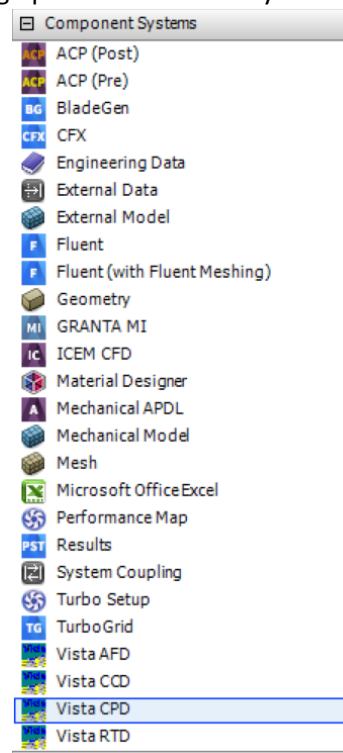


## Wstęp

Tematem ćwiczenia jest przeanalizowanie przepływu wody przez pompę odśrodkową. Zadanie należy wykonać przy użyciu zaawansowanych modułów Ansys dedykowanych maszynom rotacyjnym. Z powodu periodiczności geometrii wirnika pompy tylko pojedyncza łopatką zostanie zamodelowana w celu zmniejszenia wymaganej liczby elementów siatki, a więc i czasu obliczeń.

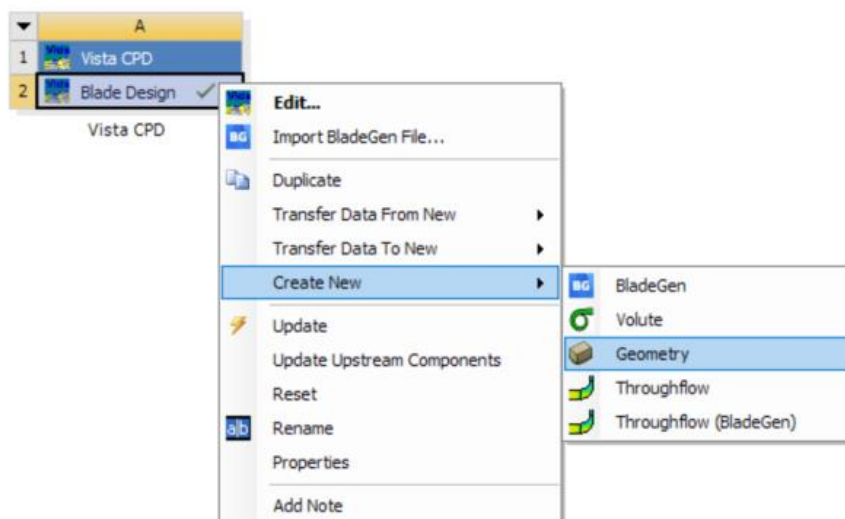
## Zadania do wykonania

1. Wybierz podstawowe parametry pompy potrzebne do jej zaprojektowania (strumień objętości, wysokość podnoszenia, itd.) W tym celu wykorzystaj moduł *Vista CPD* (CPD – Centrifugal Pump Design) dostępny w *Ansys Workbench*->*Component Systems* (rys. 1). Sprawdź parametry obliczone przez program w zakładce *Results* w celu późniejszego porównania ich z wynikami symulacji numerycznych.



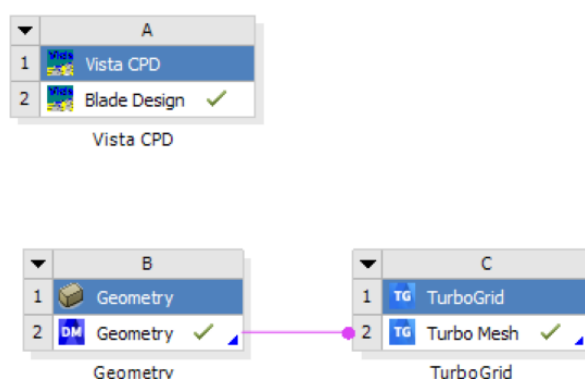
Rys. 1: Moduł do projektowania pomp odśrodkowych Vista CPD.

2. Wyeksportuj dane z modułu *Vista CPD* do modułu *Geometry* (rys. 2). Otwórz moduł *Geometry* i sprawdź geometrię wirnika. W razie nieprawidłowej geometrii wróć do modułu *Vista CPD* i powtórz wcześniejsze kroki. Jeśli geometria jest w porządku zamknij *Geometry*.

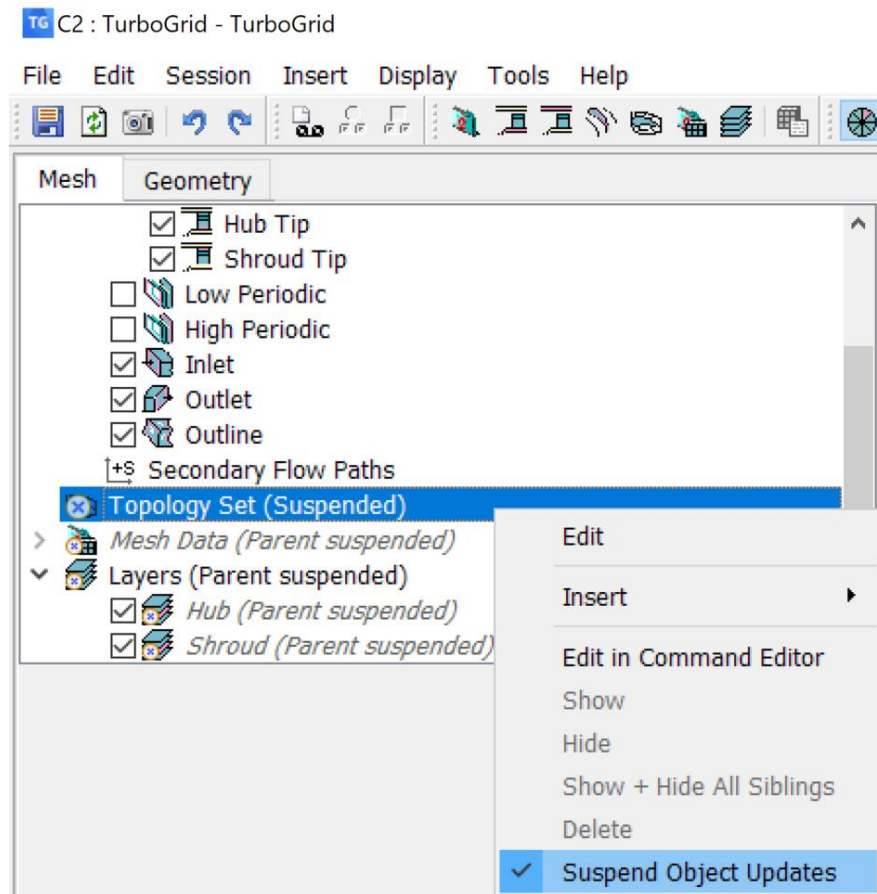


Rys. 2: Utworzenie geometrii na bazie danych z modułu Vista CPD.

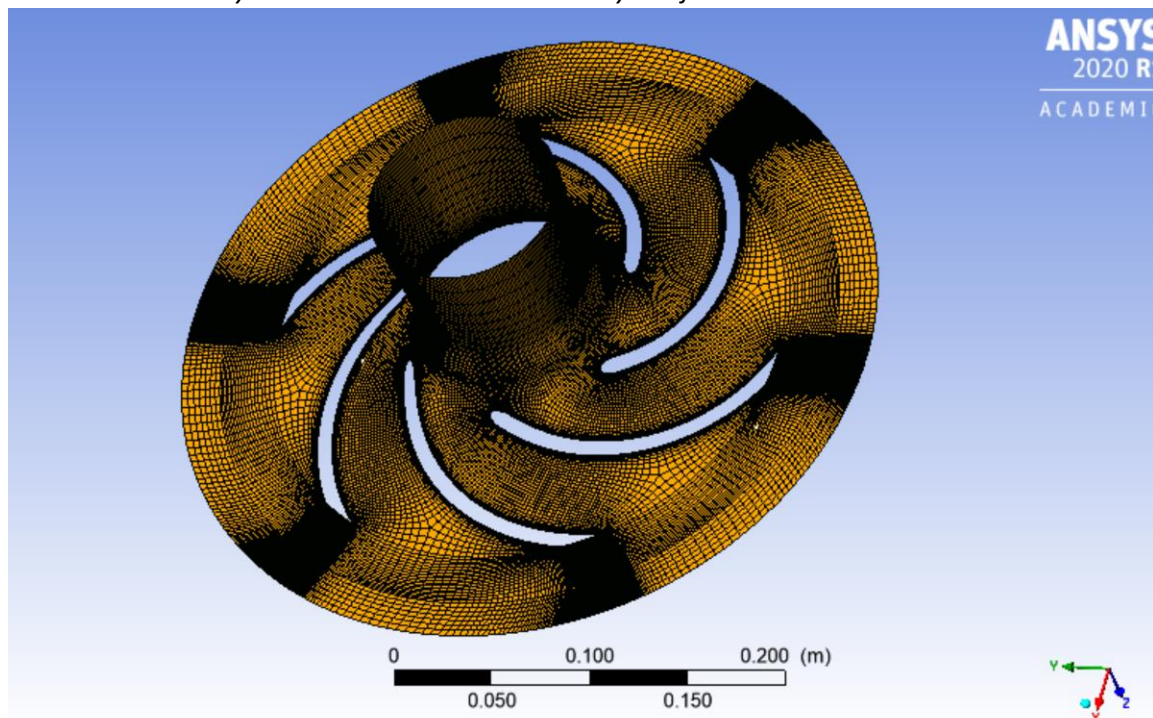
- Wykonaj siatkę numeryczną „wokół” jednej łopatki wirnika przy wykorzystaniu modułu *TurboGrid* (rys. 3), który został zaprojektowany do tworzenia siatek numerycznych dla maszyn rotacyjnych. Pozostałe łopatki zostaną zamodelowane w module *CFX* za pomocą okresowych warunków brzegowych. W celu generacji siatki numerycznej odznacz opcję *Suspend Object Updates* w podmenu *Topology Set* (rys. 4). W razie błędów popraw siatkę przez jej edycję (pole *Mesh Data* na rys. 4). Przykładowa siatka numeryczna z widocznymi wszystkimi łopatkami pokazana jest na rys. 5.



