

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

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

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

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

MG.34-01-19.06

# **EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**

## **Rok 2019**

### **CZEŚĆ PRAKTYCZNA**

**PODSTAWA PROGRAMOWA  
2017**

#### **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 KARTĘ 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/cm<sup>3</sup>. 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**

	<b>RURY OKŁADZINOWE (w otworze wiertniczym)</b>							<b>ŚREDNICE OTWORÓW</b>	
	cal	<b>5</b>		<b>7</b>		<b>9<sup>5</sup>/<sub>8</sub></b>		<b>5<sup>7</sup>/<sub>8</sub></b>	<b>8<sup>1</sup>/<sub>2</sub></b>
	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	<b>Pojemności przestrzeni pierścieniowych [l/m]</b>							
Rury okładzinowe (zapuszczane do otworu wiertniczego)	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>			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 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>					17,21	16,51		14,30
	7					14,67	13,97		11,70

**Dane techniczne wybranych rur płuczkowych i obciążników**

<b>RURY PŁUCZKOWE</b>					
Średnica nominalna	cale	<b>3<sup>1</sup>/<sub>2</sub></b>		<b>4<sup>1</sup>/<sub>2</sub></b>	
	mm	88,90		114,30	
Masa jednostkowa	kg/m	19,80		24,70	
Średnica wewnętrzna rury	mm	70,20		97,58	
Typ połączenia		3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " JP		3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " SP	
Średnica zewnętrzna zwornika	cale	4 <sup>3</sup> / <sub>4</sub>	4 <sup>5</sup> / <sub>8</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>
	mm	120,60	117,50	158,80	158,80
Średnica wewnętrzna zwornika	cale	2 <sup>11</sup> / <sub>16</sub>	2 <sup>7</sup> / <sub>16</sub>	3 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	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	

<b>OBCIĄŻNIKI</b>				
Średnica zewnętrzna	cale	<b>3<sup>1</sup>/<sub>2</sub></b>	<b>4<sup>3</sup>/<sub>4</sub></b>	<b>6</b>
	mm	88,90	120,60	152,00
Średnica wewnętrzna	mm	38,10	57,10	57,10
Typ połączenia		2 <sup>3</sup> / <sub>8</sub> " JP	3 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " JP	4 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " 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]							
<b>120</b>	45,40	42,22	39,15	33,36	30,64	28,03	23,00
<b>110</b>	41,62	38,70	35,89	30,58	28,08	25,70	21,24
<b>100</b>	37,84	35,18	32,63	27,80	25,53	23,36	19,31
<b>90</b>	34,05	31,66	29,36	25,02	22,98	21,02	17,37
<b>80</b>	30,28	28,16	26,12	22,24	20,42	18,69	15,44
<b>70</b>	26,49	24,64	22,86	19,46	17,87	16,35	13,51
<b>60</b>	22,71	21,12	19,59	16,68	15,32	14,02	11,58
<b>50</b>	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/s<sup>2</sup>

## Dobór średnicy obciążników

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

gdzie:

 $D_o$  – średnica zewnętrzna obciążników, mm $D_\delta$  – 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:

$\rho_{pt}$  – gęstość płuczki wiertniczej, kg/m<sup>3</sup>

$\rho_{st}$  – gęstość stali, kg/m<sup>3</sup>

### 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:

$\rho$  – gęstość płuczki wiertniczej, kg/m<sup>3</sup>

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

$D_w$  – średnica wewnętrzna kolumny technicznej rur okładzinowych, m

$D_z$  – średnica zewnętrzna rur płuczkowych, m

$\mu$  – 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,  $m^2$

**W obliczeniach należy przyjąć wartość  $g = 9,81 m/s^2$**

**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**

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



Tabela 3. Metryka przewodu wiertniczego

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

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

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

*Miejsce na obliczenia:*



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

<b>Ilość zaczynu cementowego w poszczególnych przestrzeniach</b>	<b>Wynik</b>	<b>Jednostka miary</b>
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.		
<b>Miejsce na obliczenia:</b>		

