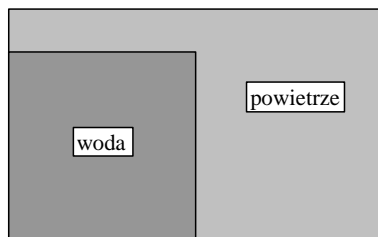


Ćwiczenie: Przepływ dwufazowy

Sformułowanie zadania

W prostokątnym pojemniku zamkniętym ściankami i wypełnionym powietrzem znajduje się fragment wypełniony cieczą (osłonięty myślowymi ściankami). W chwili $t = 0$ ścianki rozdzielające ciecz od gazu znikają. Celem jest prześledzenie procesu rozplywania się wody w pojemniku, a w szczególności kształtu powierzchni rozdzielającej fazę ciekłą i fazę gazową.



Rozszerzeniem zadania jest przypadek, gdy na wewnętrznych ściankach zbiornika umieszczone są elementy odchylające.

A. Budowanie geometrii

1. Tworzenie powierzchni

W układzie współrzędnych (+X +Y **ważne!**) utworzyć prostokątne powierzchnie: **face1** o wymiarach $W \times H = 100 \times 60$ oraz **face2** o wymiarach $50(W) \times H$ (ten wymiar podaje prowadzący).

[Geometry > Face > Create Real Rectangular Face](#)

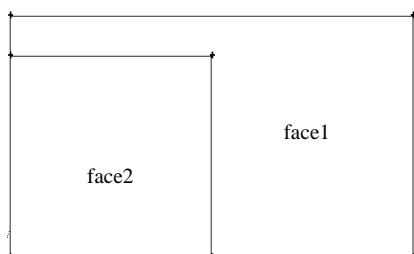
Od powierzchni **face1** odjąć powierzchnię **face2** z jednoczesnym jej zachowaniem.

[Geometry > Face > Subtract Real Faces](#)

Jeśli na styku **face1** i **face2** są podwójne krawędzie połączyć je.

[Geometry > Edge > Connect > Connect edges](#)

Efektom pracy są dwie połączone powierzchnie **face1** i **face2**, posiadające razem 8 krawędzi.



2. Tworzenie elementów odchylających

Utworzyć 2 punkty o współrzędnych X,Y (nr odchylacza podaje prowadzący):

Odchylacz nr 1: 80; 0 oraz 90; 5

Odchylacz nr 2: 100; 20 oraz 95; 30

Odchylacz nr 2: 70; 60 oraz 60,55.

[Geometry > Vertex > Create Real Vertex](#)

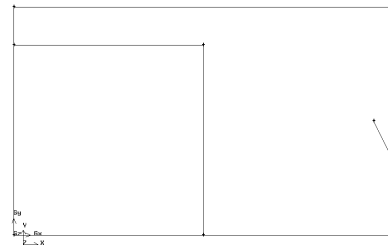
Z utworzonych punktów zbudować krawędź

[Geometry > Edge > Create Straight Edge](#)

Następnie utworzoną krawędzią należy przedzielić powierzchnię **face1**.

[Geometry > Face > Split Face > Split with Edges](#)

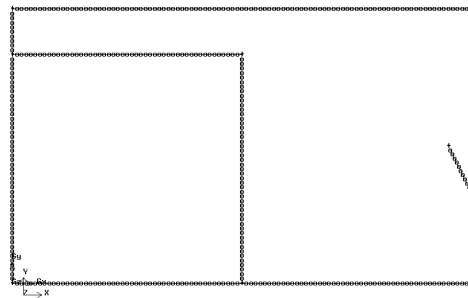
Po tej operacji powierzchnia **face1** została przedzielona (na rysunku odchylacz nr 2)



3. Tworzenie siatki

Wszystkie krawędzie dzielimy równomiernie.

