



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) Nr. 167226

(51) Int. Cl.⁵ E 21 B 44/00, 47/00

(83)

(21) Patentsøknad nr. **874191**
(22) Inngivelsesdag 06.10.87
(24) Løpedag 06.10.87
(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(86) Int. Inngivelsesdag og int. søknads nr. -

(85) Videreføringsdag -

(41) Alment tilgjengelig fra 08.04.88

(44) Utlegningsdag 08.07.91

(71)(73) Søker/Patenthaver **THE ANALYSTS INTERNATIONAL, S.A.**, (72) Oppfinner **MICHAEL C. SHEPPARD**, Cambridge, England, GB
Via G. Pastore, 16-18 Zona Basette,
I-48100 Ravenna, IT **CHRISTIAN WICK**, Kokstad, Bergen, NO

(74) Fullmektig Siv.ing. Ole J. Aarflot,
Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 07.10.86, US, nr 916268.

(54) Oppfinnelsens benevnelse **FREMANGSMÅTE OG APPARAT TIL
UNDERSØKELSE AV DRAG OG MOMENT-
TAP VED EN BOREOPERASJON.**

(57) Sammendrag

Bore-forhold er analysert, f.eks. ved å måle det moment som tilføres borestrengen ved overflaten og det effektive moment som virker på borekronen. Det tilførte moment og det effektive moment blir sammenlignet for å bestemme moment-tap. Likeledes blir påtrykt vekt på borestrengen og effektiv vekt som virker på borekronen målt og sammenlignet for å bestemme drag-tap. Disse målingene og sammenligningene kan bli utført i sann tid for å diagnostisere uheldige boreforhold. Moment- og vektmålingene kan bli brukt til å beregne en variabel faktor for friksjon som virker på borestrengen. Tendenser i moment- og vekt-tap, eller i verdien av friksjonsfaktorene, kan bli observert på et plott av disse størrelsene som en funksjon av dybde.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.

Oppfinnelsen angår måling under boring, og mer spesielt planlegging og analyse av boreoperasjoner.

Drag- og moment-tap påvirker boringen av alle hydrokarbonbrønner, og er spesielt problematisk i avviksbrønner. Drag manifesterer seg som en ekstra belastning ut over vekten av den roterende borestreng under tripping ut av borehullet. Torsjonstap fra den roterende borestreng under boring bevirker at den effekt som er tilgjengelig for stenknusing er betydelig lavere enn den som ble tilført ved rotasjonsbordet. Problemer med drag- og moment-tap oppstår normalt sammen, og kan være spesielt merkbart i langtrekkende brønner.

Det er flere kilder til drag- og moment-tap, deriblant fastklebing, danning av kilespor, ustabil borehull, dårlig rensing av borehullet, friksjonsvirkning i forbindelse med sidekrefter langs borestrengen. Sidekraft-profilen er i hovedsak bestemt av brønnens geometri, og kan i bred forstand deles mellom effekten av dårlig borehull-tilstand eller feil boreslamvekt, samt selve borehulltraséen.

US-patent nr. 4.549.431 til Soeiinah (Mobil Oil Corporation) viser en fremgangsmåte for å detektere noen av disse problemene ved målinger, foretatt på overflaten, av krokbelastning og fritt rotasjonsmoment. Erfaring har imidlertid vist at det er merkbar forskjell mellom moment og vekt som tilføres på overflaten, og de som blir effektivt påtrykt borekronen, spesielt i områder med potensielle boreproblemer. Likeledes er det vanligvis forskjell mellom krokbelastningsverdien og borestrengens vekt i boreslam. Teknikken ifølge Soeiinah's patent har således alvorlige iboende begrensninger.

En publikasjon fra 1983, "Torque and Drag in Directional Wells - Prediction and Measurement", av C.A. Johancsik, D.B. Friesen, and Rapiet Dawson (IADC/SPE 1983 Drilling Conference, Paper No. 11380), foreslår en datamaskin-modell av borestrengmoment og -drag, men i likhet med Soeiinah's metode, feiler denne modellen når det gjelder analyse av moment- og vektparametre nede i borehullet.

På grunn av at den tilgjengelige teknikk mangler en metode for å undersøke og analysere moment og vekt på borekronen nede i borehullet, som kan være meget forskjellig fra tilsvarende

167226

2

målinger av moment og krokbelastning på overflaten, er det fremdeles en kløft mellom den planlagte optimalisering av et boreprogram og dens gjennomføring. Det har således oppstått et behov for en ny teknikk med hvilken man kan analysere overføring av moment og vekt langs borestrengen, både i sanntid for diagnose av problemene og på forhånd for planlegging.

I en foretrukken utførelse av oppfinnelsen analyserer man de forhold under hvilke et boreapparat, så som en konvensjonell borekroner virker ved å måle det dreiemoment som blir tilført borestrengen på overflaten, og det effektive dreiemoment som virker på borekronen. Det påtrykte moment og det effektive moment blir sammenlignet for å bestemme moment-tapet. Likeledes kan tilført vekt på borestrengen og effektiv vekt som virker på borekronen, bli målt og sammenlignet for å bestemme drag-tap. Disse målinger og sammenligninger kan utføres i sann tid for å diagnostisere uheldige boreforhold, eller for å hjelpe boreren med slike avgjørelser som hvorvidt han skal trippe ut for å endre en bunnenhet eller forsøke en hull-rensesprosess, så som en skrapetripp, eller å utføre andre prosedyrer. Moment- og vektmålingene kan bli brukt til å beregne en variabel friksjonsfaktor som virker på borestrengen. Tendenser i moment- eller vekttap, eller verdien av friksjonsfaktoren, kan bli observert på en plott av disse mengdene som en funksjon av dybde.

I tillegg til denne sanntids-analyse, er det en videre utførelse av oppfinnelsen å planlegge eller forutse hva som kan forventes i en boreoperasjon ved å anta forutbestemte verdier for friksjonsfaktoren i hullet og derfra å beregne moment- og dragtap som kan forventes.

Den foreliggende oppfinnelsen frembringer således en fremgangsmåte for å analysere moment- og vektoverføring langs en borestreng, for å gi boreren en bedre innsikt i boreeffektiviteten og problemsituasjoner i boreoperasjoner. I en foretrukken utførelse av oppfinnelsen kan sanntids-analysen bli utført med borekronen på bunnen ved å detektere og tolke tendenser til unormale moment-overføringer. Unormale vektoverføringer blir analysert basert på krokbelastning og vektoverføringsanalyse. Disse teknikkene kan brukes alene eller i

kombinasjon for å diagnostisere og kvantifisere boreproblemer beslektet med drag- og moment-tap.

