

Zadanie 06 · Cementowanie jednostopniowe

Cementowanie jednostopniowe — 10 zadań projektowych

Kurs: *Technologia cementowania* · AGH WWiNiG · 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

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

Krok 2: Kalkulator zabiegu → 1stopniowe.html

- Otwórz <http://91.99.237.92:8081/prezentacje/1stopniowe.html>.
- Kliknij przycisk **DANE PRZYKŁADOWE** (lewy górny róg) — wypełnia wszystkie pola wartościami bazowymi.
- Zmodyfikuj pola wg zadania** (każde zadanie wskazuje **które kroki i które pola** zmienić).
- Po każdej zmianie wartości — kalkulator **automatycznie przelicza** wszystkie zależne kroki.
- Sprawdź kryteria bezpieczeństwa** (czteropunktowy checklist na końcu każdego zadania).
- 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} . $ECD = \rho + \Delta p_{\text{pierśc}} / (g \cdot TVD)$	✓ / ✗
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 $\geq 1 = ✗$ → opisz co zmienić (mniejsze Q, dodaj agregat pompy, inna receptura zaczynu, większa kolumna).

Zadanie 6 · HPHT extreme z MgO — KP-20 (sucha gazowa)

Scenariusz: Najbardziej wymagający projekt: otwór gazowy 4500 m, $T_{\text{BHST}} = 165$ °C. Klasa G + mączka kwarcowa 35 % + MgO 6 % (kompensacja shrinkage cementu w wysokiej T).

Parametry: - TVD: **4500 m**, geometria 8½" x 7" (jak baseline ale dużo głębiej) - $L_a = 4500$ m, $L_{\text{but}} = 25$ m - $T_{\text{BHCT}} = 110$ °C, $T_{\text{BHST}} = 165$ °C - Klasa G + mączka 35 % + MgO 6 % + retarder PSP-013 (0,5 % BWOC) - ρ_{zacz} : **1950 kg/m³**, w/c = **0,40** (mało wody — bardzo gęsty) - Q: **0,6 m³/min**

Pomiary Fanna (zaczyn bardzo gęsty HPHT):

RPM	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3	2	1
Odczyt (°)	220	150	115	75	52	33	26	18	13	9	7	6

Co zrobić: 1. DANE PRZYKŁADOWE 2. **KROK 1:** $L_a = 4500$ (8½"x7" jak baseline) 3. **KROK 2:** $w = 0,40$ 4. **KROK 10:** $G_{\text{frac}} = 19,5$ kPa/m · $L = 4500$ · $\rho_{\text{pierśc}} = 1800$ 5. **KROK 11:** $\rho_{\text{pierśc}} = 1800$ · $L = 4500$ · τ_y , μ_p z RheoSolution → → Użyj w $p_{\text{głow}}$ 6. **KROK 15:** $Q = 0,6$ 7. **KROK 16:** $t_p > 4$ h (laboratoryjny test — opóźniacz wydłuża)

Pytania kluczowe: - a) Czy $p_{\text{głow}}$ Bingham $>$ limit pompy 3CA-400 (12 MPa)? Jeśli tak — **pompa większa** lub **kilka agregatów** (KROK 14). - b) Sprawdź czteropunktowy checklist. Które kryteria są **graniczne** (rezerwa $<$ 30 %)? - c) Dlaczego klasa G zamiast H? (klasa H lżejsza, mniejsza wytrzymałość na ściskanie — niewystarczająca dla HPHT)
