

# Zadanie 1

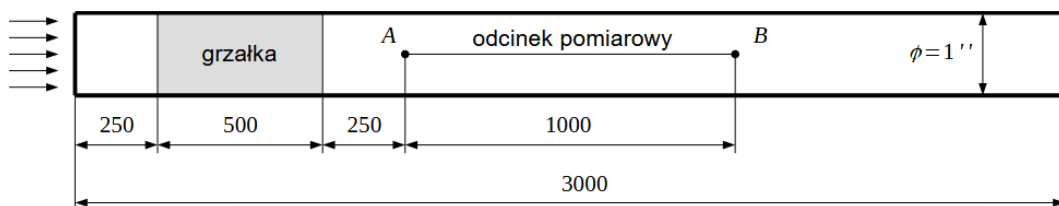
## Przepływ wody w rurze kołowej

### Cele:

- poznanie podstawowych elementów interfejsu programu ANSYS Fluent
- nauka tworzenia typowego modelu symulacyjnego przepływu stacjonarnego płynu jednoskładnikowego
- dyskusja dotycząca skuteczności modelowania numerycznego (porównanie z rozwiązaniem analitycznym)
- nauka pobierania danych z punktów lub linii (w tym dalsza ich obróbka z użyciem programu Gnuplot)
- informacja o możliwościach konsoli (np. zapis/odczyt konfiguracji)
- nauka tworzenia duplikatu modelu – wykonanie tzw. testu siatki
- nauka podstaw przeprowadzania analiz termicznych (użycie równania energii)

### Opis:

Wykonać model numeryczny przepływu wody przez rurę kołową zgodnie z danymi przedstawionymi na Rys. 1 oraz w Tab. 1 (ze względów dydaktycznych niektóre informacje zostaną podane na zajęciach). Rura ma posiadać sekcję grzejną oraz odcinek pomiarowy przeznaczony do obliczenia jednostkowego spadku ciśnienia. W pierwszym etapie wykonać obliczenia bez uwzględnienia efektów termicznych, a wyniki symulacji numerycznych porównać z wynikami obliczeń analitycznych.



Rys. 1. Schemat układu wraz z podstawowymi danymi

Tabela 1. Zestawienie danych niezbędnych do wykonania zadania

parametr	wartość
rodzaj płynu	woda
temperatura wody na wlocie	45 [°C]
prędkość wody na wlocie	2 [m/s]
ciśnienie bezwzględne wody na wylocie	101325 [Pa]
materiał ścianki	stal
grubość ścianki	0.005 [m]
temperatura grzałki	400 [°C]
strumień ciepła na ściankach	0 [W/m <sup>2</sup> ]

**Przygotować indywidualnie raport z badań zawierający:**

1. Obliczenia analityczne:
  - a) obliczenie średnicy hydraulicznej;
  - b) obliczenie liczby Reynoldsa;
  - c) obliczenie współczynnika strat liniowych;
  - d) obliczenie jednostkowego spadku wysokości rozporządalnej;
  - e) obliczenie jednostkowego spadku ciśnienia.
2. Opis przygotowania modelu:
  - a) informacje o sposobie generacji siatki obliczeniowej (wykonać siatkę typu „sweep”);
  - b) informacje o rozmiarze siatki oraz wartości najważniejszych współczynników jakości siatki wraz z komentarzem;
  - c) wartości przyjętych danych materiałowych wraz ze wskazaniem ich źródła;
  - d) szczegóły dotyczące konfigurowania modelu numerycznego (co po kolei było robione) – patrz wykład „Proces modelowania numerycznego”.
3. Opis wyników (bez uwzględnienia efektów termicznych):
  - a) opis procesu zbieżności (wykres i komentarz);
  - b) opis poziomego bilansu strumieni masy na wlotach i wylotach (wykres, wartość i komentarz);
  - c) określenie jednostkowego spadku ciśnienia statycznego na odcinku pomiarowym (wartość oraz opis jak to zostało ustalone);
  - d) porównanie jednostkowych spadków ciśnień uzyskanych z obliczeń analitycznych oraz z modelu symulacyjnego – wykonać obliczenia wartości błędów bezwzględnych i względnych;
  - e) porównanie spadków ciśnień statycznych wzdłuż osi rury (wykres i komentarz – wyjaśnić, dlaczego wykres nie jest liniowy);
  - f) porównanie profili prędkości w przekrojach przechodzących przez punkty A i B (wykres i komentarz).
4. Test rodzaju siatki (test rozmiaru siatki nie jest planowany):
  - a) powtórzyć tworzenie modelu numerycznego bazującego na siatce typu „tetrahedrons”;
  - b) porównać wyniki, w tym błędy bezwzględne, z wynikami uzyskanymi poprzednio;
  - c) dodać uzyskane dane do wcześniej przygotowanych wykresów: spadków ciśnień oraz profili prędkości.
5. Uwzględnienie efektów termicznych:
  - a) opis konfiguracji modelu numerycznego uwzględniającego efekty termiczne;
  - b) wyniki zmian temperatury wzdłuż osi rury (wykres i komentarz);
  - c) porównanie profili temperatury w przekrojach przechodzących przez punkty A i B (wykres i komentarz).
6. Podsumowanie:
  - a) sformułować spostrzeżenia oraz wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

**UWAGI:**

- Wykresy (oprócz wykresu rezyduów) wykonać w programie Gnuplot na podstawie plików z danymi zapisanymi w programie Fluent.
- Opisy wykonać w taki sposób, aby mogły stanowić instruktaż do wykonywania dowolnych symulacji numerycznych o zbliżonych charakterze.
- Sprawozdanie należy oddać w ciągu **2 tygodni** od zakończenia realizacji zadania na zajęciach.