Som et planleggingsverktøy kan teknikkene ifølge foreliggende oppfinnelse generere forventede tendenser for vekt- og momentoverføringer i et gitt miljø, deriblant brønnprofilen, konstruksjonen av bunn-enheten, den litologiske sekvens og slam-programmet. Vekt- og moment-tap for flere slike boreplaner kan beregnes, slik at den gunstigste plan kan velges.

Oppfinnelsen skal i det følgende beskrives nærmere under henvisning til tegningene, hvor:

- FIGUR 1 viser en foretrukken utførelse av et apparat ifølge den foreliggende oppfinnelse, som den kan fortone seg under praktisering av fremgangsmåten ved en foretrukken utførelse av oppfinnelsen under boring;
- FIGUR 2 viser et skjematisk diagram av en moment- og strekkmodell som benyttet i den foretrukne utførelse av oppfinnelsen;
- FIGUR 3 er et isometrisk riss av en foretrukken utførelse av en kraft-måleanordning i utførelsen på figur 1;
- FIGUR 4 er en skjematisk representasjon av kraft-måleanordningen vist på figur 3, og viser foretrukne plasseringer for forskjellige sett av kraft-sensorer og bro-kretser i forbindelse med disse sensorene;
- FIGUR 5 viser en forstørrelse av en del av kraft-måleanordningen på figur 2, og illustrerer en foretrukken monteringsanordning for kraftsensorene;
- FIGUR 6 viser en logg av data som er oppnådd i en brønn med et apparat og en fremgangsmåte ifølge en foretrukken utførelse av oppfinnelsen;
- FIGUR 7 viser en logg av vekt- og moment-tap; og
- FIGUR 8 viser en logg som sammenholder vekt- og moment-tap med borepraksis, litologi og bunnhet.
- FIGUR 9 viser en grafisk fremstilling av beregninger av forskjellige belastningsparametre ifølge den foreliggende oppfinnelse.

Det henvises først til FIGUR 1. Et apparat som passer for å utføre en fremgangsmåte ifølge en foretrukken utførelse av oppfinnelsen omfatter et "måling-under-boring" (MWD)-verktøy

167226

4

10, fast koblet til enden av en borestreng 11 som omfatter en eller flere borekraver 12 og et flertall seriekoblede lengder av borerør. En jord-boreanordning, så som en konvensjonell borekrone 14, er plassert nedenfor MWD-verktøyet. Borestrengen 11 blir rotert av et rotasjonsbord 16 på en vanlig borerigg 15 på overflaten. Boreslam blir sirkulert gjennom borestrengen 11 og borekronen 14 i retning av pilene 17 og 18.

Som vist på Figur 1 omfatter verktøyet 10 videre et flertall av tykkveggede, rørformede legemer som er seriekoblet for å omslutte vekt- og moment-måleanordningen 20 innrettet for måling av moment og vekt som virker på borekronen 14, såvel som en typisk posisjons-måleanordning 21 innrettet for å måle slike parametre som retning og inklinasjon av verktøyet 10 for å indikere dets posisjon i rommet. En typisk data-signaleringsanordning 22 er innrettet for å sende kodete akustiske signaler som representerer utgangen av sensorene 20 og 21 til overflaten gjennom den nedadgående strøm av boreslam i borestrengen 11. Disse akustiske signalene blir omformet til elektriske signaler av en transduser 34 på overflaten. De elektriske signalene vil bli analysert ved en egnet databehandlingsanordning 33 på overflaten.

Konvensjonelle sensorer for måling av krokbelastning og moment som tilføres borestrengen, henholdsvis 36 og 37, er plassert på overflaten. En dybdesensor (ikke vist) er anordnet for å kunne sammenholde målingene utført under boring og tripping.

Det henvises nå til FIGUR 3. Det ytre legeme 24 av kraft-måleanordningen 20 i en foretrukken utførelse er avbildet noe skjematisk for å illustrere de rom-messige forhold mellom legemets måleakser når kraft-måleanordningen 20 måler vekt og moment som virker på borekronen 14 under en typisk boreoperasjon. I stedet for å gjøre kraft-måleanordningen 20 som en enhetlig del av MWD-verktøyet 10, er i en foretrukken utførelse det tykkveggede legeme 24 anordnet som en separat subb som kan monteres like ovenfor borekronen 14 for å oppnå mer nøyaktige målinger av de forskjellige krefter som virker på borekronen. Det må selvfølgelig forstås at andre typer hus, som f.eks. de som er vist i US-patent 3.855.857 eller US-patent 4.359.898,

kunne bli brukt som avbildet her eller med nødvendige modifikasjoner for å utforme alternative utførelser av kraft-måleapparat som passer for bruk i apparatet og fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse.

Som vist på FIGUR 3 har legemet 24 en langsgående eller aksiell utboring 25 med passende diameter for å føre strømmen av boreslam som strømmer gjennom borestrengen 11. Legemet 24 er utstyrt med et sett radielle åpninger, B1, B2, B3 og B4, som alle har sine akser liggende i et tverrgående plan som skjærer legemets langsgående Z-akse 26. Man vil selvfølgelig kunne se, at i den avbildede anordning av legemet 24 i kraft-måleanordningen 20, er disse åpningene plassert til å virke sammen slik at de ligger på linje med hverandre i det tverrgående plan som skjærer Z-aksen 26 i rett vinkel med legemet. Som illustrert er f.eks. et par av hullene B1 og B3 respektivt plassert på motsatte sider av legemet 24, og aksielt på linje med hverandre slik at deres respektive sentrumsakser ligger i det tverrgående plan, og sammen definerer en stor X-akse 27 i rett vinkel med legemets Z-akse 26. På samme måte er de to andre åpningene B2 og B4 plassert på diametralt motsatte sider av legemet 24 og ligger i en vinkel på 90° med det første sett åpninger B1 og B3 slik at deres sentrumsakser ligger på linje, og definerer Y-aksen 28 i rett vinkel med Z-aksen 26 såvel som X-aksen 27.

