

## Hjemmeeksamen ING 150 HØST 2020

Eksamen består av tre deler. Del A, Del B og Del C. For hver del skal det være en separat filopplastning (pdf dokument). Se nærmere detaljer for hver del.

Varighet: 09.11.20 kl 09:00 – 15.11.20 23:59

## Hjemmeeksamen DEL A – ING 150 Ingeniørfaglig innføringsemne 2020.

**Viktig info: Svarene skal skrives i et word dokument der nr på oppgaven går klart frem. Dette dokumentet skal konverteres til pdf før det leveres inn på INSPERA.**

**DEL A består av 12 oppgaver fordelt på tre sider.**

**HUSK Å SKRIVE KANDIDATNR PÅ TOPPEN AV BESVARELSEN**

1] Hvordan dannes olje og gass reservoarer?

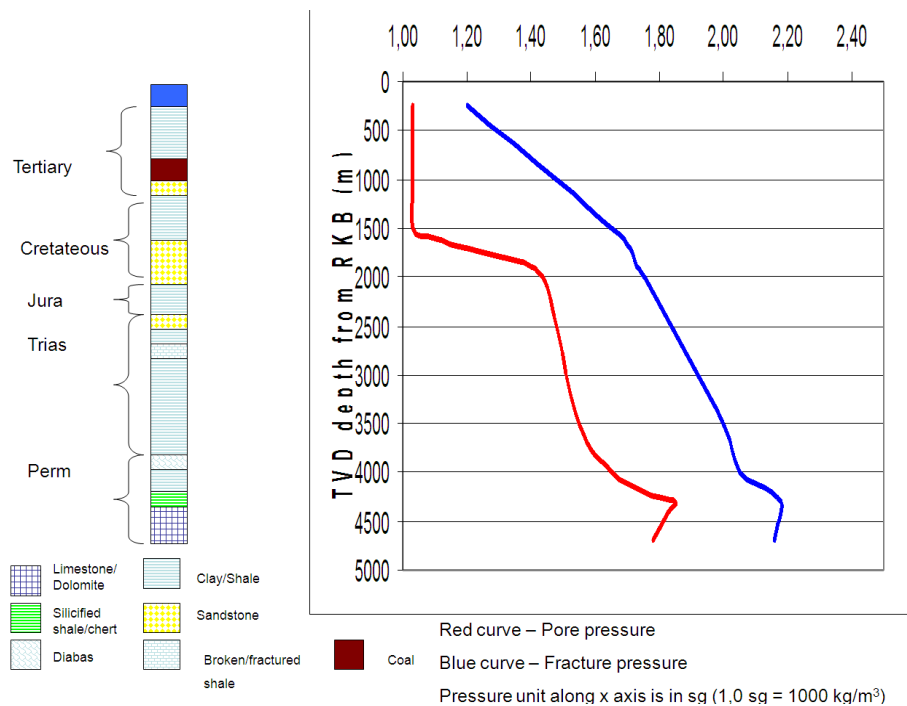
2] Det er funnet ett middels stort oljefelt på 400 meters havdyp. Feltet ligger flere hundre kilometer fra land og det er ingen andre utbygninger i nærheten. Forklar hvilken utbyggingsløsning du vil velge.

3] Forklar hvordan halvt nedsenkbare boreplattformer med to boretårn kan spare tid !

4] Nederst på borestrengen har vi det vi kaller Bottomhole assembly som består av diverse komponenter. Gi tre eksempler på utstyrskomponenter man finner der og hva rolle de har.

5] Vi skal bore en 12 ¼ toms hullseksjon. Hele denne seksjonen ligger i en skifer zone. Hvilken type borekrone vil du anbefale her (forklar hvorfor)

6] Følgende figur viser pore og fraktureringstrykk for et boreprospekt. Til venstre har vi den stratigrafiske kolonnen



Vanndybden er 225 meter (250 meter fra riggdekket)

Gi et forslag for hvordan man kan fylle ut tabellen nedenfor. Dimensjon på foringsrør, settedyp og planlagte slamtettheter mangler. Toppen av reservoiret er i kalksteinen på 4400 meters dyp. Vi har og fått oppgitt av geologene at rundt 2700 meter er der noen svake formasjonslag (frakturert skifer) som lett kan kollapse inn i brønnen.

Hole section	Casing size Foringsrør dimensjon	Setting depth from RKB (m)/ Settedyp fra riggdekk	Mudweight (sg) Slamtetthet
36"	?	?	?
26"	?	?	?
17 ½"	?	?	?
12 ¼"	?	?	?

7] Roterende styrbare boresystemer (rotary steerable systems) blir brukt svært mye i Nordsjøen ved retningsboring. Forklar hvordan disse virker.

