

Nazwa kwalifikacji: **Organizacja i prowadzenie prac wiertniczych**
Oznaczenie kwalifikacji: **M.34**
Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

M.34-01-19.06

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE
Rok 2019
CZEŚĆ PRAKTYCZNA

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na **KARCIE OCENY** w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 13 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz **KARTEŃ OCENY** na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

Otwór wiertniczy został odwiercony do głębokości 2500 metrów i zarurowany kolumną techniczną rur okładzinowych o średnicy 7" (grubość ścianki 10,43 mm). Dalsze wiercenie pod kolumnę eksploatacyjną będzie się odbywało świdrem PDC o średnicy 5 $\frac{5}{8}$ " i przewodem wiertniczym 3 $\frac{1}{2}$ " (średnica zewnętrzna zwornika 4 $\frac{5}{8}$ "). Po osiągnięciu planowanej głębokości 3300 metrów do otworu będzie zapuszczona kolumna tracona rur okładzinowych o średnicy 5" (grubość ścianki 7,52 mm). Zakładka pomiędzy kolumną techniczną rur okładzinowych a kolumną traconą będzie wynosiła 300 metrów.

Oblicz gęstość płuczki wiertniczej, która będzie używana do wiercenia pod kolumnę traconą. Zgodnie z projektem maksymalny gradient ciśnienia złożowego w interwale od 2500 metrów do 3300 metrów wynosi 0,135 MPa/10 m, a ciśnienie hydrostatyczne ma być wyższe od ciśnienia złożowego o 11%.

Zaprojektuj zestaw przewodu wiertniczego, którym będzie wiercony otwór pod kolumnę traconą, zakładając że współczynnik wykorzystania obciążników ma wynieść 2/3, a na narzędzie wierzące będzie wywierany nacisk do 6 T. Gęstość stali, z której będzie wykonany przewód wiertniczy, wynosi 7,85 g/cm³. W przewodzie wiertniczym będzie wkręcony stabilizator nadświdrowy. Sporządź metrykę zaprojektowanego zestawu przewodu wiertniczego.

Określ wydatek tłoczenia pompy płuczkowej, który zapewni minimalną prędkość przepływu płuczki w przestrzeni pierścieniowej pomiędzy rurami płuczkowymi a ścianką wewnętrzną kolumny technicznej, przy której płuczka będzie płynęła ruchem burzliwym (turbulentnym). Podaj parametry pracy pompy płuczkowej F-1300, przy których wydatek tłoczenia pompy płuczkowej będzie najbardziej zbliżony do obliczonego wydatku tłoczenia i zapewni uzyskanie obliczonej prędkości płuczki lub prędkości nie niższej od obliczonej.

Oblicz ilość zaczynu cementowego, jaką należy przygotować do zacementowania kolumny traconej. Zawór zwrotny zostanie zamontowany w kolumnie traconej na wysokości 20 metrów. Współczynnik rozmycia ściany otworu $\alpha = 8\%$.

Pojemności przestrzeni pierścieniowych oraz pojemności wewnętrzne wybranych rur okładzinowych i otworów wiertniczych

	RURY OKŁADZINOWE (w otworze wiertniczym)							ŚREDNICE OTWORÓW	
	cal	5		7		9⁵/₈		5⁷/₈	8¹/₂
	mm	127,0		177,8		244,47		149,0	216,0
Grubość ścianki	mm	6,43	7,52	9,19	10,43	10,03	11,05		
Średnica wewnętrzna	mm	114,14	111,96	159,42	156,94	224,41	222,37		
Pojemność wewnętrzna	l/m	10,23	9,84	19,96	19,33	39,55	38,84	17,5	36,6
	cal	Pojemności przestrzeni pierścieniowych [l/m]							
Rury okładzinowe (zapuszczane do otworu wiertniczego)	4 ¹ / ₂			9,65	9,08	29,25	28,55	7,19	26,30
	5			7,26	6,69	26,86	26,16	4,80	23,90
	6 ⁵ / ₈					17,21	16,51		14,30
	7					14,67	13,97		11,70

