

WPROWADZENIE DO ŚRODOWISKA ANSYS WORKBENCH 2023 R2

Cel ćwiczenia

Zapoznanie z podstawowymi funkcjami programów: **ANSYS DesignModeler** (tworzenie geometrii) i **ANSYS Meshing** (dyskretyzacja domeny), oraz ich współdziałaniem z **ANSYS Fluent** (obliczenia przepływowe) wewnątrz i poza środowiskiem Workbench.

Więcej informacji znajduje się w pomocy programu ANSYS Workbench lub na stronie [ANSYS Workbench](#)

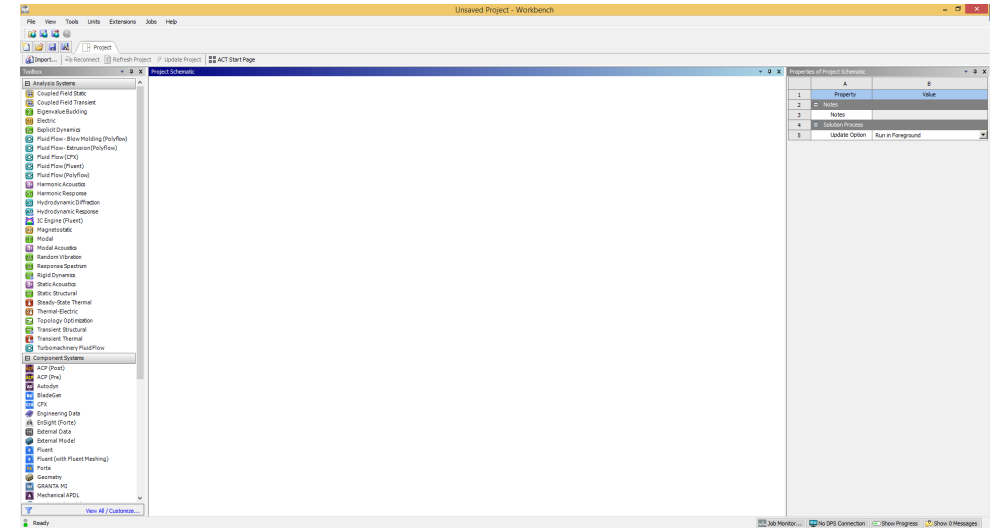


Figure 1: Rys.1. Okno główne środowiska Workbench

Rozpoczęcie pracy - Środowisko Workbench

Wstęp

Okno główne środowiska Workbench składa się z okna wyboru narzędzi (panel po lewej stronie okna) oraz okna schematu projektu (główna część okna). Panel narzędzi jest podzielony na pięć zakładek, z czego dwie pierwsze są potrzebne by zacząć podstawową pracę ze środowiskiem Workbench. Zakładka **Component systems** jest listą dostępnych programów jakie możemy używać w obrębie środowiska Workbench. Zakładka **Analysis Systems** zawiera zestaw standardowych systemów do analizy złożonych z omówionych wcześniej komponentów.

Rozpoczynanie pracy z wykorzystaniem gotowego systemu Aby rozpocząć pracę, należy przeciągnąć **Fluid Flow(Fluent)** do zaznaczonego pola w oknie schematu projektu (Rys. 2). Z tego sposobu tworzenia projektów będziemy korzystać na wszystkich zajęciach.

Jak można zauważyć, wyciągnięty blok zawiera komplet modułów z zakładki **Component systems**, który pozwala na przeprowadzenie pełnej analizy numerycznej. Od stworzenia geometrii, przez dyskretyzację domeny po obróbkę wyników. Klikamy

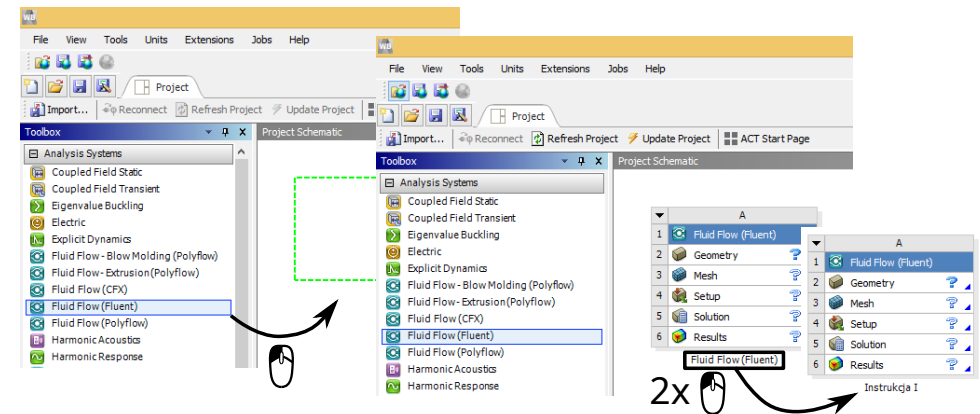


Figure 2: Rys.2. Sposób dodawania gotowego systemu obliczeniowego

na napis *Fluid Flow(Fluent)* pod stworzonym blokiem i **zmianiamy nazwę** na Instrukcja N, gdzie N to numer instrukcji. Na potrzeby tych laboratoriów, **niech to będzie standardowy sposób** tworzenia kolejnych analiz.

Tworzenie własnych systemów (alternatywa) Rozwiń

Czasem się zdarza, chociażby przy dużych projektach obliczeniowych, że nasz system do analizy wymaga podejścia uszytego na miarę. Wtedy możemy wykorzystać pełną funkcjonalność okna schematu projektu. Tworzenie pierwszego elementu naszego schematu nie różni się niczym od poprzedniego podejścia. Wyciągamy interesujący nas bloczek z **Component systems** i puszczaemy w zaznaczone pole w **Project schematic**.