[Mesh > Edge > Mesh Edges](#) > z opcją **Successive Ratio = 1** oraz **Interval size = 1**

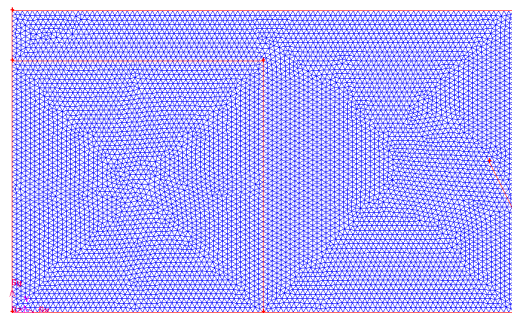


Następnie tworzymy siatkę:

[Mesh > Mesh Faces](#)

Na powierzchni **face1** i **face2** tworzymy identyczną siatkę o parametrach:

Elements = **Tri**, Type = **Pave**, Spacing: **Interval size = 1**.

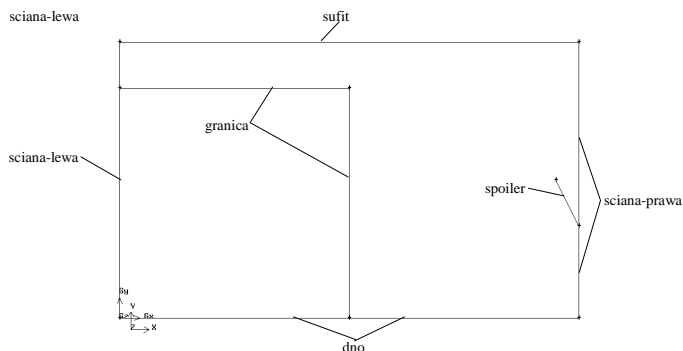


4. Ustalenie warunków brzegowych

Ustawić typ solvera na FLUENT 5/6.

[Zones > Specity Boundary Types](#)

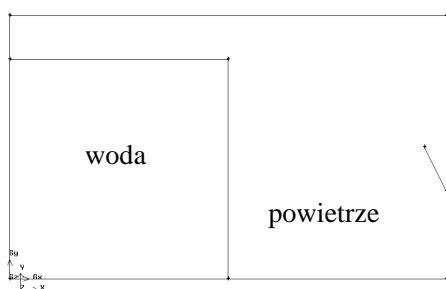
Ustalić warunki brzegowe typu WALL dla wszystkich ścianek zewnętrznych, nadając im nazwy: **ściana-lewa**, **ściana-prawa**, **dno**, **sufit**. Krawędzi odchylacza (także typ WALL) nadać nazwę **spoiler**. Krawędziom wewnętrznym, oddzielającym wodę od powietrza nadać warunek brzegowy typu INTERNAL i nazwę **granica**.



Ustalić warunki (typu FLUID) dla obszarów wewnętrznych.

[Zones > Specity Continuum Types](#)

Obszarom nadać nazwy: woda (face2) i powietrze (face1).



5. Zapisać wyniki pracy:

[Main Menu > File > Save As](#)

6. Eksport dwuwymiarowej siatki:

[Main Menu > File > Export > Mesh](#)

Należy upewnić się, że nastąpi eksport dwuwymiarowej siatki (**Export 2d Mesh**).

B. Obliczenia (FLUENT)

1. Uruchomić program FLUENT w wersji 2D

2. Wczytać siatkę

[Read a file > Mesh](#)

3. Przeskalować siatkę (siatka w mm)

[Mesh > Scale > Mesh Was Created in mm > Scale > Close](#)

4. Ustawić metodę rozwiązania

Solver:

Type - **Presser Based**, Time -**Transient**, Velocity Formulation - **Absolute**, 2D Space - **Planar**

Gravity: **On** (**ważne!**)

Gravitational Acceleration: X=0; Y = - 9.81 (**pamiętać o znaku!**), Z=0

5. Ustawić model przepływu wielofazowego

[Models > Multiphase > Edit](#)

Model - **Volume of Fluid**

Number of Eulerian Phases = **2**,

Volume Fraction Parameters:

Scheme = **Explicit**

Courant Number = **0.25**

Pozostałe ustawienia domyślne.