Dane techniczne wybranych rur płuczkowych i obciążników

RURY PŁUCZKOWE					
Średnica nominalna	cale	3¹/₂		4¹/₂	
	mm	88,90		114,30	
Masa jednostkowa	kg/m	19,80		24,70	
Średnica wewnętrzna rury	mm	70,20		97,58	
Typ połączenia		3 ¹ / ₂ " JP		3 ¹ / ₂ " SP	
Średnica zewnętrzna zwornika	cale	4 ³ / ₄	4 ⁵ / ₈	6 ¹ / ₄	6 ¹ / ₄
	mm	120,60	117,50	158,80	158,80
Średnica wewnętrzna zwornika	cale	2 ¹¹ / ₁₆	2 ⁷ / ₁₆	3 ¹ / ₄	3
	mm	68,30	61,90	82,60	76,20
Masa jednostkowa ze zwornikiem	kg/m	20,76	20,84	27,33	27,70
Pojemność wewnętrzna	l/m	3,87		7,30	
Wyporność stali	l/m	2,63		3,48	
Wyporność całkowita	l/m	6,50		10,78	

OBCIĄŻNIKI				
Średnica zewnętrzna	cale	3¹/₂	4³/₄	6
	mm	88,90	120,60	152,00
Średnica wewnętrzna	mm	38,10	57,10	57,10
Typ połączenia		2 ³ / ₈ " JP	3 ¹ / ₂ " JP	4 ¹ / ₂ " SP
Masa jednostkowa	kg/m	39,90	69,70	122,90
Pojemność wewnętrzna	l/m	1,14	2,56	2,56
Wyporność stali	l/m	5,07	8,87	15,68
Wyporność całkowita	l/m	6,21	11,43	18,24

Świdry wiertnicze

Średnica świdra		Typ połączenia gwintowego
cale	mm	
5/8	149	cz. 3 1/2" WP
8 1/2	216	cz. 4 1/2" WP
12 1/4	311	cz. 6 5/8" WP
17 1/2	445	cz. 7 5/8" WP
24	610	cz. 7 5/8" WP

Charakterystyka pompy płuczkowej F-1300

Suwy/min.	ŚREDNICA TULEI [cale] / CIŚNIENIE [MPa/PSI]						
	7	6 3/4	6 1/2	6	5 3/4	5 1/2	5
	19,3	20,7	22,3	26,1	28,5	31,1	35
	2785	2995	3230	3795	4130	4515	5000
Wydatek tłoczenia [l/s]							
120	45,40	42,22	39,15	33,36	30,64	28,03	23,00
110	41,62	38,70	35,89	30,58	28,08	25,70	21,24
100	37,84	35,18	32,63	27,80	25,53	23,36	19,31
90	34,05	31,66	29,36	25,02	22,98	21,02	17,37
80	30,28	28,16	26,12	22,24	20,42	18,69	15,44
70	26,49	24,64	22,86	19,46	17,87	16,35	13,51
60	22,71	21,12	19,59	16,68	15,32	14,02	11,58
50	18,92	17,60	16,33	13,90	12,76	11,68	9,65

Gęstość płuczki wiertniczej

$$\rho = \frac{P_H}{H \cdot g \cdot 10^{-6}}, \text{ kg/m}^3$$

gdzie:

 P_H – ciśnienie hydrostatyczne słupa płuczki wiertniczej, MPa H – głębokość, m g – przyspieszenie ziemskie, m/s²

Dobór średnicy obciążników

$$D_o = (0,75 \div 0,85) D_\delta$$

gdzie:

 D_o – średnica zewnętrzna obciążników, mm D_δ – średnica świdra, mm

Dobór średnicy stabilizatorów

1. Dla otworów wiertniczych o średnicy do 12¼"

Średnica nominalna otworu wiertniczego (średnica narzędzia wierzącego) pomniejszona o 1/32"

2. Dla otworów wiertniczych o średnicy od 13¼" do 26"

Średnica nominalna otworu wiertniczego (średnica narzędzia wierzącego) pomniejszona o 1/16"

Współczynnik wyporności płuczki wiertniczej

$$K_W = 1 - \frac{\rho_{pt}}{\rho_{st}}$$

gdzie:

ρ_{pt} – gęstość płuczki wiertniczej, kg/m³

ρ_{st} – gęstość stali, kg/m³

Długości elementów przewodu wiertniczego

- | | |
|-----------------------------|----------|
| 1. Świder | – 0,25 m |
| 2. Stabilizator nadświdrowy | – 1,5 m |
| 3. Obciążnik | – 10 m |
| 4. Łącznik 4¾" | – 0,30 m |
| 5. Rura płuczkowa | – 10 m |