Dodanie każdego kolejnego można zrobić na dwa sposoby.

- Pierwszym sposobem jest upuszczenie w dowolne miejsce kolejnego komponentu i połączenie ich przez przeciągnięcie komórki z jednego komponentu do odpowiadającej jej nazwą komórki w drugim komponentencie (Rys. 3a).
- Drugim sposobem jest, upuszczenie nowo dodawanego komponentu w podświetloną komórkę wcześniej dodanego komponentu (Rys. 3b)

W ten sposób możemy tworzyć duże schematy projektów (Rys. 4).

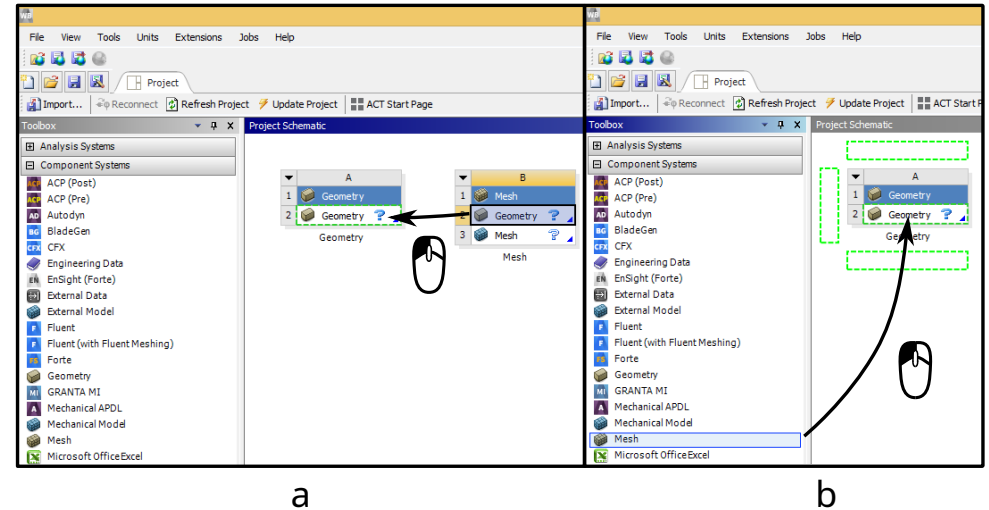
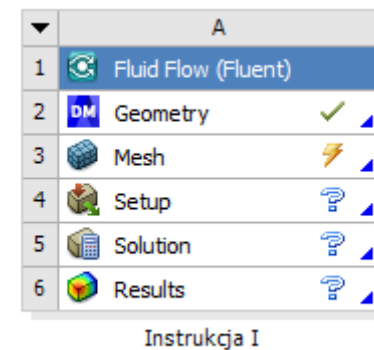


Figure 3: Rys.3. Sposoby dodawania nowych elementów do schematu projektu



Poszczególne komórki programów mogą mieć różne stany w zależności od aktywności użytkownika:



- *Brak danych* - Wymagane są dane z poprzedzających komórek. W tym stanie komórki mogą się nie otworzyć.