8] Vi har boret med for lav slamtetthet og fått inn et brønnsparck/kick i brønnen. Forklar hva som må gjøres nå.

9] Hva er de to metodene (teknologiene ) vi kan bruke for å utføre intervensjon i levende brønner ? Hvilken teknologi vil du velge hvis det er behov for å syrestimulere en formasjon (forklar hvorfor)

10] Sett opp det du mener kan være fordeler og ulemper med integrerte operasjoner!

11] Det er mye fokus på det vi kaller energy transition (energy transition). Forklar hva dette er og hva som vil være hovedutfordringene med dette

12] Hva kan vi bruke for å lagre overskuddsenergi som blir generert av fornybare energikilder?

# Hjemmeeksamen DEL B – ING 150 Ingeniørfaglig innføringsemne 2020.

**Viktig info: Husk å scanne oppgavebesvarelsen og få det konvertert til et pdf dokument før innlevering på Inspira. Et tips kan være å bruke Office Lens.**

**DEL B består av 6 oppgaver fordelt på 3 sider.**

**HUSK Å SKRIVE KANDIDATNR PÅ TOPPEN AV BESVARELSEN**

1]

En brønn har en vertikal dybde på 3000 meter. Den er fylt med statisk boreslam som har en tetthet på  $1650 \text{ kg/m}^3$ .

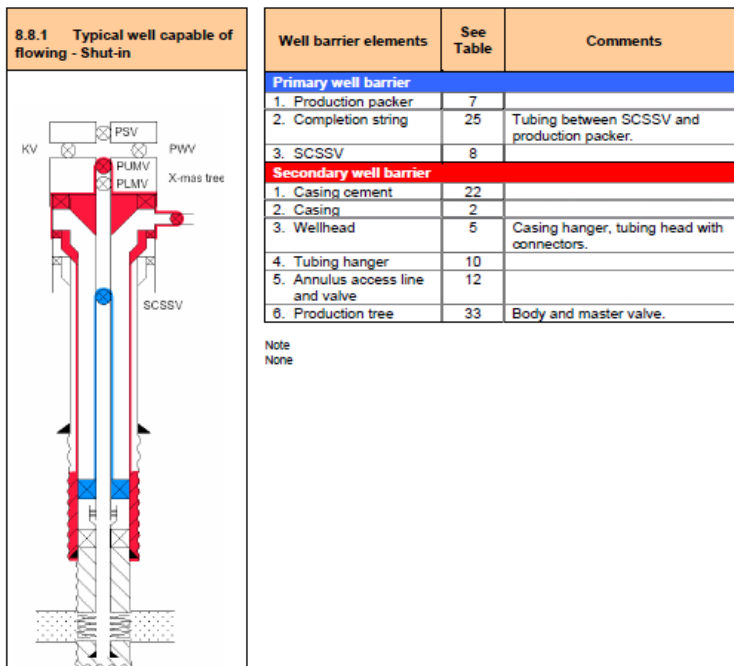
Hva blir bunnhullstrykket i Pascal, Bar og psi?

2]

Figuren nedenfor viser en produksjonsbrønn. Vi skal intervensere med flettet wireline på toppen av juletreet (XMT) når brønnen er fylt med hydrokarboner. Wireline diameteren er 5/16 delstomme.

Sikkerhetsventilen (den blå rundingen) er åpen og hele produksjonsrøret er fylt med et gasskondensat med midlere tetthet  $0.3 \text{ sg}$ . Den vertikale avstanden fra reservoaret til XMT er 2500 meter. Poretrykket i reservoaret er 305 bar. Produksjonsbrønnen er stengt inn.