6. Ustawić model lepkości płynu

[Define > Models > Viscous > Laminar](#)

7. Wybrać rodzaj płynu

[Materials > Fluid > Create/Edit](#)

Ściągnąć z bazy dane dla wody:

[Fluent Database >](#) z listy **Fluid Materials** wybrać **water-liquid (h2o<1>)** > **Copy < Close**

W rezultacie w bazie dysponujemy dwoma rodzajami materiałów:

1) **air** (density = 1.225 kg/m³ – constant, viscosity = 1.7894*10⁻⁵ kg/m*s – constant)

2) **water-liquid** (density = 998.2 kg/m³ - constant, viscosity = 0.001003 kg/m*s – constant)

8. Nadać nazwy poszczególnym fazom i przyporządkować materiał

[Phases > Primary Phase > Edit](#)

zmienić nazwę z **phase-1** na **powietrze** oraz wybrać z listy (**Phase Material**) - **air**). Potwierdzić wybór (**OK**).

[Phases > Secondary Phase\) > Edit](#)

zmienić nazwę z **phase-2** na **woda** oraz wybrać z listy (**Phase Material**) - **water-liquid**. Potwierdzić wybór (**OK**).

Sprawdzić, czy w **Cell Zone Contitions** obie powierzchnie (**Type**) są typu **Fluid** oraz są zdefiniowane (**Phase**) jako **Mixture**.

Zdefiniować w **Operating Conditions** ciśnienie odniesienia oraz sprawdzić, czy grawitacja jest uwzględniona.

[Operating Conditions >](#)

Pressure: Operating Pressure = 101325 Pa, **Reference Pressure Location** X(m)=0, Y(m)=0

Gravity (On): Gravitational Acceleration Y = - 9.81, **Variable-Density Parameters: Specified Operating Density** = **On**, **Operating Density** = 1.225

Potwierdzić ustawienia: **OK**.

9. Sprawdzenie poprawności warunków brzegowych

[Boundary Conditions >](#)

Wszystkie ściany: ściana-lewa, ściana-prawa, sufit, dno oraz spoiler powinny być typu **wall**. Ściany dzielące oba płyny powinny być typu **interior**.

10. Ustawić parametry szczegółowe rozwiązania

[Solution Methods >](#)

Naciskamy klawisz **Default** (na dole) , otrzymując typowe ustawienia:

Pressure-Velocity Coupling: Scheme: **SIMPLE**

Spatial Discretization:

Gradient: **Least Squares Cell Based**
 Pressure: **Presto**,
 Momentum: **First Order Upwind**,
 Volume Fraction: **Geo-Reconstruct**.

Transient Formulation: **First Order Implicit**

11. Ustawić wartości residuów

[Monitors > Residual](#)

Dla wszystkich residuów pozostawić kryterium zbieżności równe 0.001, natomiast **wyłączyć** opcję Print i Plot (miejsce na ekranie będzie potrzebne!)

12. Inicjalizacja

[Solution Initialization >](#)

Dokonać inicjalizacji poprzez wprowadzenie wszędzie (**Initial Values**) zerowych wartości ciśnienia, składowych prędkości oraz zawartości fazy objętościowej.

13. Nałożenie łatek (Patch):

[Solution Initialization > Patch](#)

Obszar cieczy należy wypełnić wodą:

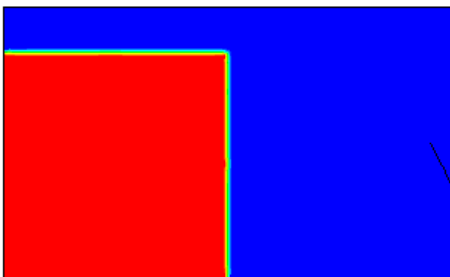
Zone to Patch = woda, Phase = woda, Variable Volume Fraction, Value = 1 > naciskamy **Patch**

Sprawdzić poprawność tej części patchowania:

[Graphics and Animation > Contours > Set Up](#)

Contours of : Phases, Volume Fraction; **Phase:** woda

> **Display**



14. Automatyczny zapis wyników

Ma na celu ustawienie automatycznego zapisu wyników, co pozwoli później wizualizację wyników w różnych fazach przepływu (ważne do sprawozdania). Wynik będą zapisywane co każde 50 kroków czasowych.