Symbole w komórkach komponentów systemu Rozwiń

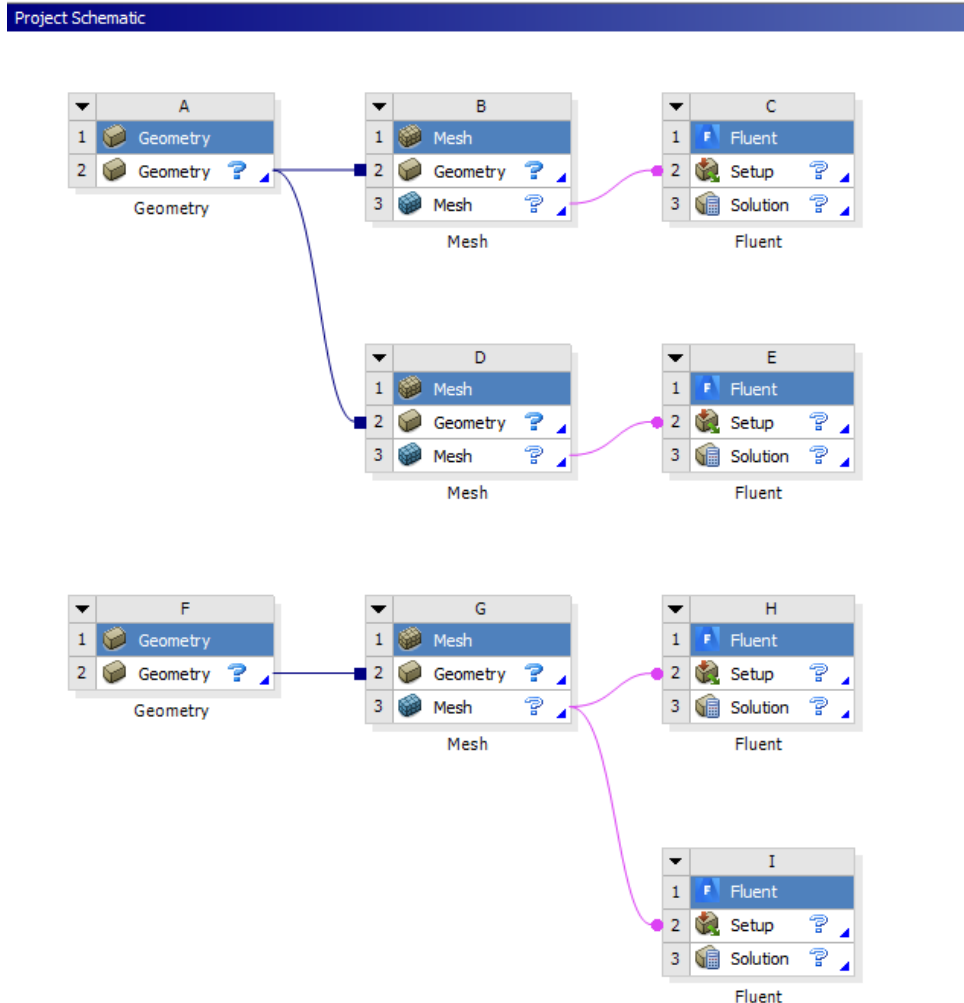


Figure 4: **Rys.4.** Przykład rozwiniętego schematu projektu



- *Odśwież dane* - Dane w komórkach poprzedzających zostały zmienione od ostatniego stanu.



- *Program wymaga uwagi* - Program w tym stanie nie zwróci żadnych danych do kolejnych komórek, dopóki nie uzupełni się braków.



- *Zaktualizuj dane* - Wewnętrzne dane zostały zmienione, jednak program nie przekazał wyniku do środowiska Workbench. Należy odświeżyć daną komórkę, aby zsynchronizować dane.



- *Aktualne dane* - dane są aktualne i nie znaleziono błędów.



- *Zmienione dane* - Komórka jest aktualna ale może się zmienić w związku z wykrytą zmianą wcześniejszych komórek.

Stany typowe dla programów obliczeniowych:



- *Przerwano, zaktualizuj dane* - Przerwano podczas obliczeń. Wygenerowane dane do momentu przerwania są dostępne jednak plik z wynikami jest pusty.



- *Przerwano, aktualny* - Przerwano podczas obliczeń. Plik z wynikiem zawiera dane. Ten stan występuje, jeżeli przerwano kilka obliczeń pod rząd.



- *Oczekuje* - W trakcie analizy w trybie batch. Można wykonywać operacje w innych systemach w projekcie.

Stany błędów:



- *Nie udało się odświeżyć, Odśwież dane*



- *Nie udało się zaktualizować, Zaktualizuj dane*



- *Nie udało się zaktualizować, Program wymaga uwagi*

Moduł geometryczny - DesignModeler

W ramach poznawania modułu CAD wykonajmy geometrię na potrzeby [Instrukcji II](#).

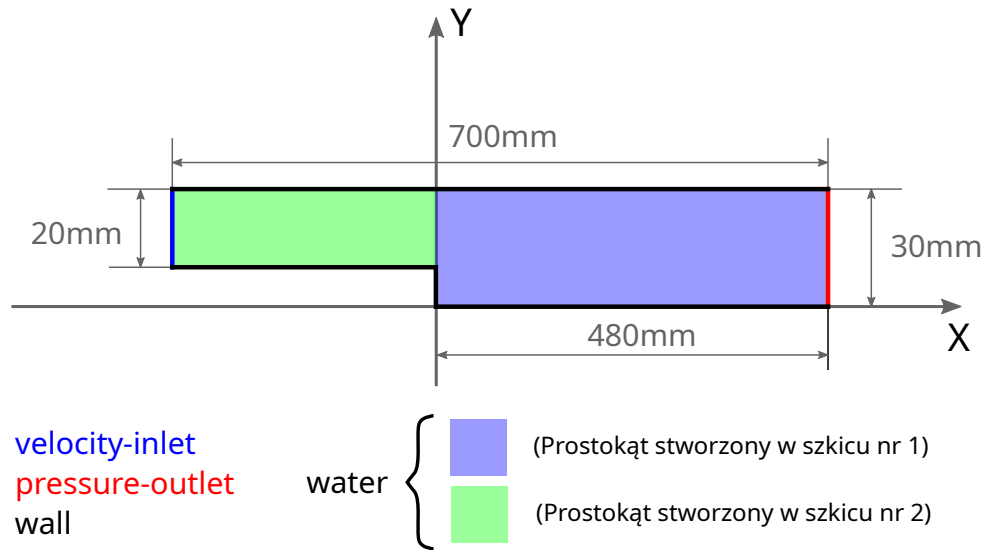


Figure 5: Rys.5. Kanał z uskokiem

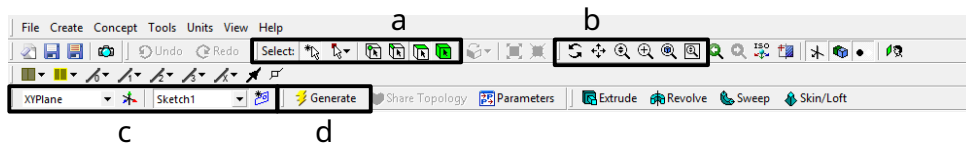


Figure 6: Rys. 6. Rozwinięte menu kontekstowe

Geometrią do wykonania jest fragment dwuwymiarowego kanału z uskokiem. Na potrzeby ćwiczenia, geometrię powinno się stworzyć za pomocą dwóch prostokątów:

1. Stwórz projekt wg. opisu w [Rozpoczynanie pracy...](#)
2. Otwórz Desing modeler klikając prawym klawiszem myszki na komórkę geometry i wybierz **New DesignModeler geometry...**. Okno DesingModeler składa się z trzech elementów: **okno grafiki**, **drzewo historii operacji** oraz **okno szczegółów**. Rozwinięte menu kontekstowe zawiera elementy, które będą przydatne w trakcie pracy:

