lengde til å penetrere til dybdene til brønnen 51 og er generelt mye lenger enn SEL'en 30.

10

Den ettergivende egenskapen til SEL'en 30 når den strekker seg fra undervannssmøreinnretningen 40 til det flytende fartøyet 10, muliggjør dynamisk bøyning og tilveiebringer således et middel for å kompensere for hivbevegelser hos det flytende fartøyet 10 og dermed unngå behovet for spesielle

15
hivkompensasjonsinnretninger for både SEL'en 30 og injektorene 22 og 23.

Ved injektorenden av SEL'en 30 er en henge-av-flens 31 tilveiebrakt som festes til det flytende fartøyet 10 og motstår alle krefter påført SEL'en 30.

20
SEL'en 30 har en tilstrekkelig lengde til å anta en ettergivende form mellom det flytende fartøyet 10 og undervannsbrønnehodet 50 i det vesentlige uavhengig av avstanden eller dybden. Den innvendige diameteren til SEL'en 30 er liten nok til å forhindre kveilirøret 21 fra å bukles grunnet kompresjon mellom injektoren 22 i en ende og den ringformede brønntettingen 35 i den andre. Denne trange pasningen gir en fordel
25 i forhold til tidligere kjente fremgangsmåter, i hvilke stigerør blir benyttet som kanaler for kveilirørsverktøystrengen, ved å tillate en vesentlig reduksjon i utvendig diameter og derfor en vesentlig reduksjon i effekten av miljøkrefter. Fordi ingen brønnfluider eller brønntrykk er tilstede inne i SEL'en 30, kan konstruksjonen til det rørformede hovedlegemet 32 bli optimalisert for strekk, kompresjon og bøyemomenter forårsaket
30 av bevegelsen til fartøyet, miljøkreftene og kreftene påført kveilirøret 21 innvendig.

Ved nå å henvise til fig. 6A og 6B, kan SEL'en 30 inkludere spesialiserte fester som kan hjelpe SEL'en i å anta en ønsket ettergivende form. Disse festene inkluderer, uten begrensning, oppdriftsblokker, vekter og bøyebegrensere. En foretrukket bruk av disse
35 spesialiserte festene er vist i fig. 6A, hvor SEL'en 30 nærmest brønnehodet 50 inkluderer en bøyebegrenser 38 og et flertall oppdriftsblokker 37. En annen foretrukket bruk av disse festene er vist i fig. 6B, hvor SEL'en 30 nærmest flensen 31 inkluderer en

bøyebegrenser 39. I tillegg kan klemvekter (ikke vist) være plassert langs injektorenden av SEL'en 30. Videre kan disse festene også være plassert langs lengden av SEL'en 30 for å tvinge SEL'en til en gitt ettergivende form. Bruk av et metallrør som SEL'en 30 vil sannsynligvis kreve tillegg av oppdrift til SEL'en 30, slik at den vil anta en ønsket ettergivende form, mens bruk av et komposittmateriale, slik som en blanding av harpiks og karbonfiber, for SEL'en 30 sannsynligvis vil kreve tillegg av vektorer til SEL'en 30 slik at den vil anta en ønsket ettergivende form. Bøyebegrensene 38, 39 er tilveiebrakt i hver ende av hovedlegemet 32 til SEL'en 30 for å redusere bøyning av SEL'en 30 nær dens ender.

10

Når kveilirøret 21 beveger seg inne i den krumme formen til SEL'en 30, blir røret 21 utsatt for friksjonskrefter som øker når krumningen øker. Siden det er ønskelig å ha SEL'en 30 i en ettergivende form, mens kveilirøret 21 beveger seg, kan uønskede friksjonskrefter være tilstede.

15

Ved nå å henvise til fig. 7, er det vist en ytterligere utførelsesform av en SEL 30 i henhold til den foreliggende oppfinnelsen som er konstruert for å redusere slike friksjonskrefter. Utførelsesformen inkluderer en anti-friksjonssammenstilling 80 plassert inne i SEL'en 30. Denne anti-friksjonssammenstillingen 80 inkluderer et flertall av lineære lagre 82, som kan være av en lavfriksjonsmateriale lagertype eller kulelagertype. Disse lineære lagrene 82 er plassert i intervaller langs lengden av SEL'en 30 og kan bli holdt på plass ved hjelp av et flertall avstandsør 81. Avstandsørret 81 i hver ende av SEL'en 30 er festet på plass og fester således hele anti-friksjonssammenstillingen 80 på plass. Alternativt kan anti-friksjonssammenstillingen 80 være et lavfriksjons føringsør som strekker seg over hele lengden eller er plassert på 25 ønskede steder langs lengden av SEL'en 30.