Det vises nå til FIGUR 4 som viser et isometrisk riss av åpningene B1-B4, X-aksen 27, hvor Y-aksen 28 og Z-aksen 26. Som avbildet er det, for å måle den langsgående kraft som virker nedover på legemet 24, og dermed bestemme den effektive vekt på borekronen, montert kraft-sensoranordninger i hver kvadrant av åpningene B1 og B2. For å oppnå maksimum følsomhet er disse kraft-sensoranordningene (så som typiske strekkmålere 401a-401d og 403a-403d) montert henholdsvis i 0 grader, 90 grader, 180 grader og 270 grader posisjoner inne i åpningene B1 og B3. På lignende måte, for å måle dreiemomentet påtrykt legemet 24 er rotasjonskraft-sensoranordninger så som typiske strekkmålere 402a-402d og 404a-404d montert i hver kvadrant av åpningene B2 og B4. Som avbildet har man funnet at maksimum følsomhet blir frembragt ved å montere strekkmålerne 402a-402d i 45 grader, 135 grader, 223 grader og 350 grader posisjoner i

167226

6

åpningene B2 og ved å montere de øvrige strekkmålere 404a-404d i de samme vinkelmessige posisjoner i åpningen B4. Måling av vekt på kronen blir derfor oppnådd ved å anordne flere strekkmålere 401a-401d og 403a-403d i en typisk Wheatstone-bro B1-B3 for å frembringe tilsvarende utgangssignaler (dvs. WOB). På lignende måte blir moment-målingene oppnådd ved å forbinde de forskjellige strekkmålerne 402a-402d og 404a-404d i en annen bro B2-B4 som genererer tilsvarende utgangssignaler (dvs. dreiemoment).

Fagfolk på området vil selvfølgelig forstå at de forskjellige sensorer beskrevet under henvisning til FIGUR 3, sammen med andre kraft-målesensorer som ønskes for andre formål, kan bli montert i forskjellige anordninger på legemet 24. Man har imidlertid funnet det mest fordelaktig å montere de forskjellige kraft-sensorer i åpningene B1-B4 på en slik måte, at skjønt kraft-sensorene i en gitt åpning var adskilt fra hverandre, er hver sensor plassert i en optimal posisjon for å frembringe den best mulige respons. For eksempel, som avbildet i det utviklede riss av åpningen B1 sett på FIGUR 5, er kraft-sensorene 401a og 401b montert i sine respektive optimale posisjoner i de samme åpninger som moment-sensorene 402a-402d. Man vil selvfølgelig forstå at de forskjellige sensorer plassert i åpningen B1, er festet til legemet 24 på en typisk måte, f.eks. med et passende klebemiddel. Andre sensorer, f.eks. 201a og 201b kan også være montert. Som illustrert, er det i den foretrukne utførelse av kraft-måleanordningene 20 også funnet fordelaktig å montere en eller flere kontaktrekker 31 og 32 i hver av de forskjellige åpninger for å lette sammenkoblingen av kraft-sensorene i en gitt åpning såvel som for å frembringe en terminal som vil lette tilkoblingen av sensorene til forskjellige ledninger 33 som fører til måle-kretsene i MWD-verktøyet 10 (ikke sett på FIGUR 5).

Som vanlig er det foretrukket at de forskjellige kraft-sensorer blir beskyttet fra borehull-fluida og de ekstreme trykk og temperaturer som normalt møtes i borehull ved å forsegle sensorene inne i deres respektive åpninger B1-B4 ved hjelp av typiske fluid-tette lukkeanordninger (ikke vist på tegningene). De lukkede rom som defineres i disse åpningene,

samt de tilhørende kanaler for forbindelsestråder, er vanligvis fylt med en passende olje som blir holdt på et høyt trykk ved hjelp av et stempel eller en annen vanlig trykk-kompensasjonsdel som er følsom for forholdene i borehullet. Standard gjennomføringsledere (ikke vist på tegningene) er anordnet etter behov for sammenkobling av lederne i de forseglede rommene med de tilsvarende ledere utenfor de oljefylte rommene.

Vi går nå over til virkemåten for den foreliggende oppfinnelse. I en foretrukken utførelse er dreiemoment- og vektoverføring analysert ved bruk av en dynamisk moment- og strekkmodell vist i diagrammet på FIGUR 2. I denne modell er det en strekkraft T og et moment TOR som virker på den nedre ende av en inkrementell lengde av borestreng 40, mens en strekkraft $T+dT$ og et moment $TOR+d(TOR)$ virker på den øvre ende. En oppdrift F_b virker i en oppad vertikal retning mens en gravitasjonskraft F_g virker i motsatt retning. Alle disse kreftene bidrar til en resulterende sidekraft T_n som virker i en retning i rett vinkel med et plan som tangerer den inkrementelle borestrengs lengde 40.

Sidekraften T_n er gitt ved ligningen

$$T_n = [(T d\theta - W \sin\theta)^2 + (T d\phi \sin\theta)^2]^{1/2} \quad (1)$$

hvor $d\theta$ = inklinasjonsendringen, $d\phi$ = asimutendringen, og W = "flytevekt" for borestrengen ($F_g - F_b$). Denne ligningen kan løses ved iterative metoder som er kjent i teknikken.

En ytterligere sidekraft-komponent på grunn av stivhet i borestrengen kan bli beregnet ved bruk av teorien om bøyning og vridning av elastiske staver. Modeller som benytter slike teorier, er kjent blant de som har vanlige ferdigheter i teknikken, og kan finnes i litteratur forbundet med dette feltet. En slik modell er diskutert i avhandlingen "Three Dimensional Bottomhole Assembly Model Improves Directional Drilling", SPE Avhandling Nr. 14768, februar 1986. Denne komponenten kan om ønskes legges til T_n i ligningen (1) for å korrigere for stivhet i borestrengen.

En drag-kraft virker langs lengden av borestrengs-inkrementet 40, og antas å være proporsjonal med sidekraften T_n som virker på borestrengen. Proporsjonalitets-faktoren $\mu(s)$ (som ikke nødvendigvis er konstant, men som kan være en funksjon av

167226

8

avstanden s fra borekronen) virker i denne modellen som en glide-friksjonsfaktor. Den resulterende friksjonskraft $\mu(s)T_n$ virker mot bevegelsen i borestrengs-inkrementet Δs , og leder til et drag under tripping og et moment-tap under rotasjon.

Friksjonsprofilen $\mu(s)$ kan beregnes på en inkrementell basis som følger:

Anta at brønnen er boret til en rørdybde D , og at friksjonen $\mu_D(s)$ ned til dette punktet er kjent (at den er beregnet i tidligere inkremitter). Brønnen blir nå boret til en rørdybde $D+\Delta s$, og friksjonsfaktoren μ_ℓ for det siste segmentet kan beregnes (vi må anta at μ_ℓ er konstant over det siste segmentet). Den effektive spenning under rotasjon ved en høyde \bar{s} ovenfor borekronen er gitt ved

$$T(s) = -DWOB + \int_{\text{krona}}^s W(s) \cos\Theta(\bar{s}) d\bar{s} \quad (2)$$

hvor $DWOB$ er vekten på borekronen nede i hullet, $W(s)$ er flytevekten per lengde-enhet av rørene, og $\Theta(s)$ er inklinasjonen ved s , oppnådd fra oppmålingsdata (\bar{s} er en integrasjonsvariabel som varierer fra null til s).