Rys. 6

- a. Menu wyboru elementów. Przydatne, jeżeli chcemy zaznaczyć konkretny typ elementu (linia, powierzchnia, itd.).
- b. Menu manipulacji widokiem w oknie graficznym. Warto również znać kombinacje klawiszy.
 - Wciśnięta rolka myszki - Obracanie kamery względem środka układu współrzędnych
 - ctrl + wciśnięta rolka myszki - Przesuwanie kamery
 - shift + wciśnięta rolka myszki - powiększanie aktualnego widoku (przed wciśnięciem kombinacji warto najechać kursorem na miejsce, które chcemy powiększyć)
- c. Menu szkicu. Niebieska ikona (po zaznaczeniu odpowiedniej płaszczyzny w **drzewie historii**) tworzy nowy szkic.
- d. Po każdej nowo wstawionej operacji w trybie modelingu powinniśmy ją stworzyć przy pomocy przycisku **Generate**

3. W menu kontekstowym **units** upewnij się, czy wybrana są dobre jednostki. **Przy każdym nowo otwartym programie w środowisku Workbench należy się upewnić czy jednostka jest dobrze ustawiona**
4. Utwórz **nowy szkic** (Rys. 6c). Upewnij się, czy wybrana została dobra płaszczyzna.

Aby wykadrować widok na płaszczyznę pracy, możesz kliknąć prostopadłą oś

5. Aby teraz przejść do trybu szkicownika, **zaznacz** nowo utworzony szkic w oknie drzewa historii i w tym samym oknie wejdź w zakładkę **Sketching**. Pojawi się nowe okno z zakładkami. Każda zakładka ma **dwie czarne strzałki** do nawigowania - Rys. 7a. Mamy do dyspozycji zakładkę **Draw**, w której znajdziemy wszystkie potrzebne "kreski". Zakładkę **Dimensions**, w której znajdziemy wszystkie narzędzia do wymiarowania (przydatna tutaj jest opcja **move** do przesuwania wymiaru).

Rys. 7

6. Po wejściu do szkicownika, należy ustawić **automatyczne nadawanie więzów** (Rys. 7b i 7c). Dzięki temu program nadaje więzy w trakcie dodawania nowych elementów do szkicu wyświetlając pierwszą literę więzu. Na przykład, rysując poziomą linię pojawia się litera **H** odpowiadająca więzowi **Poziom** (**H**orizontal).

Przejdźmy w końcu do rysowania:

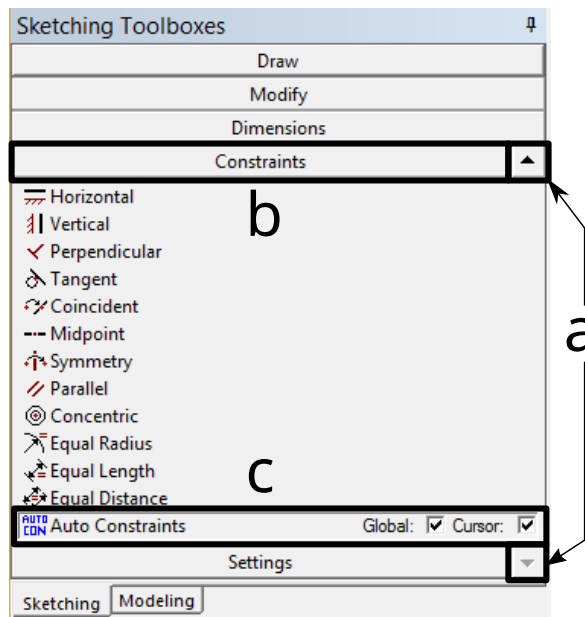


Figure 7: Rys. 7. Menu szkicownika

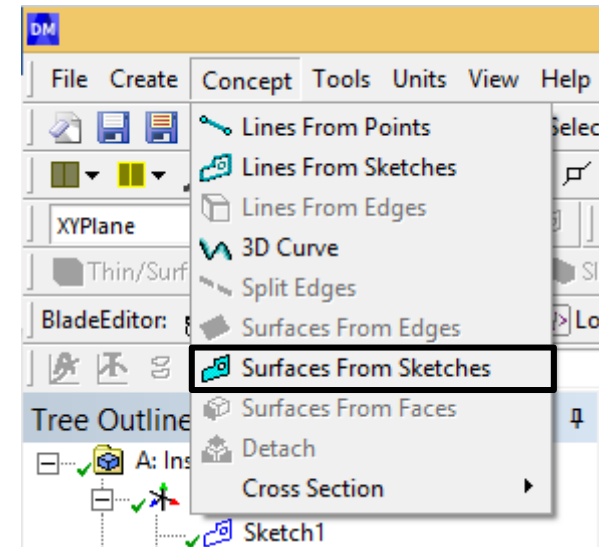


Figure 8: Rys. 8. Stwórz powierzchnię ze szkicu

- W stworzonym szkicu, narysuj prawą część kanału za pomocą prostokąta. Nadaj więc tak, aby lewą krawędzią dotykał osi Y, natomiast dolną krawędzią osi X (**Constraints** -> **Coincident**). Prostokąt zwymiaruj (**Dimensions** -> **General/Horizontal/Vertical**). W pełni zwymiarowany geometria powinna mieć kolor granatowy.

Najwygodniej jest wymiarować linię wymiarując pozycję jej węzłów (końców

- Wyjdź ze szkicownika klikając zakładkę **Modeling**.
- Stwórz kolejny szkic (Pamiętaj o wybraniu poprawnej płaszczyzny!). W nowym szkicu narysuj drugi prostokąt i za pomocą więzu **Coincident** połącz prostokąty górnymi wierzchołkami aby utworzyć ostateczny kształt kanału. **Zwymiaruj** prostokąt. Wyjdź do trybu **Modeling**
- Na tym etapie musimy utworzyć powierzchnię która będzie reprezentować nasz dwuwymiarowy płyn. Wywołaj opcję **Concept** -> **Surfaces From Sketches**.