En alternativ friksjonsreduksjonsutførelsesform i henhold til den foreliggende oppfinnelsen medfører fylling av et ringformet rom mellom kveilirøret 21 og SEL'en 30 med et smørende medium slik som en olje, fett eller lignende materiale eller blandinger eller kombinasjoner av disse. I denne alternative utførelsesformen er en ytterligere ringformet tetting (ikke vist) tilveiebrakt nær henge-av-flensen 31, slik at det smørende mediet kan bli rommet inne i SEL'en 30 og/eller trykksatt. Et trykksatt smørende medium tilveiebringer ikke bare smøring, men tjener også til å redusere 35 ekstrusjonskrefter ved den ringformede brønntettingen 35 og således redusere kompresjonskrefter sett av kveilirøret 21 inne i SEL'en 30.

Når kveilrøret 21 blir trukket ut av en brønn 51, utsettes det vanligvis for strekkrefter. Jo dypere penetreringen av kveilrøret 21 i brønnen 51 er, jo større blir disse strekkreftene. For den foreliggende oppfinnelse vil SEL'en 30 utsettes for kompresjonskrefter som er i det vesentlige like strekkreftene som kveilrøret 21 utsettes for i ethvert punkt langs
5 lengden av SEL'en 30. SEL'en 30 kan motstå disse kompresjonskreftene, spesielt hvis SEL'en 30 er utformet av et uarmert bøyelig rør, homogent stål eller et komposittmateriale, slik som fiberforsterket epoksy hvor fiberet er karbonfiber, bornitrittfiber, kevlar, glass eller lignende fibre eller blandinger eller kombinasjoner av disse.

10

Stål kan bli benyttet for hovedlegemet 32 til SEL'en 30; imidlertid er det sannsynlig at stål utsettes for utmatting grunnet bevegelsen til det flytende fartøyet 10, og risiko for å brette eller i det minste få levetiden noe redusert. På grunn av risikoen for utmatting vil et stigerør (ikke vist) laget som et kontinuerlig stålrør, lik kveilrøret, som også har
15 trykksatte brønnfluider innvendig, bli betraktet som en relativt høyrisiko-applikasjon. Imidlertid er konsekvensene av en SEL 30 som bryter mye mindre siden de trykksatte brønnfluidene blir holdt tilbake av den ringformede brønntettingen 35 i toppen av undervannsmøreinnretningen 40.

20

Hovedlegemet 32 til SEL'en 30 kan være konstruert av et komposittmateriale som kan være Fiberspar Spoolable Pipe som er kommersielt tilgjengelig fra Fiberspar Spoolable Products Inc., West Wareham, MA 02576 USA. En SEL 30 laget av komposittmaterialer blir fortrinnsvis benyttet sammen med komposittkveilrør som også kan være Fiberspar Spoolable Pipe.

25

Dynamisk posisjonering, i stedet for ankre, er den foretrukne fremgangsmåten for å holde et flytende fartøy 10 stasjonært ovenfor et brønnehode 50 på relativt dypt vann. Bruk av dynamisk posisjonering gir risiko for at det flytende fartøyet 10 utilsiktet og raskt kan komme bort fra sin ønskede posisjon over brønnehodet 50. Alt som er tilkoblet
30 mellom det flytende fartøyet 10 og brønnen 51 kan bli skadet, eller forårsake skade, dersom det ikke blir frakoblet raskt som svar på en slik utilsiktet utflukt/avvik. Tiden som er tilgjengelig for nødsfrakobling kan være så liten som 30 sekunder. I tilfellet med en trykksatt olje- eller gassbrønn kan følgene av skade være både farlige for personell og forurensende for miljøet.

35

Ved nå å henvise til fig. 8, er det vist en situasjon hvor det flytende fartøyet 10 utilsiktet har vandret fra sin posisjon over brønnehodet 50, og nødsfrakoblingssystemene har blitt

aktivert. Nødsfrakobling av SEL'en 30 etterlater den ringformede brønntettingen 35 festet til undervannsmøreinnretningen 40, og nødsfrakobling av styrenavlestrengen 41 får trykkkontrollanordninger i undervannsmøreinnretningen 40 til å aktiveres. Hvis SEL'en 30 har kveilirør i seg, kan kveilirøret 21 bli kuttet ovenfor den ringformede brønntettingen 35 med en kutter 34. En fordel med SEL'en 30 er at siden verken den eller kveilirøret 21 har brønnfluider innvendig, blir risikiene tilknyttet nødsfrakobling beraktelig redusert i forhold til tidligere kjente systemer som benytter stigerør som har brønnfluider innvendig. Nødsfrakoblingsmidlene kan også ha en mye enklere og billigere konstruksjon enn frakoblingsinnretninger som må arbeide med trykksatte brønnfluider tilstede.

Ved undervannsmøreinnretningsenden av SEL'en 30 er en lås 36 tilveiebrakt for kobling til undervannsmøreinnretningen 40, over hvilken det er tilveiebrakt en ringformet brønntetting 35 for kveilirør 21, ofte betegnet som en pakkboks eller stripper. Ovenfor låsen 36 og den ringformede brønntettingen 35 er det fortrinnsvis tilveiebrakt en hydraulisk aktivert kveilirørkutter 34 og en nødsfrakobling 33. Dersom rask nødsfrakobling skulle være påkrevd, blir kveilirøret 21 kuttet og frakoblet ovenfor den ringformede brønntettingen 35.

SEL'en 30 kan bli benyttet på en landbrønn eller på en fralandsbrønn med sitt brønnehode ovenfor eller nedenfor sjøoverflaten som vist i fig. 9-11. Ved nå å henvise til fig. 9, for en brønn 51 med sitt tre 53 på land, kan en injektor 22 bli plassert nær brønnen 51 på en transporteringsstilhenger 91 mens en SEL 30 er forbundet mellom den og toppen av en smøreinnretning 55 over treet 53. Som vist i fig. 10, i tilfellet med en fralandsbrønn med et overflatetre eller brønnehode 52, kan en injektor 22 bli plassert på dekket av brønnehodeplattformen eller boreriggen 90 mens en SEL 30 kobler mellom den og toppen av en smøreinnretning 55. Alternativt, som vist i fig. 11, kan en injektor 22 være på et fartøy 10 som er forankret eller plassert langs med en brønnehodeplattform eller borerigg 90 mens en SEL 30 kobler mellom injektoren 22 og en smøreinnretning 55 på overflatetreet 52. Som vist i fig. 5, i tilfellet med en brønn 51 med et undervannsbrønnehode 50, kan en injektor 22 forbli på dekket til et fartøy 10 mens en SEL 30 kobler den til en undervannsmøreinnretning 42 på undervannsbrønnehodet 50.

Fremgangsmåten for bruk av en SEL 30 er lignende i alle disse tilfeller. Siden undervannstilfellet er det mest komplekse, har det blitt beskrevet mer detaljert. Bruk av SEL'en 30 på de andre ikke-undervannstilfellene vil enkelt fremgå for fagpersoner innen området ut fra beskrivelsen, tegningene og kravene.

Adkomst kan være påkrevd i ulike trinn av en brønns 51 levetid, som betyr at enten bare et brønnhode eller både et brønnhode og et undervannstre kan være tilstede over en brønn 51 som er under vann. Alle henvisninger til et brønnhode 50 har også til hensikt å omfatte undervannstrær.

Ved nå å henvise til fig. 12, inkluderer SEL-systemet vist i fig. 5 i tillegg elementene beskrevet i fig. 1-5, en fjerntliggende endes kraftkompensasjonssystem 100 (også betegnet som "KKS") tilknyttet en fjerntliggende ende 101 av en SEL 30. KKS'en 100 inkluderer en kraftfølingsenhet 102. Kraftfølingsenheten 102 inkluderer kraftsensorer (ikke vist) og tilknyttet elektronikk (ikke vist) for å bestemme en størrelsesorden og retning for sidekrefter som virker på smøreinnetningen 40 og/eller brønnhodet 50 grunnet den forbundede SEL'en 30 og kanalene inne i denne. KKS'en 100 inkluderer også fire skyvere 103 med hver skyver 103 plassert ca. 90° fra hverandre på fire perifere overflater 104 på kraftfølingsenheten 102. KKS'en 100 inkluderer også elektronikk (ikke vist) for å styre de fire skyverne 103 slik at skyverne 103 kan produsere en sidekraft som er i det vesentlige lik og motsatt av den føyte sidekraften.

KKS'en opererer ved å føle sidekreftene som virker på smøreinnetningen grunnet festingen av SEL'en og kanalene deri. Hvis kreftene er innenfor toleransene til smøreinnetningen og brønnhodet, trengs det ikke å tas noen aksjon. Imidlertid, når sidekrefter nærmer seg, når eller overgår sidekrafttoleransen til smøreinnetningen og/eller brønnhodet, bestemmer så KKS'en størrelsesorden og retning til den føyte sidekraften og får den passende skyveren/de passende skyverne eller andre kraftgenereringsmidler til å frembringe en kraft som er i det vesentlige lik med, og motsatt av den føyte kraften. Selv om utførelsesformen vist i fig. 12 benytter fire skyvere, kan en enkel radielt posisjonerbar skyver bli benyttet så lenge KKS'en kan generere en reaksjonskraft som er i det vesentlige lik og motsatt av den føyte kraften.