Sidekraften ved s , som er $T_n(s)$, kan nå beregnes fra ligning (1) ved bruk av ligning (2) i forbindelse med oppmålingsdata.

Moment-tapet mellom overflaten og borekronen er gitt ved

$$\begin{aligned} \text{STOR} - \text{DTOR} &= \int_{\text{krona}}^{\text{overflate}} \mu(s) T_n(s) R(s) ds \\ &= \int_{\text{krona}}^D \mu_\ell T_n(s) R(s) ds + \int_D^{\text{overflate}} \mu_D(s) T_n(s) R(s) ds \end{aligned} \quad (3)$$

hvor

s = høyde over borekronen

$R(s)$ = aktiv rør-radius

STOR = moment ved overflaten

DTOR = effektivt moment på borekronen

og hvor $\mu_D(s)$ er kjent. Ligning (3) frembringer således en fremgangsmåte for å beregne μ_L slik at friksjonsprofilen nå er kjent (i det minste stykkevis) ned til den nye dybden $D+\ell$. Denne oppdaterte profilen blir så innlemmet i det neste inkrement når brønnen har nådd en rørdybde på $D+2\ell$.

Det skal bemerkes at en betydelig kontrast vil forventes mellom friksjonsfaktorene for åpent og fóret borehull. Spesielt vil det være nødvendig å regne om $\mu(s)$ når fóringrøret er satt inn. Dette kan gjøres ved å anta at en ny lengde av fóringrør er karakterisert ved en fast faktor μ som beregnes, som beskrevet ovenfor, når boringen begynnes etter at fóringrøret er satt inn.

Når $\mu(s)$ en gang er bestemt, kan trekk-kraften under tripping bli beregnet. (Denne vil være av betydelig verdi for å beregne trekk-kraften for planlagte brønner, og kan bli brukt til å hjelpe i konstruksjonen av brønn-baner.) Under tripping ut av borehullet er den inkrementelle endring i effektiv strekkraft ΔT for et rørinkrement av lengde Δs gitt ved

$$\Delta T = \Delta s W(s) \cos \theta(s) + \mu(s) T_n(s) \quad (4)$$

Når $\mu(s)$ er gitt, vil ligningene (1) og (4) gi elementene av en inkrementell (vanligvis numerisk) løsning for den effektive strekkraft $T(s)$. Evalueringen av $T(s)$ ved overflaten gir toppbelastningen, og strekkraften er forskjellen mellom krokbelastningen og den frie, roterende vekt av borestrengen.

Forskjellig fra forslagene av Johancsik m.flere, som i den ovennevnte avhandling definerer en global friksjonsfaktor, antyder en foretrukket utførelse av foreliggende oppfinnelse som beskrevet her, en løpende beregning av friksjonsprofilen $\mu(s)$. Dette har den effekt at den genererer en meget mer følsom karakterisering av friksjonseffekter enn hva man frembringer ved en global friksjonstilnærming som effektivt sprer lokale effekter over hele borestrengen.

Denne størrelsen μ gir nyttig informasjon om hvordan boringen går fremover. Hvis f.eks. bunnenheten er uendret, vil en økning i friksjonsfaktoren μ indikere en endring i hulltilstand, hullform eller litologi, eller en feilfunksjon av bunnenheten. Størrelsen μ er fortrinnsvis beregnet og registrert som en funksjon av dybden under boring (eller

167226

10

tripping) for å generere en logg som kan brukes til å diagnostisere bore- eller brønnproblemer.

Verdier for HKLD og DWOB, såvel som for STOR og DTOR kan bli sammenlignet ved suksessive dybder for å bestemme moment- og vekt-tap. Slike tap, lik størrelsen μ , er fortrinnsvis sammenholdt med dybden og registrert som en funksjon av dybden på en logg. Tendenser og endringer kan så bli observert.

FIGURENE 6, 7 og 8 viser et illustrerende eksempel på hvordan en fremgangsmåte ifølge en foretrukken utførelse av oppfinnelsen kan bli brukt. Disse figurene viser logger som er oppnådd ifølge en foretrukken utførelse av den foreliggende oppfinnelse i en forholdsvis rett brønn med konstant inklinasjon.

De følgende data er vist på data-loggen på FIGUR 6:

- Spor 1: boreslam-vekt i (MWTI), total krokbelastning (THKD), og tid fra bunnen (OBTI);
- Spor 2: strømningshastighet (RPM) i omdreininger pr. minutt;
- Spor 3: gammastråler (GR) og gjennomtrengningshastighet ved gjennomsnitt over fem fot intervaller (ROPS);
- Spor 4: flagg over bunnen (OBFL); vekt på borekronen i borehullet (DWOB); vekt på borekronen på overflaten (SWOB);
- Spor 5: flagg over bunnen (OBFL); moment i borehullet (DTOR); moment på overflaten (STOR).

FIGUR 7 viser en logg av vekt- og moment-tap, beregnet fra innganger tatt fra dataloggen på FIGUR 6. Spor 1 i VEKT- OG MOMENT-TAP-loggen viser den beregnede fritt roterende krokbelastning (THDC). Spor 2 viser vekt-på-kronen-tapene mellom overflaten og nede i hullet (WODC). Den beste vektoverføring blir oppnådd i seksjonen fra A-A til B-B når WODC er minimum. Momentoverføringen (TODM), som er forskjellen mellom målt overflate-moment og moment nede i borehullet, er vist i spor 3.

Det henvises nå til FIGUR 8. ANALYSE-loggen blir generert for å undersøke forklaringer på problemer med vekt på kronen og momentoverføring i forhold til stabilitet og uregelmessighet i borehullet. Man søkte å finne sammenheng mellom vekt på kronen og momentoverføring og borepraksis (spesielt perioder over

bunnen mellom boresekvenser), litologi og utforming av den nedre del av borestrengen.

De følgende variable størrelser, som allerede er definert i forutgående logg er vist på FIGUR 8:

- Spor 1: Vekt av inngående boreslam, total krokbelastning og vekt av fri roterende borestreng;
- Spor 2: turtall og strømningshastighet;
- Spor 3: gammastråling og gjennomtrengningshastighet;
- Spor 4: vekt-på-kronen-tap.

De beregnede variable størrelser vist i denne loggen er:

- Spor 1: over bunnen flagg hver gang borekronen er tatt opp fra bunnen (OBFL);
- Spor 2: over bunnen pumpetid opptil 20 min. (OBPT)
- Spor 5: friksjonsfaktor (FFCS) beregnet med moment-tapene fra borekronen til overflaten;
- Spor 6: friksjonsfaktor-rettelse (FFDC) beregnet med vekt på kronen-tapene (WODC) fra borekronen til overflaten.