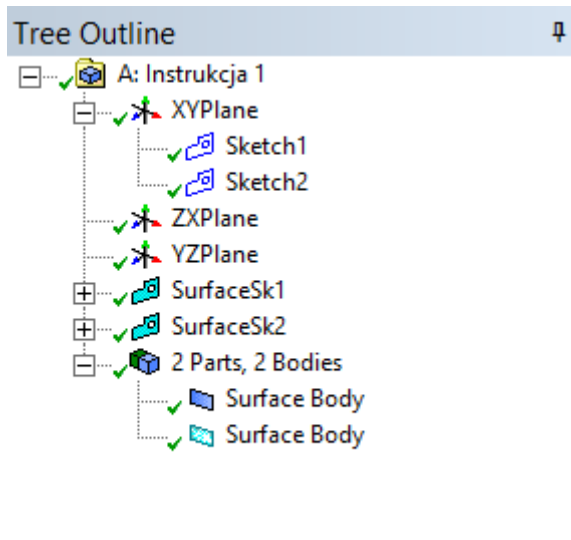
Rys. 8.

W oknie szczegółów pojawi się nowe menu:

- **Base Objects:** Tutaj należy wybrać szkic z którego ma powstać powierzchnia. Wystarczy zaznaczyć jedną z linii szkicu i kliknąć **Apply**
- **Operation:** Tutaj mamy dwie opcje:
 - **Add material** tworzona powierzchnia zostanie dodana do już znajdującej się powierzchni w geometrii, jeżeli ta pokrywa się z nią. Oczywiście w naszej geometrii nie ma jeszcze żadnych innych elementów. **Wybieramy tą opcję**
 - **Add frozen** tworzona powierzchnia zostanie dodana do geometrii jako odrębny element.

Za każdym razem, gdy chcemy zaakceptować wybór i stworzyć geometrię wciskamy przycisk generate (Rys. 6d)

- Powtarzamy krok 10 dla drugiego szkicu. Tym razem wybieramy opcję **Add frozen**. (*Generate*)
- Nasze drzewo historii powinno wyglądać tak:



Na tym etapie mamy utworzone dwie powierzchnie. W takim stanie, powierzchnie są widziane jako dwa niezależne, nie połączone ze sobą elementy. Zależy nam teraz, aby dwie odrębne powierzchnie traktowane były jako złozenie.

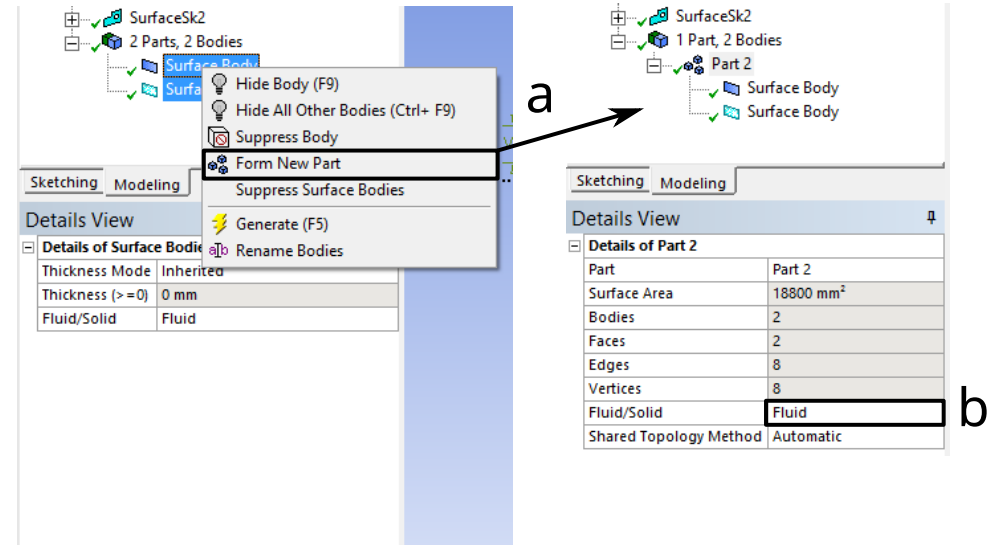


Figure 9: **Rys. 9.** Stwórz złozenie

- Rozwińmy ostatni element w drzewie historii operacji. Powinny znajdować się tu dwie utworzone przez nas powierzchnie. Wciskając **ctrl** **zaznaczymy** obydwie pozycje. Prawym przyciskiem myszy otwieramy menu i wybieramy **Form new part** (Rys. 9a). Właśnie utworzyliśmy **złozenie**.

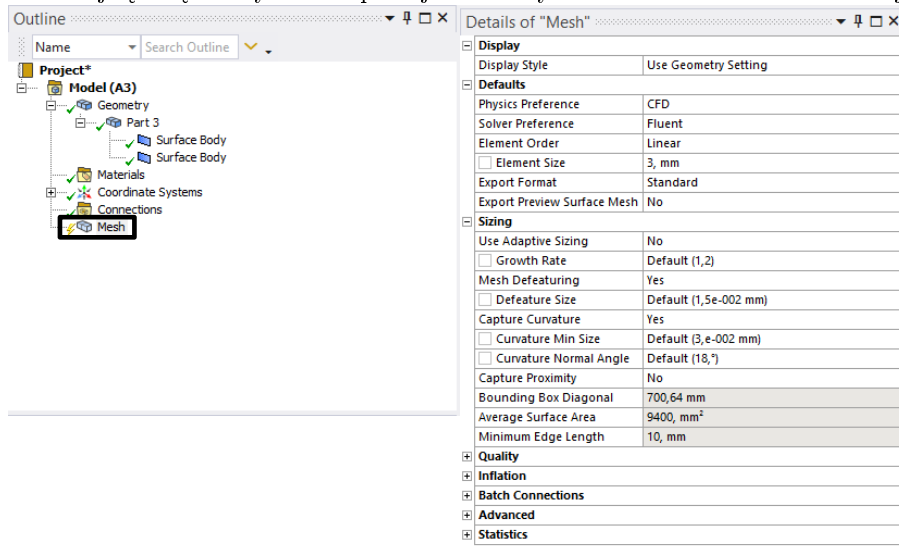
Rys. 9.