8.8 Well barrier schematic illustrations

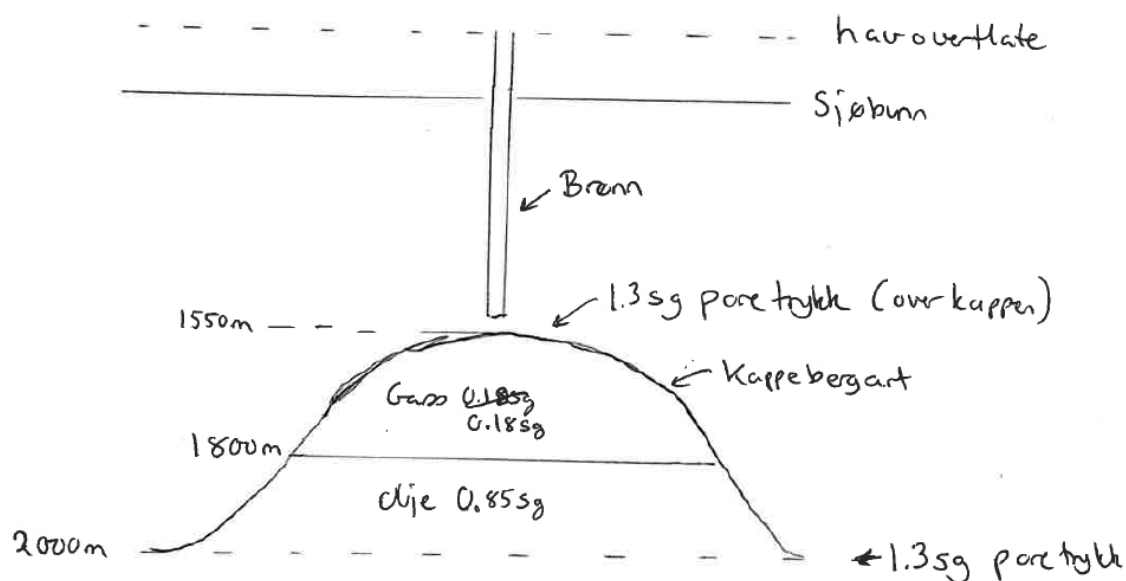


a)) Hva blir trykket i bar rett under juletreet (XMT) ?

b)) Hvor tung bør verktøystrengen (i kg) være for å overvinne trykkreftene ?

3]

Figuren viser et reservoar med en tett kappebergart på 1550 meter. Denne holder hydrokarbonene på plass. Mellom 1550 meter og 1800 meter er reservoaret fylt med gass med tetthet 0.18 sg. Mellom 1800 meter og 2000 meter er reservoaret fylt med olje med tetthet 0.85 sg. Poretrykket ved 2000 meter er 1.3 sg. Vi har og det samme poretrykket over kappebergarten.



a)) Beregn hva trykket er i bar rett under kappebergarten og rett over kappebergarten

b)) Det skal bores en brønn gjennom reservoaret. Hvor høy slamtetthet trenger man hvis man skal ha en overbalanse på 10 bar når man borer seg inn i reservoaret.

4]

Vi har en landbrønn der den geotermiske gradienten er 0.03 C/m. Temperaturen på overflaten er 68 Fahrenheit.

Brønnen er 4000 meter dyp.

a)) Regn ut formasjonstemperaturen på 4000 meters dybde. Svaret skal være i Celsius.

Poretrykket på 4000 meter er 1.7 sg. Vi er uheldige og tar inn ett kick/brønnspar. Volumet til gassboblen er 3 m<sup>3</sup> når vi tar inn kicket. Vi lar kicket migrere helt til overflaten uten å stenge inn brønnen.

b)) Hva vil gassvolumet bli ved overflaten?

5]

Vi har en borestreng med følgende spesifikaasjon 5" 19.5 lb/ft Class New. Steelgrade S-135.

Stålkvalitet S 135 betyr at den tåler minimum 135 000 psi (spenning) før den når flytgrensen.

Borestrengen veier 31.06 kg/m i luft. Tverrsnittsarealet på rørgodset er 3401 mm<sup>2</sup>

(kvadratmillimeter)

Vi har 3500 meter med borestreng nedsenket i boreslam med tetthet 1.8 sg. I tillegg har vi 100 meter med drillcollar på bunn. Disse veier 218.77 kg/m. Ståltetthet kan antas til 7.85 sg.

a)) Hva blir strekket øverst i borestrengen når strengen henger fritt i brønnen? Gi svaret med enheten 10<sup>3</sup> daN !

b)) Hva tåler borestrengen i strekk før den når flytgrensen. Finn svaret i enheten 10<sup>3</sup> daN!

c)) Anta at vi kjører oss fast med borestrengen. Hva er maksimum ekstrakraft man kan prøve å dra med for å få løs borestrengen (MOP – Maximum Overpull)

6]

Tettheten til et oljebasert boreslam skal være 1700 kg/m<sup>3</sup> ved overflaten. Du får kun oppgitt at olje vann forholdet skal være 4 og må beregne deg fram til hvor stor andel barytt som må tilsettes. Barytt har tetthet 4200 kg/m<sup>3</sup>. Baseoljen har tetthet 830 kg/m<sup>3</sup>. Vann har tetthet 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Vi har følgende 3 ligninger for å løse problemet. Merk at x står for volumfraksjon (0-1) og vm er forkortelse for vekt materiale.

$$\frac{x_o}{x_w} = 4$$

$$x_o + x_w + x_{vm} = 1$$

$$x_o\rho_o + x_w\rho_w + x_{vm}\rho_{vm} = 1700$$

Finn ut hva fraksjonene blir av hver komponent.