ANALYSE-loggen på FIGUR 8 viser klart effektiviteten av rømming når rørlengden er boret ut i WODC-sporet, som viser forbedret vektoverføring når boringen gjennomopptas ved C-C. Denne loggen viser også at vekt-på-kronen-overføring er bedre i de mindre leirholdige seksjoner opp til C-C. Overføringen avtar når leireinnholdet øker mellom C-C og D-D. En sirkulasjon på over 20 min. som ble utført ved C-C, viser en drastisk økning i overføringen. Tid over bunnen ved C-C overskrider 50 min. for en avskrapningstripp. C-C-nivået er også det nivå hvor den siste stabilisator nådde en renere kalkstensseksjon som begynner ved B-B. Loggen viser tendenser som reflekterer den totale gjensidige påvirkning mellom borehull-veggene og borestrengen.

ANALYSE-loggen viser friksjonsfaktor-rettelsen FFDC på grunn av forventet vekt på-kronen-tap, i praksis en normalisering av vekt-på-kronen-overføringen WODC, da FFDC-sporet følger samme tendens som vekt-på-kronen-overføringssporet.

167226

12

Mellom E-E og F-F er det en konstant minking av vekt-på-kronen-overføring mens en enkelt rørlengde blir boret. To tusen pund (ca. 900 kg) blir regelmessig tapt mellom begynnelsen og slutten på drivrør-lengden som blir boret ut.

Ved G-G ble det oppnådd komplett vekt-på-kronen-overføring. Dette tilsvarer en forbindelse med en 10-minutt sirkulasjon. Den 15 minutt lange rømme-operasjon var spesielt effektiv på grunn av en økt strømningshastighet som ble brukt på dette punktet. Man merker seg også en fordelaktig effekt i en avtagende friksjonsfaktor. Det viser seg også at fordelene med denne fremgangsmåten bare varte 45 fot (15 m). Denne type informasjon vil være av nytte for en borer i å bestemme hvorvidt han skal utføre slike prosedyrer.

Det følgende omhandler en annen utførelse av oppfinnelsen. Ligningene (2) og (3) kan brukes for brønn-planlegging ved å anta en konstant verdi for μ over en del av en brønn, og å beregne torsjons- og drag-tapene som ville bli forventet for en gitt bane. Den antatte verdi for μ kan være basert på kunnskap om brønner i lignende litologier, som i tilfellet med flere brønner boret fra en enkelt plattform. Alternativt har en verdi på 0,3 som et estimat for μ vært funnet å virke tilfredsstillende for sammenligning når moment- og drag-tap for flere baner blir beregnet og sammenlignet for å bestemme den optimale bane. Det ville også være mulig å anta en spesiell funksjonell form for $\mu(s)$ og en begynnelsesverdi for å komme frem til moment- og drag-tap.

FIGUR 9 viser et eksempel på en grafisk representasjon av beregningsresultater som er nyttige i brønnplanlegging. I dette spesielle eksempel er det vist tendenser i moment- og vekt-parametrene for videre boring av en brønn fra 7500 fot til 15000 fot (2250 til 4500 m). Friksjonsfaktoren var antatt å være konstant på 0,3, mens vekt-på-kronen var antatt å være konstant 30 kilopund (ca. 13,6 t). Vektoverføringene var antatt å være komplette slik at vekt-på-kronen var den samme på overflaten som nede i borehullet. Den flytende borestrengvekt, dvs. vekten av borestrengen neddykket i boreslam, ble beregnet og er indikert ved kurven 42. Roterende streng-belastning, indikert ved kurven 43, er borestreng-strekraften under kroken

167226

13

mens den roterer. Denne størrelsen omfatter effekten av inklinasjon eller skråning av seksjoner av brønnen. Økningen i flytende vekt og roterende streng-belastning er lineær på grunn av tillegg av en enkelt type borerør mens denne delen av brønnen blir boret. Moment-tapene representerer forskjellen mellom momentet ved overflaten og nede i borehullet. Formen av moment-tap-kurven 44 kommer av forskjellige grader av borerør som blir brukt i strengen. Seksjonen med lavere økning i moment-tap (2800 m til 3800 m) viser effekten av å bruke 900 m aluminiums-borerør i strengen. De forventede belastninger og moment-tap for en spesiell borestreng og bunnenhet kan forutsies, og riktigheten av spesielle utstyrs-konfigurasjoner kan bli vurdert.

167226

14

P A T E N T K R A V:

1. Fremgangsmåte for undersøkelse av forhold under hvilke en borestreng og en borekrone uthuler et borehull, omfattende disse trinn:

- a) måling ved jordens overflate av momentet som tilføres borestrengen under boring;
- b) i hovedsak samtidig med målingen av moment, måling ved et punkt under jorden av det effektive moment som virker på borekronen, hvilken fremgangsmåte er

k a r a k t e r i s e r t v e d at det målte tilførte moment og det målte effektive moment kombineres for å bestemme mengden av moment som blir tapt når det tilførte moment blir overført nedover borestrengen.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at måle-trinnene blir utført gjentatte ganger mens borekronen passerer etterfølgende dybder i borehullet, og videre ved at målingene registreres som en funksjon av dybde.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 2,

k a r a k t e r i s e r t v e d at ved å sammenligne målingene av tilført moment og effektivt moment, bestemmes en faktor for roterende friksjon som virker mellom borehullet og borestrengen.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t v e d at mengden av moment som tapes, registreres som en funksjon av dybde og ved å overvåke endringer i mengden av tapt moment.

