



Universitetet
i Stavanger

EKSAMEN I: *BIP200 – Bore- og brønnvæsker*

TID FOR EKSAMEN: **12. juni 2014**
KL. 08:30 - 11:30

TILLATTE HJELPEMIDLER: **Kalkulator**

OPPGAVESETTET BESTÅR AV: **3 OPPGAVER PÅ 4 SIDER +**
2 VEDLEGG på 3 sider.

Generell informasjon:

Alle oppgavene skal besvares.

Vektlegging ved bedømmelse:

- Alle deloppgavene teller like mye ved fastsettelse av karakter.

OPPGAVE 1:

GENERELL BOREVÆSKEKUNNSKAP

Det skal bores en letebrønn i formasjonen vist i Vedlegg 1. Det benyttes en flyterigg.

- a) Et poretrykksplott er vist i Vedlegg 1. Forklar hvordan dette plottet brukes. Hva viser kurvene i poretrykkplottet?

Fortell med en setning hvordan du kan se hvorvidt dette poretrykksplottet er konstruert med dyp i henhold til MSL eller RKB. Forklar hvordan plottet i prinsippet ville endre seg dersom vi hadde det andre referansenivået.

- b) Vi er vant til å se en kurve til på poretrykksplottet. Forklar hvilken og hvor denne ville ligge relativt de andre kurvene.

Forklar videre hvordan vi kan bruke poretrykksplottet til å bestemme settedyp for casing.

Forklar begrepet ECD. Vis hvordan ECD henger sammen med trykk. Forklar hvordan ECD endrer seg i en avviksbrønn.

- c) I 17 ½"-seksjonen (se Vedlegg 1) forventes det at formasjonen består av primært leirskifer. Forklar hvordan de boreteknisk sett problematiske leirmineralene er bygget opp. Hvordan skiller disse mineralene seg fra andre leirmineraler i oppbyggingen?
- d) Beskriv hva som skjer dersom det inntreer en såkalt sementforgiftning av borevæsken. Videre, beskriv hvordan denne kureres.

OPPGAVE 2:**BORING MED VANNBASERT BOREVÆSKE**

Senere skulle det bores en produsjonsbrønn i samme formasjon. Den første brønnen er vertikal og det foreslås brukt vannbasert borevæske. Poretrykksplottet er vist i Vedlegg 1.

Under 20" sko skal det bores en 17 ½"-seksjon hvor det skal settes en 13 3/8" casing. 17 ½"-seksjonen etterfølges av en 12 ¼"-seksjon hvor det skal settes en 9 5/8" casing. På den nederste delen av brønnen skal det bores en 8 ½"-seksjon.

- a) Foreslå en inhibitiv vannbasert borevæske for 17 ½"-seksjonen. Forklar hvilke tilsetningsstoffer som er brukt. Videre, forklar hvorfor borevæsken er inhibitiv: hvilke tilsetningsstoffer som virker inhibitivt og hvordan de virker.

I beskrivelsen ovenfor, forklar med begrunnelse hvilken saltkonsentrasjon som skal brukes.

- b) Bestem en borevæsketethet for 17 ½"-seksjonen. Hvor mye vektmateriale skal settes til 1m³ borevæske for å oppnå riktig slamtetthet? Anta at borevæsken før tilsetning av vektmateriale har en tetthet på 1.1s.g. Hva blir det nye volumet? (Barytt har tetthet 4.20 s.g. og ilmenitt har tettheten 4.80 s.g.)

Borevæskerapporten ifra brønnen under boring av 17 ½"-seksjonen viser følgende data:

10s gel	2
10min gel	8
600	36
300	28
200	24
100	16
6	4
3	2

Her er gelen gitt i Pa, mens viskosimeteravlesningene er gitt i lbf/100ft². For å lage en overgang fra lbf/100ft² til Pa, multipliser med 0,511. Skjærraten ved 300 rpm-avlesningen er 511 1/s. Borestrengen antas å ha en diameter på 5". Borekaks antas å ha en tetthet på 2.60 s.g. Det antas for letthets skyld at det produseres sfærisk borekaks med en diameter lik 1cm. Pumperaten er 4500 liter/minutt.

- c) Bottums-up-tiden er tiden det tar for borevæske å nå opp fra borekronen til riggen. Hvor lang tid tar det å pumpe en bottoms-up fra bunnen av 17 ½"-seksjonen

Lag-tid defineres som tiden det tar for en kakspartikkel å nå opp fra borekronen til riggen. Borekakset vil synke nedover i brønnen mens borevæska beveger seg oppover. Ergo må borevæska bevege seg raskere enn synkehastigheten.

- d) Hvilken lag-tid har vi på bunnen av 17 ½"-seksjonen?

I reservoarseksjonen er det fare for formasjonsskade. Dermed er det besluttet å bruke partikkelfrie borevæsker.

- e) Beskriv partikkelfrie borevæsker (drill-in-væsker) og hvordan de brukes?