Rys. 3: Moduł TurboGrid do tworzenia siatek numerycznych dla maszyn rotacyjnych.

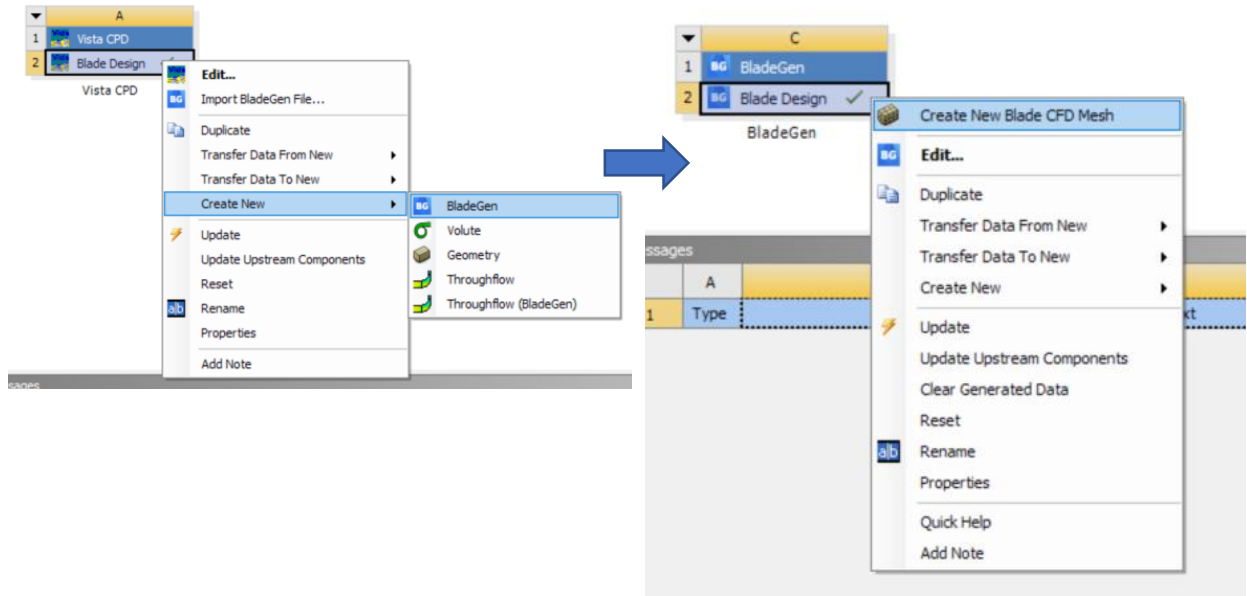


Rys. 4: Generowanie siatki numerycznej w module TurboGrid.



Rys. 5: Przykładowa siatka numeryczna w module TurboGrid.

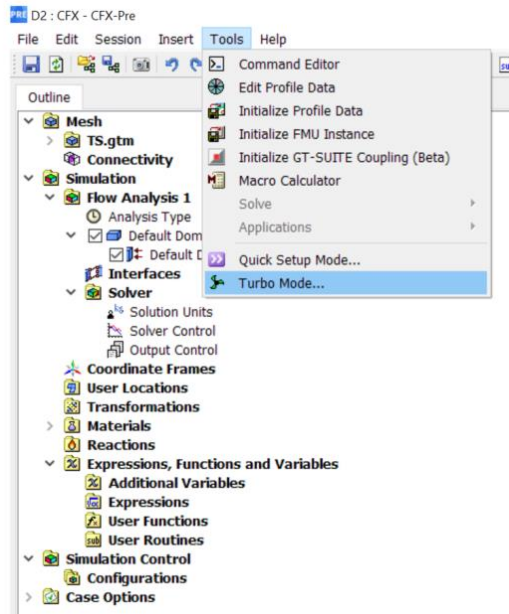
**Uwaga:** Jeśli program zgłasza brak licencji alternatywnym rozwiązaniem jest wykorzystanie modułu *BladeGen* w połączeniu z *Meshing* (rys. 6). Wcześniej należy utworzyć plik *BladeGen* na podstawie modułu *Vista CPD*.