I tillegg til kraftfølingsenheten 102 tilknyttet KKS'en 100, inkluderer også SEL'en 30 i fig. 12 sekundære kraftfølingsenheter 105 plassert i posjoner 106a-c langs lengden av SEL'en 30. Disse enhetene 105 inneholder sensorer, tilknyttet elektronikk for å bestemme størrelsesorden og retningen til kraftene som virker på SEL'en 30 i posjoner 106a-c så vel som kommunikasjons-hardware og –software (ikke vist) for å overføre informasjonen til en fartøysresponsenhet 107 som inkluderer kommunikasjonselektronikk, kommunikasjons-hardware og –software (ikke vist) og en fartøyreposisjoningsanordning 108 slik som en propell.

Fartøysresponsenheten 107 kan bli benyttet i stedet for eller sammen med skyverne 103 for å redusere eller minimalisere sidekrefter som virker på den fjerntliggende enden 101 av SEL'en 30 nær den ringformede tettingen 35 eller låsemidlene 36 tilknyttet

5 toppdelen 42 av smøreinnetningen 40. Fartøysresponsenheten 107 tjener til å redusere eller minimalisere slike sidekrefter ved å reposisjonere fartøyet 10 som resultat av kraftdata mottatt av kraftfølingsenheten 102 og 105. Fartøysresponsenheten 107 får fartøyet 10 til å bevege seg ved bruk av anordningen 108 i en retning som frembringer en sidekraft i forbindelsen mellom SEL'en 30 og smøreinnetningen 40 i det vesentlige

10 lik og motsatt av sidekraften følt ved den fjerntliggende enden 101 av SEL'en 30. Det bør forstås av fagpersoner innen området av en KKS kan bli tilknyttet smøreinnetningen 40 i stedet for eller sammen med KKS'en 100 tilknyttet den fjerntliggende enden 101 av SEL'en 30.

15 Ved nå å henvise til fig. 13, er det vist et SEL-system 110 tilknyttet et undervannsbrønnhode 50 forlenget til en overflate 111 med et bøyelig stigerør 112 slik som et uarmert bøyelig stigerør tilknyttet et fartøy 10. Det bør forstås av vanlige håndverkere at SEL-systemet 110 også kan bli benyttet sammen med en plattform 90 eller en tilhenger 91. SEL-systemet 110 inkluderer en SEL 30 som strekker fra en

20 ringformet tetting 113 tilknyttet en topp eller proksimal ende 114 av stigerøret 112 til brønnhodet 50 hvor SEL'en 30 valgfritt kan inkludere en låseinnetning 36 for tilkobling til brønnhodet 50.

SEL-systemet 110 inkluderer kveilrør 21 som løper inne i SEL'en 30 som igjen løper

25 inne i stigerøret 112. SEL-systemet 110 inkluderer også et kveilørsinjektorsystem 115 som inkluderer minst en injektor 23 og fortrinnsvis to injektorer 22 og 23 og en kveilørsspole 20. SEL'en 30 med kveilrøret 21 og verktøystrengen 24 blir innsatt i stigerøret 112 gjennom den ringformede tettingen 113 inntil verktøystrengen 24 treffer brønnhodet 50. Injektorsystemet 115 injiserer så verktøystrengen 24 og tilknyttet rør 21

30 for å utføre en ønsket kveilørsbrønnoperasjon. Straks operasjonen er fullført, fjerner injektorsystemet 115 kveilrøret 21 og tilknyttet verktøystreng 24 fra brønnen 51.

Når røret 21 blir fjernet, utsettes SEL'en 30 for kompresjonskrefter som er likt med og motsatt av strekkraftene som røret 21 utsettes for grunnet den ettergivende formen til

35 det bøyelige stigerøret 112 og den innsatte SEL'en 30. Fordi SEL'en 30 er reaktiv med røret 21 under ekstraksjon, blir stigerøret 112 sperret (sparet) og må utstå kompresjonskrefter under kveilørsoperasjoner. Selv om SEL-systemet i henhold til den

foreliggende oppfinnelsen er ideelt egnet for stigerør laget av uarmert fleksibelt rør som antar en ettergivende form i vann, kan SEL-systemet i henhold til den foreliggende oppfinnelse også bli benyttet sammen med tradisjonelle stive stigerør.

P a t e n t k r a v

1.