# Hjemmeeksamen DEL C – ING 150 Ingeniørfaglig innføringsemne 2020.

**Viktig info:** Denne delen går på Matlab. Koder som lages for å løse de forskjellige oppgavene skal kopieres over i et Word-dokument. Man vil og bli bedt om å skrive inn svar og kopiere skjermbilder, figurer inn i Word-dokumentet. Her må man sjekke hva hver oppgave spesifikt spør etter. Vær tydelig på å markere hva oppgave det gjelder.

Dette Word-dokumentet skal konverteres til pdf før det leveres inn på INSPERA.

DEL C består av 5 Matlab oppgaver fordelt på to sider.

**HUSK Å SKRIVE KANDIDATNR PÅ TOPPEN AV BESVARELSEN**

## Oppgave 1

Vi har fått oppgitt følgende tabell over boreslamstetthet for forskjellige trykk og temperaturer. Merk at her måler man tettheten på hele boreslammet ferdig mikset.

	Tetthet i sg for ett mikset boreslam					
	Temperatur (Celsius)					
	4	20	50	100	150	200
1	1,898	1,880	1,850	1,794	1,732	1,668
200	1,911	1,898	1,870	1,820	1,765	1,706
Trykk (Bar)	400	1,925	1,914	1,888	1,842	1,793
600	1,940	1,928	1,905	1,862	1,817	1,770
800	1,952	1,942	1,919	1,881	1,839	1,795

Du skal lage en modell for boreslamstettheten som funksjon av trykk (Bar) og temperatur (Celsius).

Du skal lime inn ett skjermbilde av resultatet i CurveFitting Appen inn i Word-dokumentet. Skriv og inn formelen du fikk samt hva R square verdien ble.

Hvis du ikke får til oppgave 1, så kan du anta følgende formel for de resterende oppgavene:

$$\rho(P, T) = 1.89 + 0.0001054 \cdot P - 0.0009656 \cdot T$$

## Oppgave 2

Lag en funksjon i Matlab som beregner boreslamtettheten basert på regresjonsmodellen som ble funnet i Oppgave 1. Input argumenter til funksjonen skal være trykk i Pascal og temperatur i Celsius.

Tettheten som returneres fra funksjonen skal være i  $\text{kg/m}^3$ .

Kopier koden inn i Word-dokumentet.



### Oppgave 3

Bruk funksjonen som ble laget i Oppgave 2 til å lage et plott med tetthet langs y-aksen og temperatur langs x-aksen. Enheten for tetthet skal være sg (specific gravity) og enheten for temperatur skal være Celsius i plottet. Vi skal beregne tetthetene for temperaturer i området 0-200 Celsius i hopp på 10 Celsius. Trykket skal være fiksert til 200 bar.

Plottet skal ha tittel og tekst på aksene. I tillegg skal det være med gridlinjer (rutenett).

Kopier inn plottet i Word-dokumentet!

Kopier inn koden i Word-dokumentet!

### Oppgave 4

I denne oppgaven skal vi lage et plott med to kurver (i samme plott) som viser tetthet langs y-aksen og trykk langs x-aksen. For den ene kurven skal temperaturen være fiksert til 50 C mens for den andre kurven skal temperaturen være fiksert til 150 C.

Enheten for tetthet skal være sg (specific gravity) og enheten for trykk skal være bar i plottet. Vi skal beregne tetthetene for trykk i området 0 til 1000 bar i hopp på 50 bar.

Plottet skal ha tittel og tekst på aksene. I tillegg skal det være med gridlinjer (rutenett). Det skal og være informasjon om hva temperatur hver kurve har.

Kopier inn plottet i Word-dokumentet!

Kopier inn koden i Word-dokumentet!

### Oppgave 5

Vi skal nå lage en diskret modell for å beregne trykk i en brønn. Vi skal bruke funksjonen som vi laget i oppgave 2 i det scriptet vi skal lage til.

Her skal vi anta en 5000 meter dyp brønn. Det er 1000 meter fra riggen til havbunnen. Omgivelsestemperaturen på riggen og i havet skal vi anta er 4 Celsius. Det vil si at temperaturen på boreslammet i riser er 4 C. Fra 1000 meter så stiger temperaturen i boreslammet med 0.05 Celsius per meter.

Bokslengden i diskretiseringen skal velges til 100 meter.

Programmet skal plote tettheten av boreslammet versus dybde. Dybden skal være langs y-aksen og skal starte fra 0 på toppen. Ha med tekst og enheter på aksene.

I tillegg skal gjennomsnittstettheten i brønnen (ESD -Equivalent static mud density) beregnes og vises på skjermen med enheten sg (specific gravity)

Kopier inn plottet av boreslamstetthet vs. dybde i Word-dokumentet!

Skriv inn verdien på beregnet ESD i Word-dokumentet!

Kopier inn koden i Word-dokumentet!