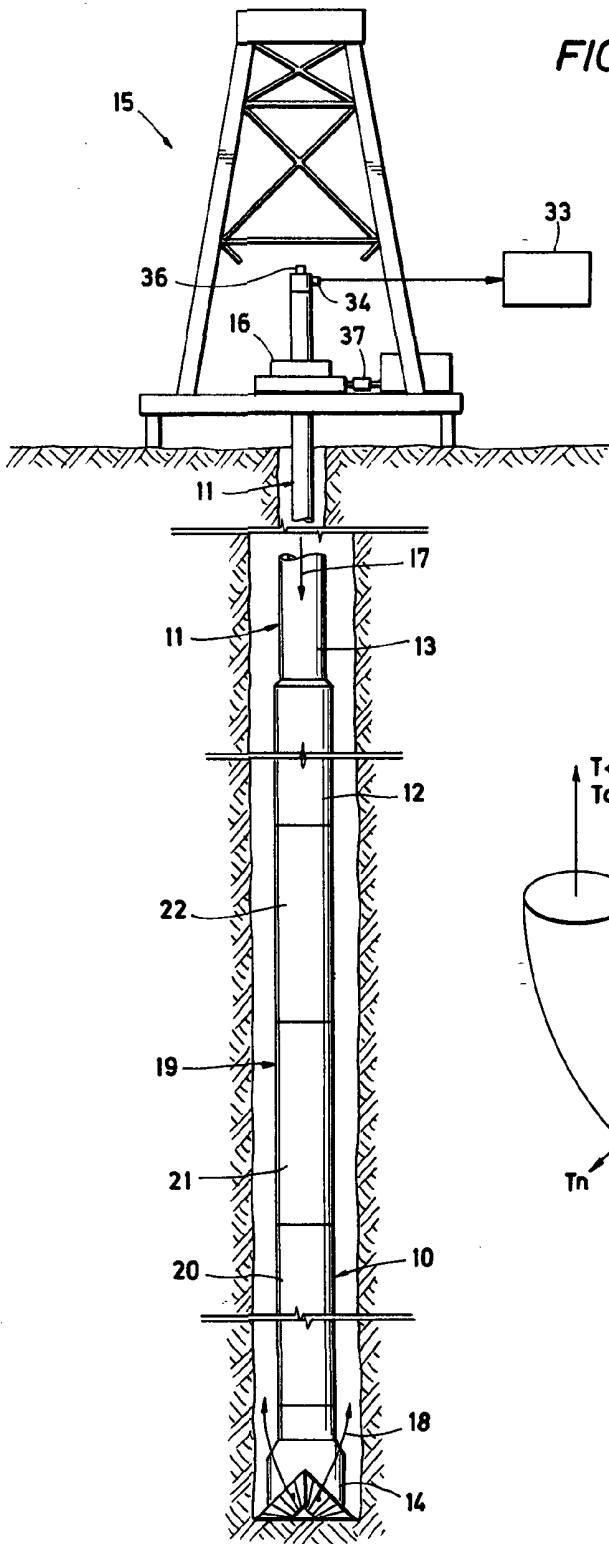
5. Fremgangsmåte for å undersøke tilstanden av et borehull som blir boret med en borekrone festet til en borestreng, omfattende disse trinn:

måling av krokbelastning på borestrengen og borekronen ved jordens overflate mens borehullet blir boret;

måling på et sted under jordoverflaten av vekten på borekronen mens borehullet blir boret,

k a r a k t e r i s e r t v e d at ut fra fra målingene av krokbelastning og vekt på borekronen bestemmes en faktor for glidende friksjon som virker mellom borehullet og borestrengen.

167226



115

FIG. 2

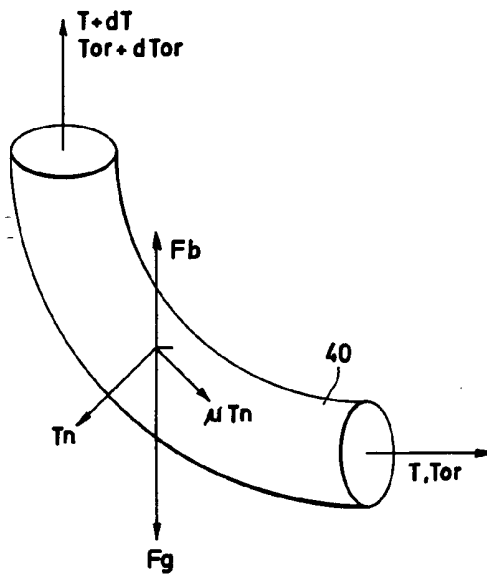
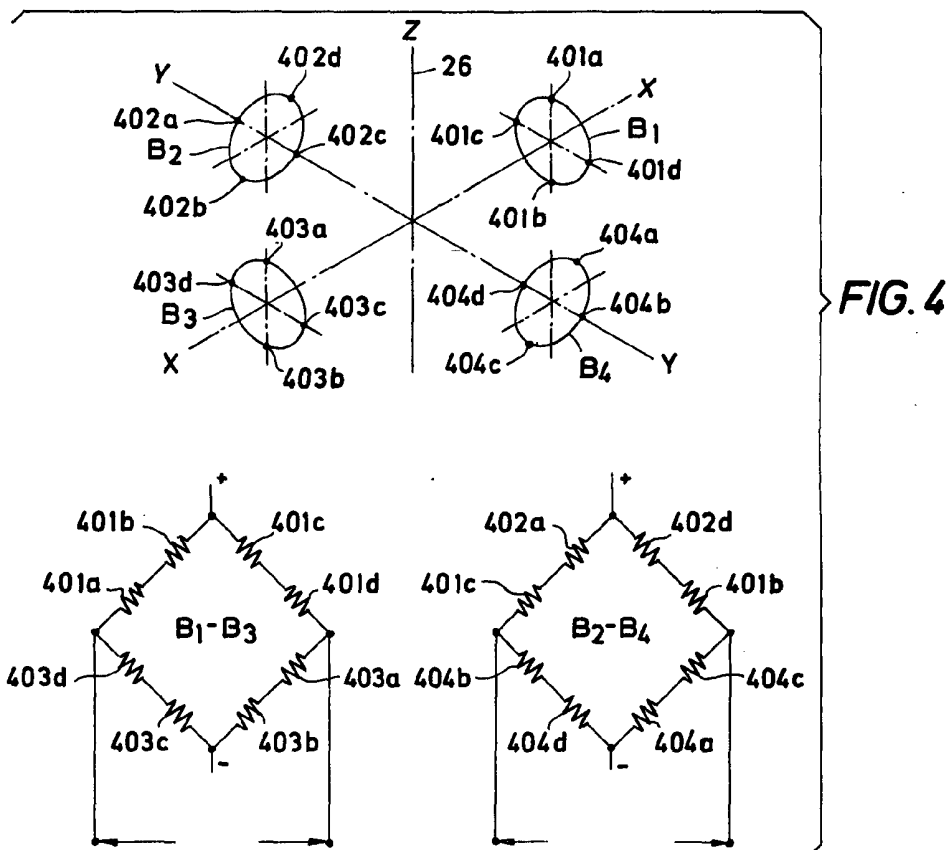
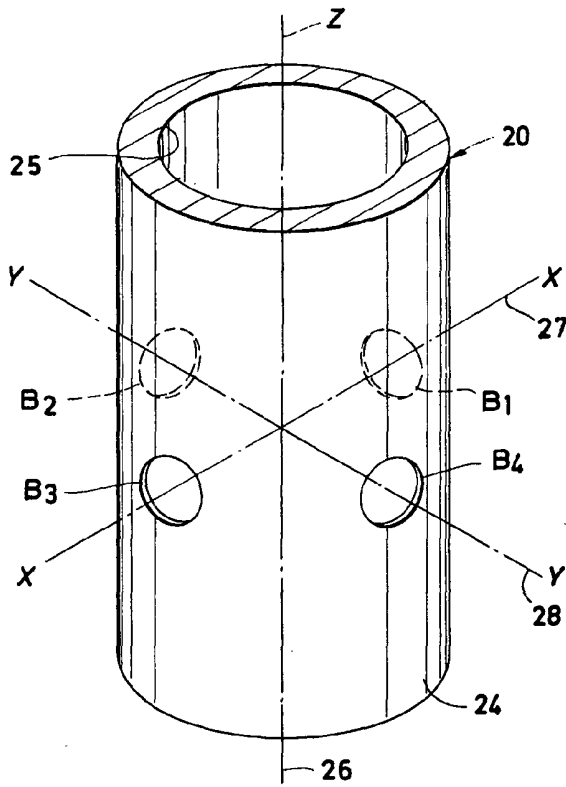