Dodatkowe dane

- liczba Reynoldsa

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot (D_w - D_z)}{\mu}$$

gdzie:

ρ – gęstość płuczki wiertniczej, kg/m³

v – prędkość płuczki wiertniczej w przestrzeni pierścieniowej, m/s

D_w – średnica wewnętrzna kolumny technicznej rur okładzinowych, m

D_z – średnica zewnętrzna rur płuczkowych, m

μ – współczynnik lepkości dynamicznej płuczki wiertniczej, 0,019 $\frac{kg}{m \cdot s}$

Ważna informacja

przyjmuje się, że

$R_e \leq 2100$ – przepływ spokojny (laminarny),

$2100 < R_e < 3000$ – przepływ przejściowy,

$R_e \geq 3000$ – przepływ burzliwy (turbulentny).

- wydatek tłoczenia pomp płuczkowych

$$Q = v \cdot S, m^3/s$$

gdzie:

v – prędkość płuczki wiertniczej w przestrzeni pierścieniowej, m/s

S – pole powierzchni pierścieniowej pomiędzy rurami płuczkowymi a rurami okładzinowymi kolumny technicznej, m²

W obliczeniach należy przyjąć wartość $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 120 minut.

Ocenie podlegać będzie 5 rezultatów:

- gęstość płuczki wiertniczej potrzebnej podczas wiercenia otworu w interwale od 2500 do 3300 m wraz z obliczeniami - tabela 1,
- projekt przewodu wiertniczego wraz z obliczeniami - tabela 2,
- metryka przewodu wiertniczego - tabela 3,
- minimalny wydatek tłoczenia pompy płuczkowej oraz parametry pracy pompy F-1300 podczas wiercenia otworu do głębokości 3300 metrów wraz z obliczeniami - tabela 4,
- ilość zaczynu cementowego, jaką należy przygotować do zacementowania kolumny traconej rur okładzinowych wraz z obliczeniami - tabela 5.

Tabela 1. Gęstość płuczki wiertniczej potrzebnej podczas wiercenia otworu w interwale od 2500 do 3300 m wraz z obliczeniami

Gęstość płuczki	Wynik	Jednostka miary
<i>Miejsce na obliczenia:</i>		

Tabela 2. Projekt przewodu wiertniczego wraz z obliczeniami

Średnica zewnętrzna obciążników [cal]	
Średnica stabilizatora [cal]	
Obliczona długość kolumny obciążników [m]	
Ilość sztuk obciążników	
<i>Miejsce na obliczenia:</i>	

Tabela 3. Metryka przewodu wiertniczego

Nazwa elementu przewodu wiertniczego/średnica/ ilość sztuk	Rozmiar i typ połączenia gwintowego	Długość elementu [m]	Długość narastająco [m]
Z graniatki			
Razem			3300

Tabela 4. Minimalny wydatek tłoczenia pompy płuczkowej oraz parametry pracy pompy F-1300 podczas wiercenia otworu do głębokości 3300 metrów wraz z obliczeniami

	Wynik	Jednostka miary
Minimalna prędkość przepływu płuczki dla $R_e = 3000$		
Obliczony wydatek tłoczenia pompy płuczkowej dla obliczonej prędkości przepływu płuczki		
Dobraný z charakterystyki pompy F-1300 wydatek tłoczenia		
Ilość suwów pompy płuczkowej dla dobranego wydatku tłoczenia		
Średnica tulei pompy płuczkowej		

Miejsce na obliczenia:

Tabela 5. Ilość zaczynu cementowego, jaką należy przygotować do zacementowania kolumny traconej rur okładzinowych wraz z obliczeniami

Ilość zaczynu cementowego w poszczególnych przestrzeniach	Wynik	Jednostka miary
Ilość zaczynu cementowego potrzebna do wykonania korka cementowego		
Ilość zaczynu cementowego potrzebna do zacementowania przestrzeni pierścieniowej pomiędzy dnem otworu wiertniczego a spągiem kolumny technicznej		
Ilość zaczynu cementowego potrzebna do zacementowania przestrzeni pierścieniowej w zakładce między kolumnami rur okładzinowych		
Całkowita ilość zaczynu cementowego potrzebna do zacementowania kolumny traconej rur okładzinowych.		

Miejsce na obliczenia:

