

# Zadanie 07 · 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 ( $V_{zacz}$ ,  $M_c$ ,  $p_{głow}$ ,  $\Delta p_{strat}$  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:
  - $\tau_y$  (yield stress) w Pa
  - $\mu_p$  (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 $p_{\text{frac}}$ . $ECD = \rho + \Delta p_{\text{pierśc}} / (g \cdot TVD)$	✓ / ✗
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  $\geq 1 = \text{✗}$  → opisz co zmienić (mniejsze Q, dodaj agregat pompy, inna receptura zaczynu, większa kolumna).

## Zadanie 7 · Cementowanie sekcyjne, etap I – GTW-7

**Scenariusz:** Otwór głęboki 3200 m. Stosujemy **cementowanie sekcyjne** (stage cementing) — etap 1 cementuje dolną sekcję od buta 3200 m do mufy sekcyjnej (DV-tool) na 1800 m ( $L_a = 1400$  m). Etap 2 robi się osobno po fazie wiązania pierwszego.

**Parametry (etap I):** - TVD do buta: **3200 m**, mufa stage tool na: **1800 m** -  $L_a$  (etap 1) = **1400 m** (3200 – 1800),  $L_{\text{but}} = 25$  m - Geometria 14¾" x 10¾" →  $D_o = 0,3747$  m,  $D_z = 0,2731$  m,  $D_w = 0,2553$  m - Klasa G + mączka kwarcowa 25 % BWOC -  $\rho_{\text{zacz}} = 1900$  kg/m<sup>3</sup>, w/c = **0,44** - Q: **1,2 m<sup>3</sup>/min** (duży bo szeroka kolumna)

**Pomiary Fanna** (standard):

RPM	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3	2	1
Odczyt (°)	165	105	78	50	33	22	17	12	9	7	5	4

**Co zrobić:** 1. DANE PRZYKŁADOWE 2. **KROK 1:**  $D_o = 0,3747 \cdot D_z = 0,2731 \cdot D_w = 0,2553 \cdot L_a = 1400 \cdot L_{\text{but}} = 25$  3. **KROK 11:**  $L = 3200$  (pełna głębokość TVD, do buta) ·  $\rho_{\text{pierśc}} = 1700 \cdot \tau_y$ ,  $\mu_p$  z RheoSolution → → Użyj w  $p_{\text{głow}}$  4. **KROK 12:**  $v_{\text{pierśc}} = 0,5$  m/s 5. **KROK 15:** Q = 1,2

**Pytania:** - a) Dlaczego  $L_a = 1400$  m a  $L = 3200$  m w KROKU 11? ( $L_a$  to długość słupa cementu w pierścieniu, L w KROKU 11 to TVD czyli głębokość do buta dla obliczeń hydrostatyki) - b) Po etapie 1

wykonujemy WOC (Waiting On Cement) ~6 h — co to oznacza dla planowania harmonogramu zabiegu? - c) Jaka jest p\_głow dla etapu 1?

---