Rys. 6: Alternatywne rozwiązanie przy wykorzystaniu *BladeGen* i *Meshing*.

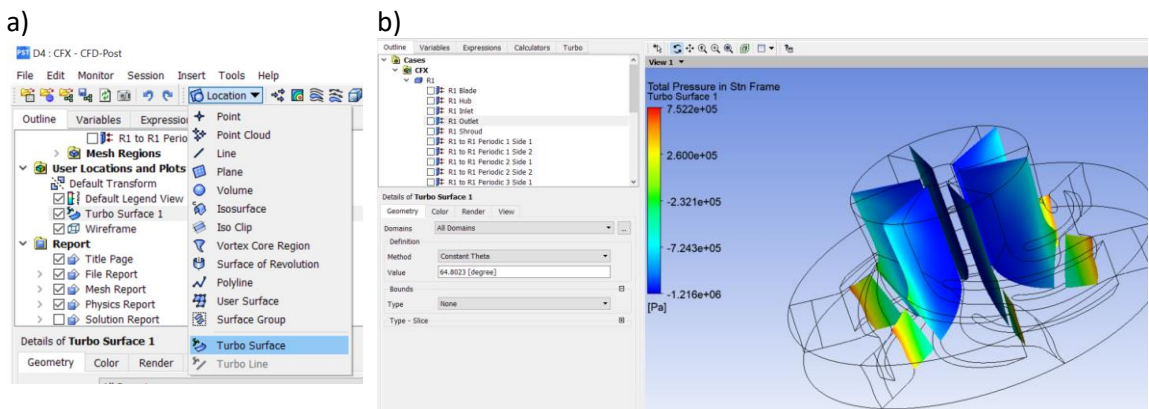
4. W module *CFX* zdefiniuj symulację przepływu przez pompę według parametrów ustawionych w module *Vista CPD*. Do tego celu wykorzystaj specjalny tryb *Turbo Mode* (rys. 7).
  - a. Zdefiniuj domeny i warunki brzegowe. Pamiętaj o warunku brzegowym periodyczności.
 

**Uwaga:** W warunkach periodyczności ważne jest, aby wartość strumienia masy z modułu *Vista CPD* była ustawiana w warunku brzegowym *Inlet* z opcją *Mass Flow Rate Area -> Total For All Sectors*.
  - b. Utwórz monitory dla momentu obrotowego wirnika pompy *M* i różnicy ciśnień pomiędzy wylotem i wlotem pompy  $\Delta p$ . Do obliczania  $\Delta p$  użyj metody *massFlowAve*.
  - c. W ustawieniach solwera zaznacz:
    - i. Advection Scheme oraz Turbulence Numerics na High Resolution.
    - ii. Liczbę iteracji na 500
    - iii. Kryterium zbieżności na poziomie  $10^{-5}$



Rys. 7: Włączenie trybu Turbo Mode w CFX Pre.

5. Opracuj wyniki i ilustracje dla symulacji przepływu wody przez pompę.
  - a. Kontury rozkładu ciśnienia, prędkości i wektorów prędkości dla 3 wybranych kątów  $\Theta$  (rys. 8).
  - b. Kontury rozkładu zmiennej  $YPlus$  na łopatkach i ściankach wirnika. Czy model turbulencji został poprawnie dobrany? Czy siatka jest poprawna?



Rys. 8: a) Płaszczyzna Turbo, b) Opcja Constant Theta w płaszczyźnie Turbo.

- c. Utwórz parametry wyjściowe z analizy (Expression) obliczające:
      - i. Moc hydrauliczną pompy (z to liczba łopatek)

$$P_h = z \rho g H \dot{Q} \quad (1)$$

- ii. Sprawność pompy

$$\eta_h = \frac{P_h}{P} = \frac{z \rho g H \dot{Q}}{z M \omega} \quad (2)$$

- iii. Wysokość podnoszenia pompy

6. Zdefiniuj analizę parametryczną (Parameter Set) dla zmiennego strumienia objętości w celu wykreślenia charakterystyki pompy (5 punktów). Za nominalny strumień objętości wybierz strumień początkowy z modułu Vista CPD.
7. Opracuj zbiorcze wyniki analizy parametrycznej w formie wykresów:
  - a. Parametrów wyjściowych z modelu w funkcji strumienia objętości.
8. Porównaj w tabeli wartości z modułu Vista CPD (Head Rise, Shaft Power, Hydraulic Efficiency) z wartościami obliczonymi numerycznie dla przepływu nominalnego.