OPPGAVE 3:

BORING MED OLJEBASERT BOREVÆSKE

Det skal bores enda en produksjonsbrønn i formasjonen som er vist i Vedlegg 1. Brønnen er relativt vertikal ned til og med 20". Deretter har brønnen en høy avviksvinkel. Brønnen skal bores med oljebasert borevæske fra og med 17 ½"-seksjonen.

- a) Forklar begrunnelsen som foreligger for å bruke oljebasert borevæske og beskriv sammensetningen til en oljebasert borevæske, og hvorfor de ulike tilsetningsstoffene brukes. Hvilke av disse komponentene kan brukes i en vannbasert borevæske?
- b) Regelverket setter begrensning til hvordan man håndterer borekaks når man borer med oljebasert borevæske. Forklar hvordan man håndterer borekaks i henhold til myndighetenes krav. Videre, vurder hvorvidt dette kan ha noen konsekvens for selve boreoperasjonen.
- c) Borekaks må skilles fra borevæska før denne resirkuleres i boreprosessen. Beskriv denne prosessen. Beskriv hvilke yrkes-hygieniske konsekvenser denne prosessen medfører.

Stabilitet av borevæske er viktig av brønnkontrollhensyn. Det vil si at den kan ikke miste sine egenskaper slik som emulsjonsstabilitet og tetthet. Borevæsken må være stabil både under sirkulasjon og under stillstand. Største partikkelstørrelse antas å være 75 mikrometer for barytt og 50 mikrometer for ilmenitt.

- d) Forklar hvordan vi måler emulsjonsstabilitet. Videre, forklar hvorfor det er vanskeligere å holde vektmaterial suspendert i oljebasert borevæske enn i vannbasert.

Brønnlengden antas å være 6000m MD ved 12¼" endelig dyp (TD) (9 5/8"sko). Borevæskerapporten ifra brønnen under boring av 12 ¼"-seksjonen viser følgende data:

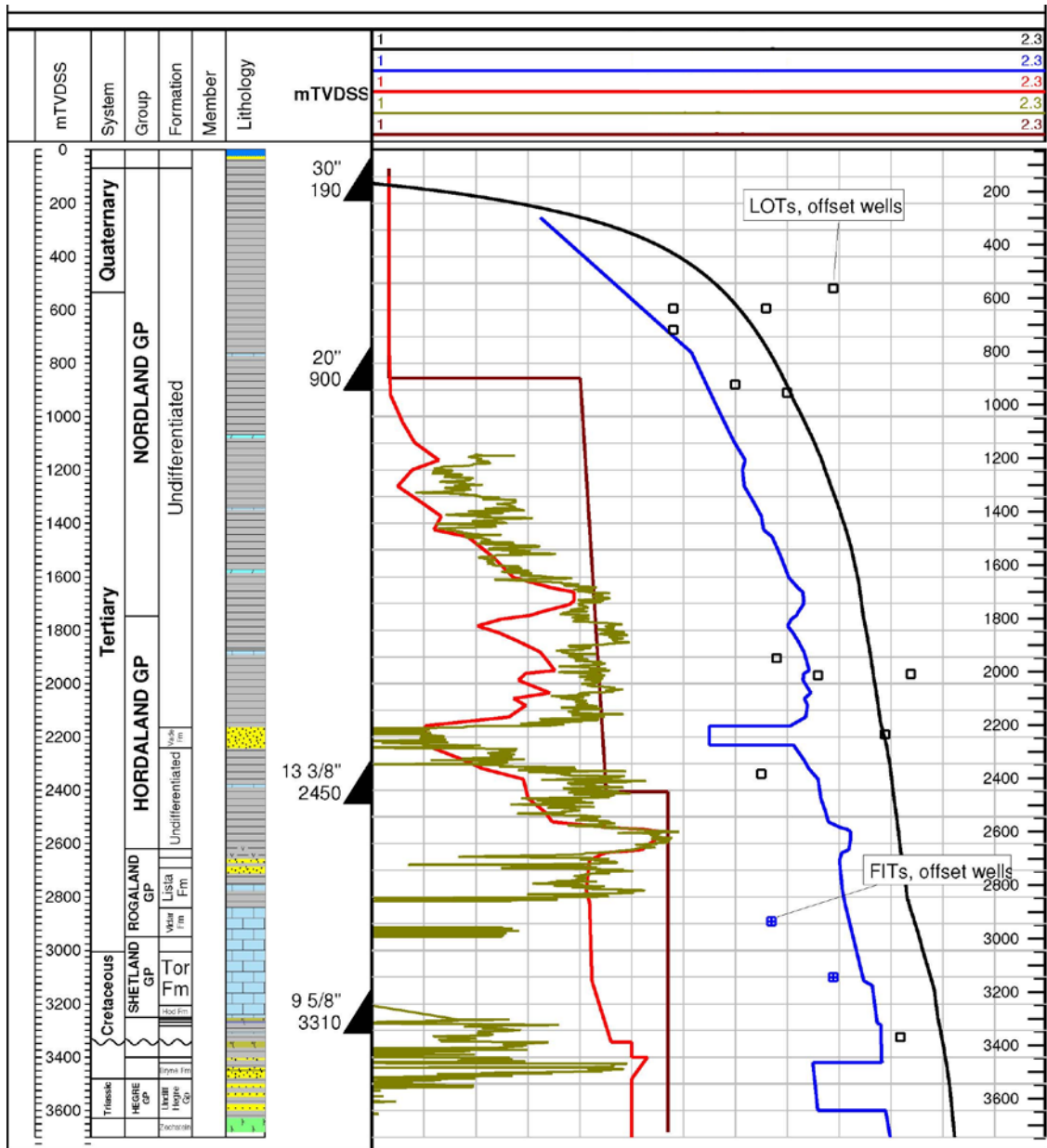
10s gel	5
10min gel	6
600	60
300	38
200	29
100	21
6	10
3	9

