

Zadanie 04 · Cementowanie jednostopniowe

Cementowanie jednostopniowe — 10 zadań projektowych

Kurs: *Technologia cementowania* · AGH WwNiG · sem. letni **Projekt:** *Cementowanie jednostopniowe* (zabieg cementowania kolumny rur okładzinowych metodą 1-stopniową, 17 kroków obliczeniowych)

Aplikacje: <https://rheosolution.skrzypaszek.com> (RheoSolution v6.x — fitting modeli reologicznych) + <http://91.99.237.92:8081/prezentacje/1stopniowe.html> (kalkulatory 17 kroków) **Format pracy:**

indywidualnie lub w parach. Każde zadanie ~30–45 min. **Forma oddania:** krótki raport (1 strona A4): dane wejściowe + 4 najważniejsze wyniki (V_{zacz} , M_c , $p_{głow}$, Δp_{strat} Bingham) + werdykt (OK / NIE OK + uzasadnienie).

Workflow uniwersalny (taki sam dla każdego zadania)

Krok 1: Pomiary reologiczne → RheoSolution v6.x

1. Otwórz <https://rheosolution.skrzypaszek.com>, zaloguj się (konto kursu od wykładowcy).
2. **Konfiguracja:** Fann35SA · rotor-bob R1-B1 · sprężyna F-1 (domyślne).
3. **Wprowadź pomiary z tabeli zadania** do okna RPM ↔ odczyt (12 wierszy).
4. Wciśnij **OBLICZ**. Aplikacja dopasuje 8 modeli reologicznych przez scipy LSQ.
5. W tabeli **Model Ranking** znajdź wiersz **Bingham**. Odczytaj:
 - τ_y (yield stress) w Pa
 - μ_p (plastic viscosity) w Pa·s
6. Zapisz obie wartości (potrzebne w KROKU 11 kalkulatora 1stopniowe).

Krok 2: Kalkulator zabiegu → 1stopniowe.html

1. Otwórz <http://91.99.237.92:8081/prezentacje/1stopniowe.html>.
2. **Kliknij przycisk** **DANE PRZYKŁADOWE** (lewy górny róg) — wypełnia wszystkie pola wartościami bazowymi.
3. **Zmodyfikuj pola wg zadania** (każde zadanie wskazuje **które kroki i które pola** zmienić).
4. Po każdej zmianie wartości — kalkulator **automatycznie przelicza** wszystkie zależne kroki.
5. **Sprawdź kryteria bezpieczeństwa** (czteropunktowy checklist na końcu każdego zadania).
6. **Uruchom animację:** kliknij ► **ANIMACJA** w schemacie otworu (prawy dolny róg). Animacja pokazuje 25-sekundowy zabieg z telemetrią synchroniczną z twoimi danymi.

Krok 3: Walidacja (czteropunktowy checklist)

Dla każdego zadania sprawdź:

#	Kryterium	Gdzie szukać	Werdykt
1	$p_{\text{głow}} < p_{\text{max_pompy}}$	KROK 11: $p_{\text{głow}}$ (np. 7,89 MPa) vs KROK 13: limit pompy (~12 MPa dla 3CA-400 z tłokiem 3¾")	✓ / ✗
2	$ECD < G_{\text{frac}}$ (nie ma szczelinowania)	KROK 10: ECD i p_{frac} . $ECD = \rho + \Delta p_{\text{pierśc}} / (g \cdot \text{TVD})$	✓ / ✗
3	$t_p > 1,5 \times t_c$ (margines czasu gęstnienia)	KROK 15: t_c (czas cementowania) vs KROK 16: t_p (laboratoryjny). $k = 1,5$ standard	✓ / ✗
4	$p_{\text{burst_kolumny}} > p_{\text{głow}}$ (kolumna nie pęknie)	KROK 17: tabela wytrzymałości (klasa K-55 ma $p_{\text{burst}} \approx 32,7$ MPa)	✓ / ✗

Werdykt projektu: jeśli wszystkie 4 = ✓ → **zabieg możliwy**. Jeśli $\geq 1 = \text{✗}$ → opisz co zmienić (mniejsze Q, dodaj agregat pompy, inna receptura zaczynu, większa kolumna).

Zadanie 4 · Otwór końcowy HPHT — KP-15 (sucha studnia)

Scenariusz: Kolumna 4½" w sekcji 6½" otworu na głębokości 3500 m. **HPHT** — wąski prześwit + wysoka temperatura. Uwaga: ryzyko przekroczenia p_{max} pompy.

Parametry: - TVD: **3500 m**, geometria 6½" x 4½" → $D_o = 0,1651$ m, $D_z = 0,1143$ m, $D_w = 0,0987$ m - $L_a = 3500$ m, $L_{\text{but}} = 15$ m - $T_{\text{BHCT}} = 95$ °C, $T_{\text{BHST}} = 135$ °C - Klasa G + mączka kwarcowa **35 % BWOC** (KONIECZNA dla $T > 110$ °C) - $\rho_{\text{zacz}} = 1950$ kg/m³, $w/c = 0,42$ (mniej wody — cięższy zaczyn) - Q: **0,5 m³/min** (mniejsze niż baseline bo wąska geometria)

Pomiary Fanna (zaczyn gęsty, HPHT):

RPM	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3	2	1
Odczyt (°)	195	130	100	65	45	28	22	16	12	9	7	6

Co zrobić: 1. DANE PRZYKŁADOWE 2. **KROK 1:** $D_o = 0,1651 \cdot D_z = 0,1143 \cdot D_w = 0,0987 \cdot L_a = 3500 \cdot L_{\text{but}} = 15$ 3. **KROK 2:** $\rho_c = 3150 \cdot w = 0,42$ 4. **KROK 8:** $D_o = 0,1651 \cdot D_z = 0,1143 \cdot L_{\text{buf}} = 300$ (dłuższy bufor — bo wąska kolumna potrzebuje agresywniejszego czyszczenia ścian) 5. **KROK 10:** $G_{\text{frac}} = 19$ kPa/m (formacja HPHT) · $L = 3500$ 6. **KROK 11:** $p_{\text{pierśc}} = 1750 \cdot L = 3500 \cdot$

τ_y , μ_p z RheoSolution → kliknij → Użyj w p_głow 7. **KROK 12:** $v_{\text{pierśc}} = 0,4$ m/s (zwolnij, żeby nie przekroczyć p_{frac}) 8. **KROK 15:** $Q = 0,5$

Pytania: - a) Czy $p_{\text{głow}}$ Bingham $>$ limit pompy? Co zrobić jeśli tak? - b) Czy ECD przekracza p_{frac} ? Sprawdź w KROKU 10 - c) Ile agregatów pompowych potrzeba (KROK 14)?