5 | Spolbar, ettergivende leder (30) for innføring med et injektorkveilrør (21) i en brønn med et brønnhode (50) som er plassert fjernt fra injektoren (22, 23), k a r - a k t e r i s e r t v e d å innbefatte:

en lengde av en hul konstruksjon tilveiebrakt med midler (31) for frigjørbart å feste en første ende av denne nær en kveilrørsinjektor (20), og et andre middel (36) for frigjørbart å feste en andre ende av denne nær brønnhodet, idet lederen er i stand til å
10 | forhindre kveilrøret fra å bukle under kveilrørsoperasjoner og er i stand til å bli trykkavlastet eller separat trykksatt, og er isolert fra brønnfluidene.

2.

15 | Spolbar, ettergivende leder i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte en kveilrørslengde, og en kveilrørsinjektor.

3.

20 | Spolbar, ettergivende leder henhold til krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at det andre middelet er å frigjørbart feste den andre enden nær en smøreinnetning tilknyttet brønnhodet.

4.

25 | Spolbar, ettergivende leder i henhold til 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 brønnen er utstyrt med et fleksibelt stigerør.

5.

30 | Spolbar, ettergivende leder i henhold til et hvilket som helst av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d å innbefatte en ledertetting tilknyttet injektorenden av den spolbare, ettergivende lederen slik at lederen kan bli trykksatt med et smøremedium.

6.

35 | Spolbar, ettergivende leder i henhold til et hvilket som helst av de foregående krav, i kombinasjon med et brønnhode, k a r a k t e r i s e r t v e d at den andre enden er frigjørbart festet nær brønnhodet på siden fjernt fra en ringformet tetting for brønnhodet.

7.

Spolbar, ettergivende leder (30) for innføring med et injektorkveilrør (21) i en brønn med et brønnhode (50) som er plassert fjernt fra injektoren (22, 23), k a r -
5 a k t e r i s e r t v e d å innbefatte:
en rørlengde tilveiebrakt med midler (31, 33) for frigjørbart å feste en ende av dette nær
en kveilrørsinjektor (20) og den andre enden av dette nær en smøreinnretning (40)
plassert på brønnhodet; og
10 en ringformet brønntetting (35) for å tette rundt kveilrøret inne i den spolbare, ettergivende lederen ved smøreinnretningsenden for å forhindre brønnfluider fra å komme inn i den spolbare, ettergivende lederen.

8.

Leder i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at
15 rørlengden er spolbar.

9.

Leder i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at
20 rørlengden mellom kveilrørinjektoren og smøreinnretningen er ettergivende.

10.

Leder i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d å
innbefatte:
et flertall oppdriftsblokker klemt til rørlengden intermitterende langs dets lengde; og
25 et flertall ikke-oppdriftsblokker klemt til rørlengden intermitterende langs dets lengde.

Den foreliggende oppfinnelsen tilveiebringer et system inkludert en spolbar, ettergivende leder (30), injektor (22, 23) og smøreinnretning (40) for å oppnå vertikal adkomst til enhver oljebrønn (51) og å innføre kveilrør (21) deri. Den spolbare, ettergivende lederen (30) tilveiebringer en vesentlig avstand mellom injektoren (22, 23) og den ringformede brønntettingen (35) ved smøreinnretningen (40) og fungerer som en krymp- eller bøyebegrenser for kveilrøret (21) deri, som underletter pålegging av kompresjonskrefter derpå. Dette gjør det mulig for injektoren (22, 23) å bli beleilig plassert fjernt fra brønnehodet (50), ikke nødvendigvis vertikalt over brønnehodet (50), på anlegget med brønnehodene eller på et fullstendig adskilt anlegg, kjøretøy eller fartøy. Brønnehoder på land, til sjøs eller under vann kan alle bli nådd. Trykksatte brønnfluider blir forhindret fra å komme inn i den spolbare, ettergivende lederen (30) som således reduserer risikiene tilknyttet skade på, svikt for eller nødsfrakobling av denne spolbare, ettergivende lederen (30) er i stand til å anta en ettergivende form mellom injektoren (22, 23) og smøreinnretningen (40) som således tillater en dynamisk relativ bevegelse mellom dem uten bruk av hivkompensatorer. Den spolbare, ettergivende lederen (30) kan bli benyttet med en undervanns smøreinnretning (40) som gjør det mulig for injektoren (22, 23) å forbli ovenfor sjøoverflaten på et flytende fartøy (10) eller plattform. Den kan også bli benyttet mellom en smøreinnretning (40), som er på en fralandsplattform eller borerigg, og en injektor (22, 23), som er på et flytende fartøy (10) ved siden av.

(fig. 5)