

# Zadanie 01 · 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 3 $\frac{3}{4}$ "	✓ / ✗
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 1 · Kolumna powierzchniowa, otwór geotermalny GTW-3

**Scenariusz:** Mazowsze, projekt geotermalny dla osiedla mieszkaniowego. Pierwsza kolumna 13 $\frac{3}{8}$ " x 9 $\frac{5}{8}$ " w otworze 17 $\frac{1}{2}$ ", zacementowanie do powierzchni. Niskie ciśnienia, łatwa geologia.

**Parametry otworu:** - TVD: **500 m** (płytką kolumną powierzchniową) - Geometria: 17 $\frac{1}{2}$ " x 13 $\frac{3}{8}$ " → **D<sub>o</sub> = 0,4445 m, D<sub>z</sub> = 0,3398 m, D<sub>w</sub> = 0,3171 m** - L<sub>a</sub> = 500 m (do powierzchni), L<sub>but</sub> = 15 m - Klasa cementu: G + bentonit 4 % BWOC (extender lekki) - Cel gęstości zaczynu: **1500 kg/m<sup>3</sup>** (lżejszy bo płytką geologia) - Współczynnik w/c: **0,55** (więcej wody) - Strumień projektowy Q: **1,5 m<sup>3</sup>/min** (krótki zabieg, łatwa hydraulika)

**Twoje pomiary Fanna** (zaczyn rzadki, niska lepkość):

RPM	600	300	200	100	60	30	20	10	6	3	2	1
Odczyt (°)	65	40	30	18	12	8	6	4	3	2	1	1

**Co zrobić w aplikacji 1stopniowe.html:** 1. **DANE PRZYKŁADOWE** → potem zmień: 2. **KROK 1:** D<sub>o</sub> = 0,4445 · D<sub>z</sub> = 0,3398 · D<sub>w</sub> = 0,3171 · L<sub>a</sub> = 500 · L<sub>but</sub> = 15 3. **KROK 2:**  $\rho_c = 3150 \cdot w = 0,55$  4. **KROK 8:** D<sub>o</sub> = 0,4445 · D<sub>z</sub> = 0,3398 · L<sub>buf</sub> = 100 (bufor krótszy bo całość krótka) 5. **KROK 11:**  $\rho_{\text{pierśc}} = 1400$  (mix płuczki + zaczynu lekkiego) · L = 500 ·  $\tau_y, \mu_p$  z RheoSolution 6. **KROK 12:**  $v_{\text{pierśc}} = 0,3$  m/s (powolniejszy bo szeroka kolumna) 7. **KROK 15:** Q = 1,5

**Pytania kontrolne:** - a) Czy ECD przekracza granicę szczelinowania na 500 m? (zwykle  $G_{frac} \approx 17$  kPa/m  $\times$  500 = 8,5 MPa) - b) Ile worków cementu 50 kg trzeba zamówić? - c) Jaki czas zabiegu  $t_c$ ?

---