FIG. 3

215



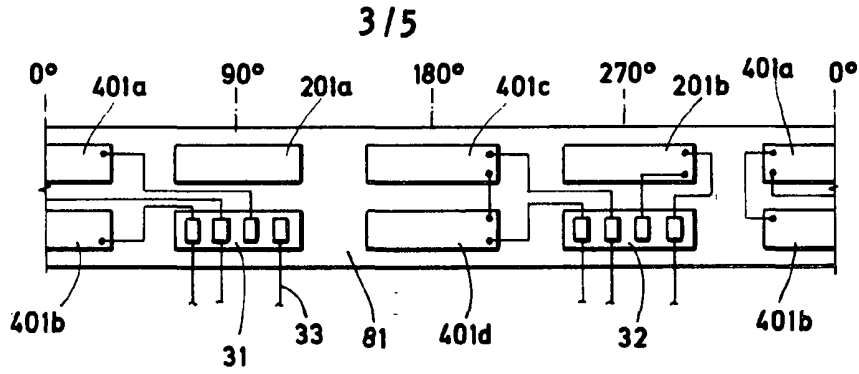
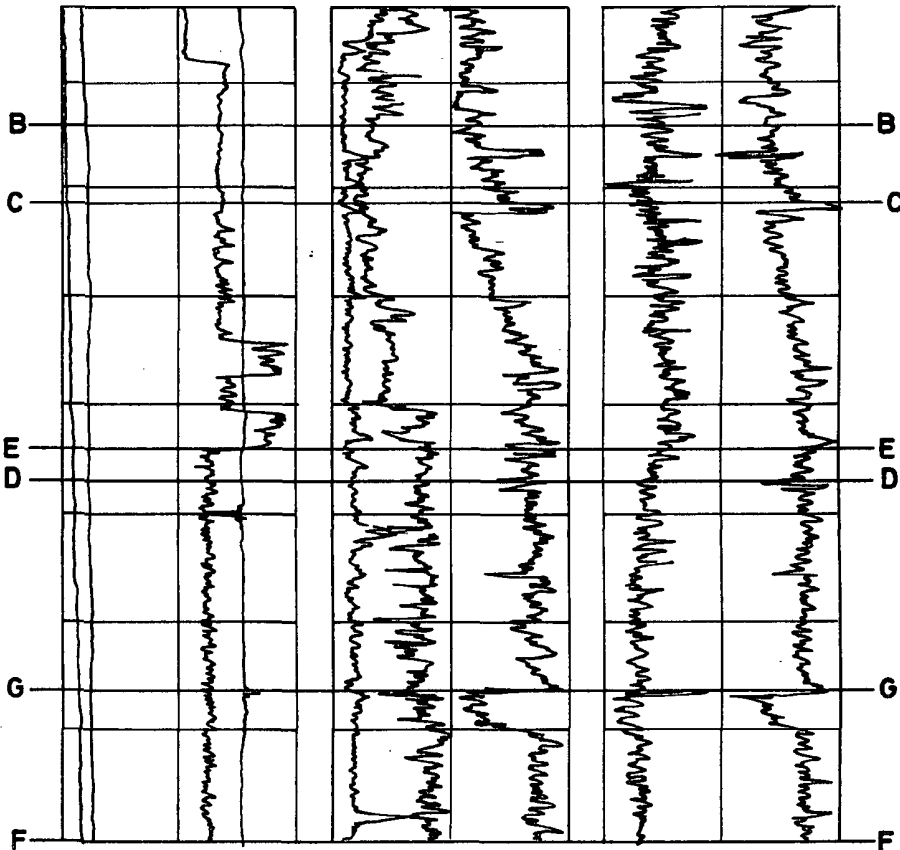


