

Zadanie 05 · 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 3 $\frac{3}{4}$ "	✓ / ✗
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 5 · Cementowanie geotermalne z grafitem — GTW-4 (Tatry)

Scenariusz: Otwór geotermalny w Tatrach, projekt produkcji ciepła. Wymagana wysoka przewodność cieplna kamienia cementowego → 30 % BWOC grafitu naturalnego.

Parametry: - TVD: **1800 m**, geometria 9 $\frac{7}{8}$ " × 7 $\frac{5}{8}$ " → $D_o = 0,2509$ m, $D_z = 0,1937$ m, $D_w = 0,1748$ m - $L_a = 1800$ m, $L_{\text{but}} = 20$ m - Klasa G + grafit 30 % BWOC (zaczyn termoprzewodzący) - $\rho_{\text{zac}}: 1750$ kg/m³ (grafit lekki, ale duży udział masy), w/c = **0,50** - Q: **0,9 m³/min**

Pomiary Fanna (grafit drastycznie zwiększa PV):

RPM	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3	2	1
Odczyt (°)	178	120	90	58	40	25	20	14	10	8	6	5

Co zrobić: 1. DANE PRZYKŁADOWE 2. **KROK 1:** $D_o = 0,2509 \cdot D_z = 0,1937 \cdot D_w = 0,1748 \cdot L_a = 1800$ 3. **KROK 2:** $\rho_c = 3150 + \text{grafit } 2250 \text{ kg/m}^3 \rightarrow \text{mix}$; ale dla kalkulatora wpisz $\rho_c = 3000$ (efektywna gęstość mieszanki cement-grafit) 4. Tu w/c = **0,50** (więcej wody bo grafit wchłania wodę) 5. **KROK 11:** $p_{\text{pierśc}} = 1600 \cdot L = 1800 \cdot \tau_y$, μ_p z RheoSolution 6. **KROK 12:** $v_{\text{pierśc}} = 0,7$ m/s 7. **KROK 15:** Q = 0,9

Pytanie projektowe: 30 % grafitu znacząco podnosi μ_p (lepkość plastyczną). Porównaj Δp_{strat} dla swojego τ_y/μ_p **z grafitem** vs hipotetyczny zaczyn bez grafitu (użyj domyślnych 8 Pa / 0,06 Pa·s). O ile procent większy jest $p_{\text{głow}}$?