- W szczegółach nowopowstałego złozenia, należy zmienić typ geometrii na **Fluid** (Rys. 9b).
- Zamykamy** DesignModeler.

Zanim przejdziemy do kolejnego modułu, dobrym nawykiem jest zapisanie naszej pracy. Pozwoli to uniknąć utraty danych w razie awarii lub naszego błędu.

Moduł Mesh

1. Otwieramy moduł Mesh, dwukrotnie klikając na odpowiednią komórkę.
2. Interface jest bardzo podobny do tego w DesignModelerze. (Drzewo historii, okno szczegółów oraz okno graficzne). Dodatkowym elementem jest belka z narzędziami w górnej części okna.
3. W oknie historii najważniejszym elementem jest gałąź **Mesh**. To tu znajdują się wszystkie operacje do wykonania siatki obliczeniowej.



4. Aby wygenerować siatkę zaznaczamy **Mesh** i w oknie szczegółów przechodzimy do **Defaults** i w **Element size** zmieniamy domyślną wartość na **3 mm**.
5. **Generate** Powinniśmy zobaczyć gotową siatkę składającą się z czworokątów. Upewnij się, że wyższa część domeny podzielona jest na około 10 elementów w kierunku pionowym.
6. Ostatnią rzeczą, jest nazwanie elementów domeny. Dzięki temu, w programie fluent, można definiować warunki brzegowe. Nadawanie nazwy polega na **zaznaczeniu** elementów w oknie graficznym, wywołaniu menu podręcznego za pomocą **prawego przycisku myszki** i wybraniu opcji *Create named selection...* **Szybszym sposobem** jest zaznaczenie elementów (kilka elementów zaznaczamy wciskając **ctrl**) i na klawiaturze wciskamy literę **n**.

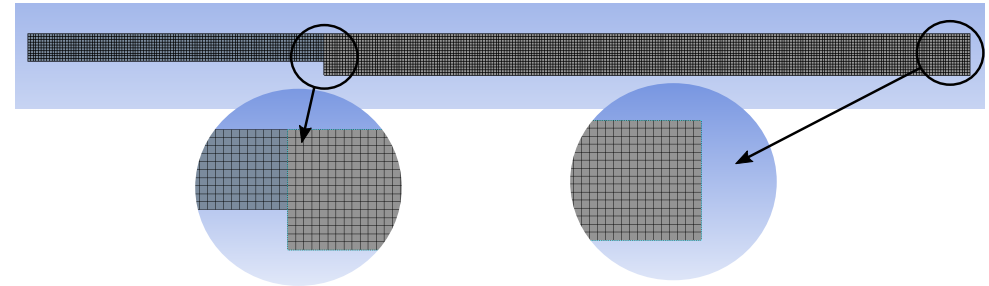


Figure 10: Rys. 10. Siatka na potrzeby obliczeń w instrukcji 2.

7. Zaznaczamy kolejno elementy domeny (krawędzie) i nazywamy je tak jak zostały nazwane w rysunku poglądowym w akapicie **"Moduł geometryczny..."**. Dla obu powierzchni tworzymy jedną nazwę **Woda**.
8. Wychodzimy z programu **Meshing**.
9. Należy zauważyć, że po wyjściu z programu **Meshing** status komórki jest oznaczony znakiem **Zaktualizuj dane**. Tak jak to zostało opisane w akapicie **"Symbole..."**, program lokalnie wykonał zadanie, jednak nie przekazał informacji do środowiska gdzie znajduje się cały projekt. Klikamy na komórkę **Mesh** prawym przyciskiem myszy i z menu podręcznego wybieramy opcję **Update**. Środowisko Workbench skomunikuje się z programem i zaktualizuje dane.
10. Zapisujemy projekt. Nasz blok *Instrukcja I* jest gotowy do wykonania Instrukcji II.

Przy tej okazji warto przyjrzeć się temu co znajduje się w menu podręcznym. Pomocną opcją jest opcja reset. Jeżeli nie jesteśmy zadowoleni z pracy i/lub chcemy wyczyścić całą komórkę.

Podstawowe elementy kontroli jakości siatki

Sprawdźmy jak można "poprawić" wygenerowaną siatkę.

1. W środowisku Workbench, do schematu projektu, dołącz komponent **Mesh** i zlinkuj geometrie nowo dodany blok z blokiem *Instrukcja I*.