FIG. 5

FIG. 8



415

FIG. 7

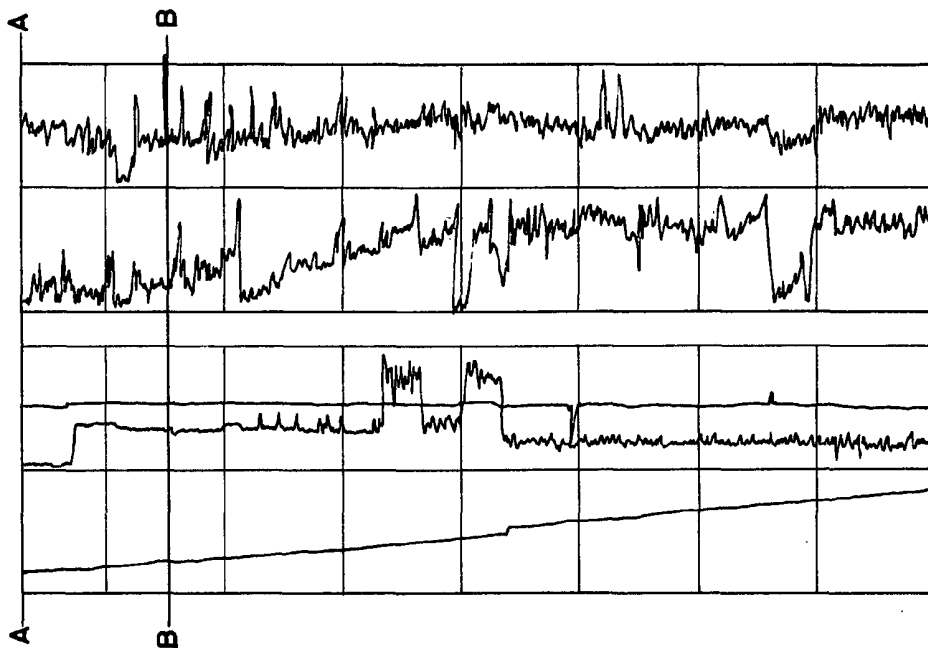
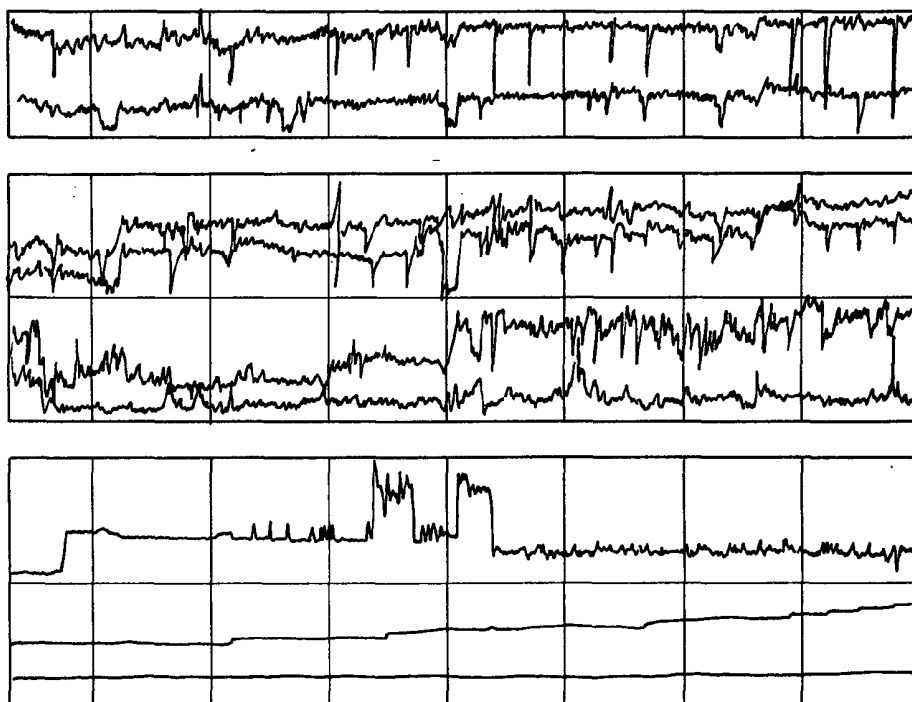


FIG. 6

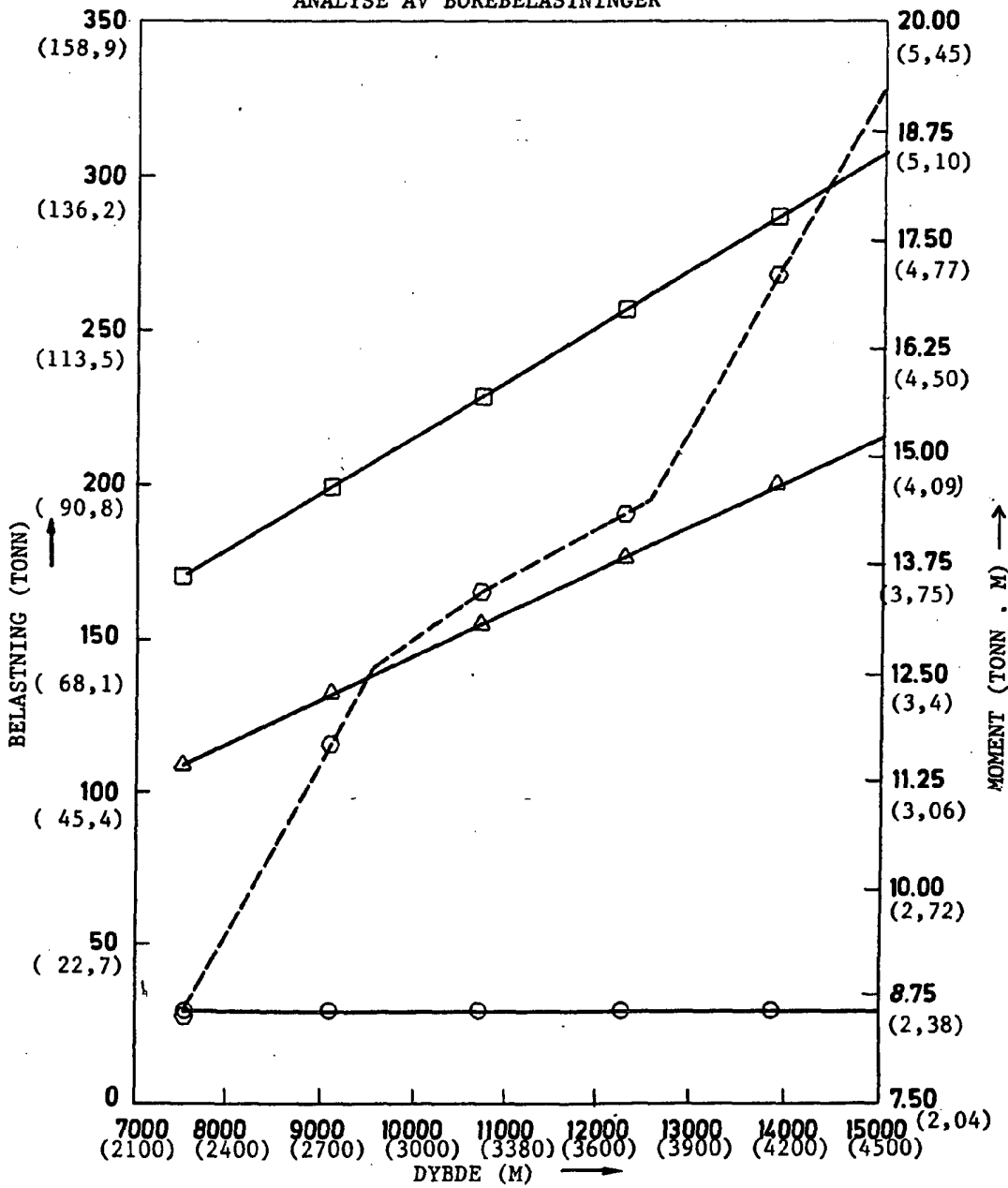


167226

515

FIG.9

ANALYSE AV BOREBELASTNINGER



- : VEKT AV FLYTENDE STRENG
- : VEKT PÅ KRONEN
- △ : ROTERENDE STRENG-BELASTNING
- : MOMENT-TAP