Her er gelen gitt i Pa, mens viskosimeteravlesningene er gitt i lbf/100ft². For å lage en overgang fra lbf/100ft² til Pa, multipliser med 0,511. Skjærraten ved 300 rpm-avlesningen er 511 1/s. Pumperaten er 3500 liter/minutt.

- e) Beregn strømningens bidrag til ECD ved seksjonens TD (planlagte målpunkt = Target Depth)

Beskriv videre uten å regne på det hvorvidt boreraten vil ha noen innvirkning på ECD.

VEDLEGG 1



VEDLEGG 2

Beregning av tilsynelatende viskositet i brønnstrømning

Sammenhengen mellom skjærspenning og skjærrate er for potenslovviskositet:

$$\tau = K \cdot \dot{\gamma}^n$$

Her kan n finnes ifra:

$$n = \frac{\ln \frac{\theta_1}{\theta_2}}{\ln \frac{RPM_1}{RPM_2}}$$

Potenslovviskositeten K finnes ifra:

$$K = \frac{\tau_1}{\dot{\gamma}_1^n}$$

Her må input være i SI-enheter. Dersom målinger skjer i henhold til API-standard 13 eller 10, finnes SI verdiene ved $\tau = 0.511 \cdot \theta$, hvor θ er viskosimeteravlesningen. Videre finnes skjærraten ved at $\dot{\gamma} = RPM \cdot 511/300$.

Nå kan tilsynelatende viskositet beregnes ut ifra ytre og indre diameter i annulus, samt gjennomsnittshastigheten for væska:

$$\mu_a = K \left(\frac{D_y - D_i}{12\bar{U}} \frac{3n}{2n+1} \right)^{1-n}$$

Her er viskositetsverdien gitt i Pa's. Uttrykket i parentes er lik veggskjærraten i annulus for laminær strømning.

Trykkfall i annulus

Definerer Reynoldstallet:

$$Re = \frac{\rho_f \bar{U} (D_y - D_i)}{\mu_a}$$

Omslag til turbulens skjer ved: $Re > 3470 - 1370n$.

Trykkfall for laminær strømning er gitt ved:

$$\Delta P = \frac{48\mu_a \bar{U}}{(D_y - D_i)^2} \frac{2n+1}{3n} \Delta L$$

For turbulent strømning beregnes trykkfallet:

$$\Delta P = \frac{2c\rho^{1-b} \mu_a^b \bar{U}^{2-b}}{[0.8165(D_y - D_i)]^{1+b}} \left(\frac{2n+1}{3n} \right)^b \Delta L$$

hvor

$$c = \frac{\log_{10} n + 2.5}{50} \quad \text{og} \quad b = \frac{1.4 - \log_{10} n}{7}$$

Partikkeltransport i vertikale annuli

Alle størrelser må være gitt i SI-enheter.

Definerer Reynoldstallet:

$$\text{Re} = \frac{\rho_f v_p D_p}{\mu_a}$$

For $\text{Re} < 2$ så er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = \frac{1}{18} \frac{D_p^2}{\mu_a} (\rho_p - \rho_f) g$$

I området $2 < \text{Re} < 300$ er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = 0.758 \cdot D_p \frac{(\rho_p - \rho_f)^{2/3}}{(\rho_f \mu_a)^{1/3}}$$

I området $300 < \text{Re}$ er partikkelens fallhastighet gitt ved:

$$v_p = 3.17 \sqrt{D_p \frac{\rho_p - \rho_f}{\rho_f}}$$

Tilsetning av faststoff

Basislikninger for beregning av tilsetning av faststoff:

Volum:

$$V_{\text{total}} = V_{\text{væske}} + V_{\text{faststoff}}$$

Masse:

$$M_{\text{total}} = M_{\text{væske}} + M_{\text{faststoff}}$$

Sammenheng mellom masse og volum:

$$M = \rho \cdot V$$

hvor ρ er tetthet.

Volum og areal av kule

$$V = \frac{\pi}{6} D^3 \quad A = \pi D^2$$