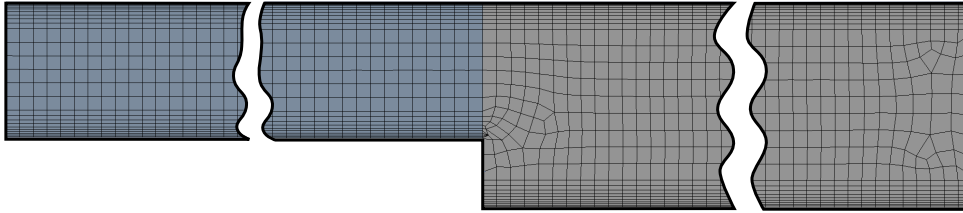
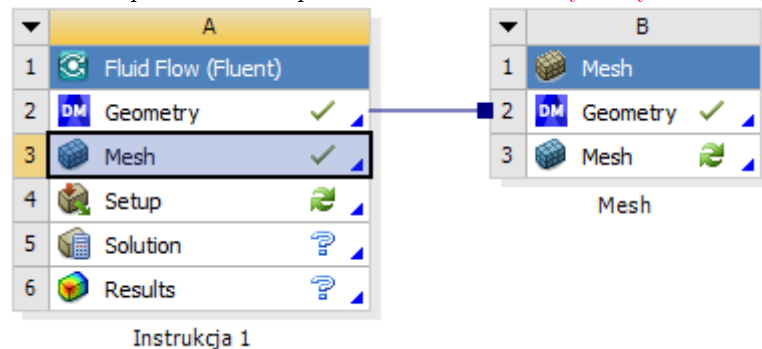


Figure 11: **Rys. 11.** Zagęszczona siatka. Cała geometria nie zmieściłaby się w całości. Na rysunku powiększone obszary początku (wlotu), uskoku i końca (wylotu).

Jest to opisane w akapicie **Tworzenie własnych systemów (alternatywa)**



blok tymczasowy, po skończeniu ćwiczenia możesz go usunąć.

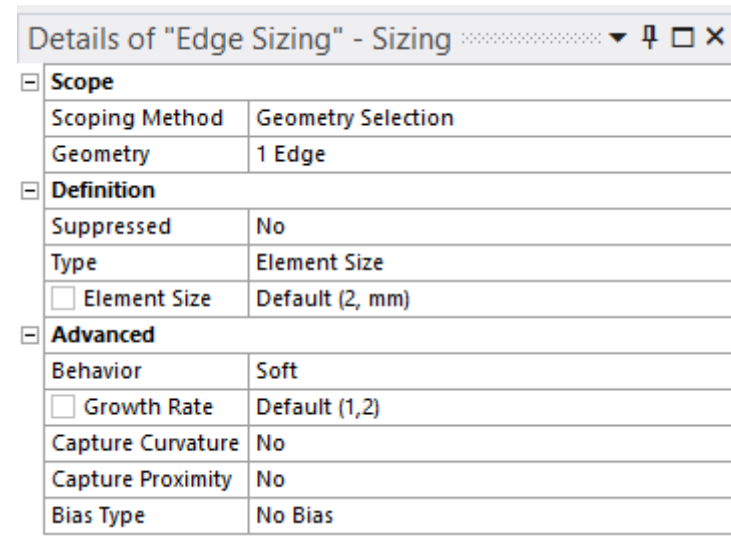
Jest to

2. Otwórz nowo dodaną komórkę mesh.
3. Za pomocą opisanych poniżej opcji, odtwórz siatkę pokazaną na ilustracji.

Wszystkie opisane niżej opcje, możemy dodać do geometrii za pomocą górnej belki programu, w zakładce **Mesh**. Można je także aktywować po przez kliknięcie prawym klawiszem myszy na gałąź **Mesh** następnie **Insert - Sizing**. Podstawowymi narzędziami do kontroli siatki obliczeniowej w programie Meshing, które poznamy na tym etapie zajęć są:

Sizing

Sizing - ta opcja pozwala na narzucenie podziału na krawędzi/powierzchni.



Opcjami, funkcji

sizing, które nas interesują na tym etapie to:

- **Type** - typ podziału na elementy. Do wyboru mamy opcje wymuszenia rozmiaru elementów siatki na danym obiekcie lub ilości podziałów na obiekcie.
- **Bias Type** - opcja dostępna w podziale krawędzi - Kierunkowe zagęszczenie linii.

Inflation

Inflation - Siatka warstwy przyściennej. Ta opcja pozwala nam na stworzenie strefy kierunkowego zagęszczenia na powierzchni lub objętości. Takie strefy powinny być tworzone przy fizycznych ścianach domeny.

- **Geometry** w tej rubryce należy zaznaczyć powierzchnie (w siatce dwuwymiarowej) lub objętość (w siatce trójwymiarowej)
- **Boundary** zaznaczymy krawędź (2D), powierzchnie (3D) przy której tworzymy siatkę warstwy przyściennej.
- **Maximum Layers** - ile warstw powinna mieć siatka warstwy przyściennej.

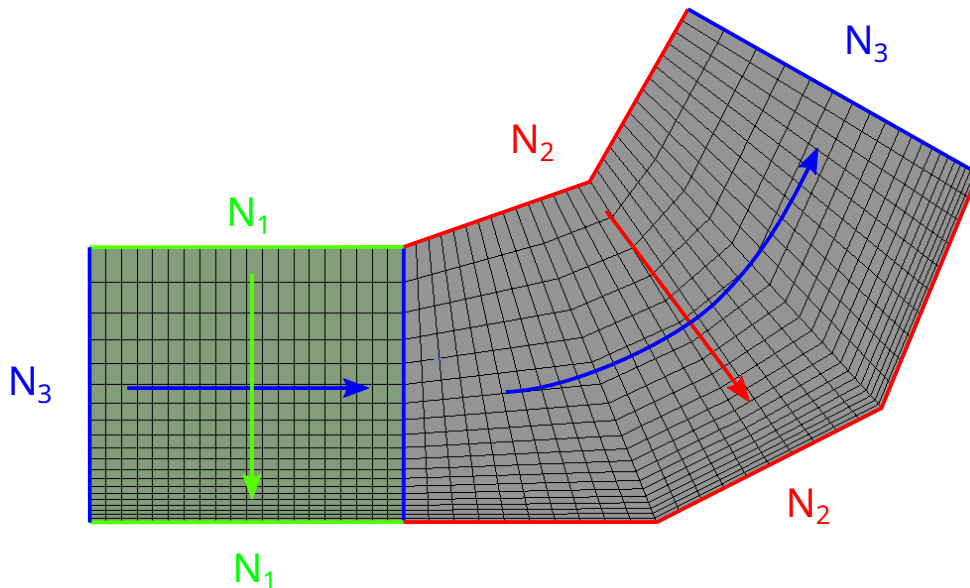
- Na potrzeby tej instrukcji użyjemy opcji Smooth Transition (o pozostałe opcje zapytaj prowadzącego)