[Calculation Activities > Edit > Autosave](#)

Save Data every (Time Steps) = 50,

W polu **When the Data is Saved, Save the Case** wciskamy opcję **Each Time**,

W oknie **File Name** wpisujemy: **Cw4**, w oknie **Append File Name** with pozostawiamy **time-step**.

Potwierdzamy ustawienia naciskając **OK**.

15. Definiowanie filmu obrazującego zmiany w czasie kształtu powierzchni swobodnej

[Calculation Activities > Solution Animations > Create/Edit](#)

W polu **Animation Sequences** ustawiamy wartość =1.

Nazwę **sequence-1** zmieniamy na **pow-swob**, w polu **Every** ustawiamy wartość = **10**, w polu **When** zmieniamy **Iteration** na **Time Step**. Naciskamy **Define** i ustawiamy dalej:

W polu **Storage Type** uaktywniamy **Metafile**, w polu **Display Type** wybieramy **Contours**, naciskamy **Edit** i przechodzimy do nowego okna. W polu **Contours of** wybieramy **Phases** i **Volume Fraction**, w polu **Phase** zmieniamy **powietrze** na **woda**. Naciskamy **Display**. W oknie nr 1 ukazuje się obraz faz po inicjalizacji. Wychodzimy z tego okna naciskając **Close** oraz z okna **Animation sequences** naciskając **OK**.

16. Iterowanie

[Run Calculation >](#)

Ustawienia:

Time Stepping Method = Fixed,

Time Step Size = 0.002 s,

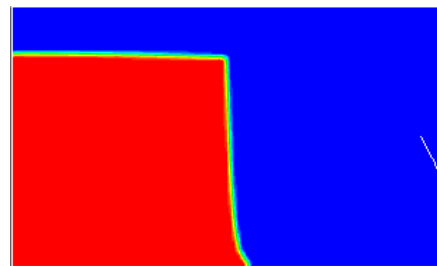
Number of Time Steps = 10,

Max Iterations per Time Step = 20

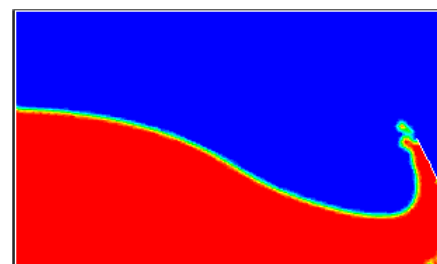
Pozostałe ustawienia pozostawiamy bez zmian.

Naciskamy **Calculate** i rozpoczynamy obliczenia.

Po wykonaniu pierwszych 10 kroków czasowych (komunikat Calculation Complete) sprawdzamy wygląd powierzchni swobodnej (powinien być jak na rysunku).



Sprawdzamy, czy na dysku zapisany jest plik pow-swob_0000.hmf. Wykonujemy następne 40 kroków czasowych i sprawdzamy, czy na dysku zapisały się pliki z rozszerzeniem .dat i .cas



Wykonać następnych 300 - 400 kroków czasowych

17. Oglądanie nagranych filmów

[Graphics and Animation > Solution Animation Playback > Set Up](#)

W oknie **Sequences** uaktywniamy nagrany film a następnie wykorzystując przyciski oglądamy nagrany materiał.

18. Analiza wyników

Pokazać zmianę kształtu powierzchni swobodnej i wektory prędkości dla obu faz (na podstawie nagranych plików).