

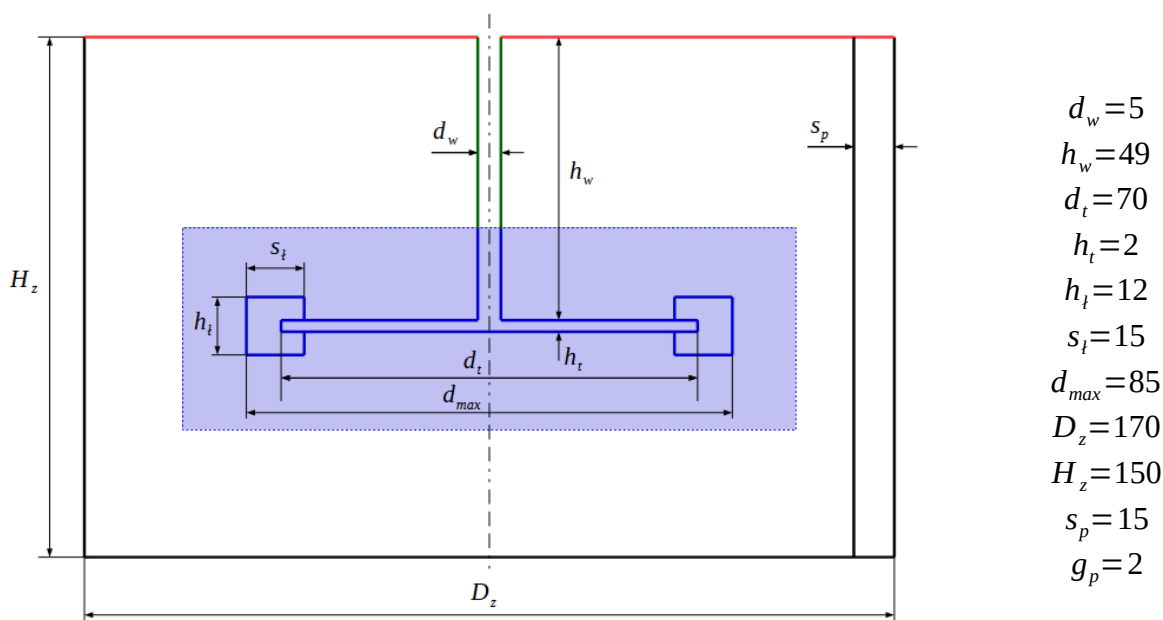
Zadanie 3b

Wyznaczanie mocy mieszania mieszadła Ruhstona (MRF)

Cele ćwiczenia: Celem ćwiczenia jest utrwalenie podstawowych elementów procesu modelowania numerycznego przepływów płynów z wykorzystaniem programu **ANSYS Fluent**, ze szczególnym uwzględnieniem:

- przygotowania i konfiguracji modelu mieszadła Rushtona w zbiorniku z przegrodami,
- stosowania techniki Multiple Reference Frame (MRF) do modelowania ruchu wirującego,
- korzystania z siatek polihedralnych oraz obliczeń równoległych w celu optymalizacji czasu obliczeń,
- wyznaczania mocy mieszania i liczby mocy mieszadła oraz analizy wyników,
- tworzenia wyrażeń matematycznych w Fluent w celu przetwarzania danych wynikowych,
- pracy w trybie Case & Data programu Fluent, bez konieczności użycia interfejsu graficznego.

Opis zadania: Należy wykonać model numeryczny przepływu w zbiorniku z mieszadłem Rushtona i trzema przegrodami, zgodnie z danymi geometrycznymi przedstawionymi w Rys. 1 oraz w Tab. 1. Parametry fizyczne płynu należy przyjąć zgodnie z domyślnymi wartościami zawartymi w bazie materiałów programu ANSYS Fluent, natomiast warunki brzegowe i parametry pracy mieszadła zostaną określone w dalszej części instrukcji. Celem symulacji jest wyznaczenie mocy mieszania oraz liczby mocy mieszadła Rushtona przy przyjętych warunkach roboczych, z zastosowaniem techniki MRF, siatek polihedralnych oraz samodzielnej pracy w trybie Case & Data.



Rys. 1. Schemat i wymiary mieszalnika z mieszadłem Rushtona

W obliczeniach proszę przyjąć różne wartości prędkości obrotowej mieszadła (najlepiej, aby dwie osoby przyjęły tę samą wartość), tak aby po wymianie wyników można było sporządzić charakterystyki $M(\omega)$, $N(\omega)$ oraz $N_p(\omega)$.

Tabela 1. Zestawienie danych niezbędnych do wykonania zadania

parametr	wartość
rodzaj płynu	woda
gęstość płynu	998.2 [kg/m ³]
lepkość kinematyczna płynu	0.001003 [Pa·s]
prędkość kątowna mieszadła	20-60 [rad/s]
intensywność turbulencji na wlocie	20%
skala długości największych wirów	0.005 [m]

Schemat obliczenia mocy mieszania:

- Zewnętrzna średnica mieszadła: $d_{max}=0.085 \text{ [m]}$
- Założona prędkość kątowna: $\omega=40 \left[\frac{rad}{s} \right]$
- Prędkość obrotowa: $n=\frac{\omega}{2\pi}=\frac{40}{2\pi}=\frac{20}{\pi}=6.366 \left[\frac{1}{s} \right]$
- Gęstość płynu: $\rho=998.2 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$
- Lepkość dynamiczna płynu: $\mu=0.001003 \text{ [Pa·s]}$
- Liczba Reynoldsa: $Re=\frac{n \cdot d_{max}^2 \cdot \rho}{\mu}=45775 \text{ [-]}$
- Moment obrotowy (z symulacji) $M=0.0453 \text{ [N·m]}$ (wartość bezwzględna)
- Moc mieszania: $N=\omega \cdot M=40 \cdot 0.0453=1.812 \left[\frac{1}{s} \cdot N \cdot m \right] = \left[\frac{1}{s} \cdot J \right] = [W]$
- Liczba mocy: $N_p=\frac{N}{\rho \cdot n^3 \cdot d_{max}^5}=\frac{1.812}{998.2 \cdot 6.366^3 \cdot 0.085^5}=1.586 \text{ [-]}$

Przygotować indywidualne sprawozdanie z badań zawierające:

1. Ogólny opis koncepcji modelowania z zastosowaniem techniki MRF, wraz ze schematem stref wirujących i nieruchomych.
2. Wizualizacje wybranych pól skalarnych i wektorowych, linii prądu oraz geometrii modelu.
3. Obliczenia liczby Reynoldsa, mocy mieszania oraz liczby mocy dla prędkości obrotowych przyjętych w symulacjach.
4. Charakterystyki $M(\omega)$, $N(\omega)$ oraz $N_p(\omega)$.
5. Podsumowanie – sformułowanie spostrzeżeń i wniosków wynikających z przeprowadzonych badań.