UWAGA: Opcja Inflation wyklucza się z opcją Mapped Meshing

Mapped Meshing/Face Meshing

Mapped Meshing - Siatka strukturalna. Ta opcja pozwala na zastosowanie prostokątów(2D)/graniastosłupów(3D) zamiast trójkątów(2D)/Czworościanów(3D). Zastosowanie tej opcji jest obarczone spełnieniem kilku zasad.

- Suma elementów siatki na przeciwległych ścianach musi być taka sama.
- Geometria powinna mieć 4 wierzchołki. W przypadku wieloboków (>4) program może nie być w stanie rozpoznać tych wierzchołków, wtedy możemy określić je przy pomocy opcji **Specified Corners**.



UWAGA: Opcja Mapped meshing wyklucza się z opcją Inflation

Zaawansowane funkcje rozmiaru

Zaawansowane funkcje rozmiaru - opcje dostępne w gałęzi **Mesh** w drzewie his-

Sizing	
Use Adaptive Sizing	No
Growth Rate	Default (1,2)
Mesh Defeaturing	Yes
Defeature Size	Default (1,e-002 mm)
Capture Curvature	Yes
Curvature Min Size	Default (2,e-002 mm)
Curvature Normal Angle	Default (18,°)
Capture Proximity	Yes
Proximity Min Size	Default (2,e-002 mm)
Num Cells Across Gap	Default (3)
Proximity Size Function Sources	Faces and Edges
Bounding Box Diagonal	700,64 mm
Average Surface Area	9400, mm ²
Minimum Edge Length	10, mm

torii operacji, w zakładce **sizing**:

- **Mesh defeaturing** - Opcja pomijania elementów geometrii, które są mniejsze niż: **-Defeature Size** - poniżej tej wartości, elementy geometrii mogą być pomijane w siatkowaniu. Włączamy tę opcję, jeżeli zależy nam, aby model do obliczeń być uproszczony.
- **Capture Curvature** - funkcja zagęszczająca siatkę w okolicy i na krzywiznach.
 - **Curvature Min Size** - Minimalny rozmiar elementu siatki na krzywiznie.
 - **Curvature Normal Angle** - Sterowanie zagęszczeniem na krzywiznie aby zachować zadany kąt pomiędzy wektorami normalnymi sąsiadujących ze sobą elementów.
- **Capture proximity** - włączając tę opcję, wprowadzamy zagęszczenie w przewężeniach.
 - **Proximity Min Size** - Jeżeli pomiędzy elementami geometrii odstęp jest mniejszy niż ta wartość, funkcja zagęści siatkę w tym miejscu.

- **Num Cells Across Gap** - Najmniejsza liczba elementów siatki pomiędzy sąsiadującymi ze sobą geometriami.

Zadanie dla chętnych

- Narysuj i posiatkuj geometrię pokazaną na ilustracji na dwa sposoby:
 - Zagęść siatkę przy ścianach za pomocą funkcji **Inflation**.
 - Spróbuj wygenerować podobną siatkę za pomocą opcji **Sizing (z opcją bias)** oraz **Mapped mesh**. Jak powinieneś przygotować geometrię aby spełniała wymogi zastosowania funkcji **Mapped Mesh**?
- Wloty zaznaczono strzałkami, wylot znajduje się u góry geometrii.
- Tak, to są całe.

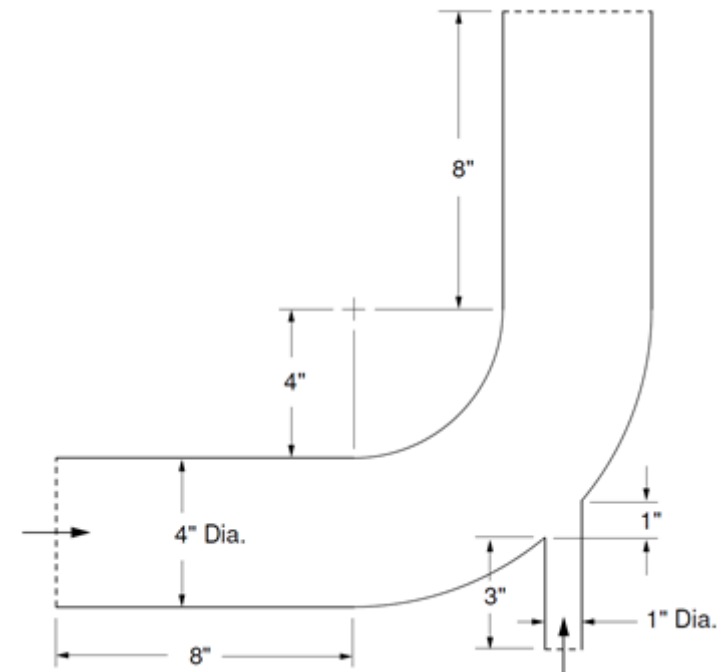


Figure 12: **Rys. 12.** Zadanie dla chętnych