

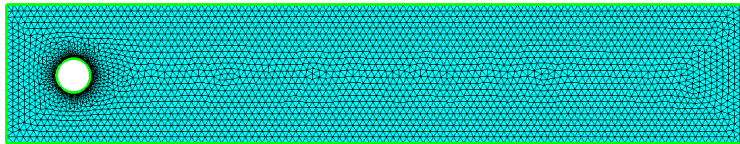
Elmer

M.B. P.S.

January 2021

1 Wstęp

Celem naszej pracy było użycie metody elementów skończonych, przy pomocy Elmera do wizualizacji skomplikowanych zjawisk w symulacji powstawania wirów. W wybranym przez nas projekcie geometria tyczy się rury z okrągłą przeszkodą.



2 Elmer

Elmer jest to narzędzie do rozwiązywania problemów powiązanych z wieloma dziedzinami fizyki. Zawiera m. in. modele fizyczne mechaniki płynów, elektromagnetyzmu, akustyki. Napisany został w Fortranie, C i C++. Jest dostępny na Linuxa, Windowsa i macOSa. Wydawany na licencji GNU. Elmer składa się z kilku modułów:

- ElmerGrid - narzędzie konwertowania siatek
- ElmerGUI - interfejs graficzny
- ElmerSolver - wykonuje obliczenia elementów skończonych
- ElmerPost - wizualizacja/post-processing

3 Metoda elementów skończonych

Jest to metoda numeryczna do rozwiązywania problemów brzegowych. Jest metodą aproksymacji równań cząstkowych. Interpolacja dokonuje się za pomocą funkcji bazowych. Podstawową zaletą MES jest

Ma szerokie zastosowanie w fizyce. Za jej pomocą bada się np. wytrzymałość konstrukcji, odkształcenia czy przepływ cieczy lub ciepła.

4 Równania Naviera-Stoksa

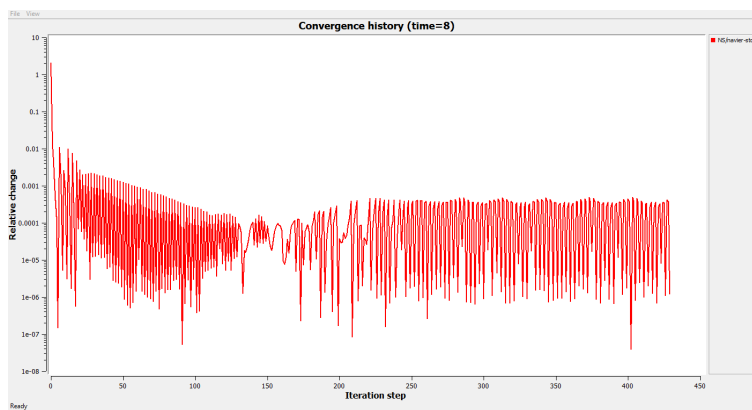
Zestaw równań opisujących zachowanie się pędu dla poruszającego się płynu.

$$\rho \left(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \cdot \nabla) \vec{v} \right) = \rho \vec{f} - \nabla p + \mu \Delta \vec{v} + (\lambda + \mu) \nabla (\nabla \cdot \vec{v}) + (\nabla \cdot \vec{v}) (\nabla \lambda) + (\nabla \vec{v} + (\nabla \vec{v})^T) \cdot (\nabla \mu) \quad (1)$$

Dla bardziej zaawansowanych problemów używa się metody elementów skończonych, jest to jedyny sposób na rozwiązanie, a same równania Naviera-Stoksa są jednym z problemów milenijnych.

5 Podsumowanie

Projekt udało się wykonać z sukcesem, symulacja działa tak jak przewidziano we wstępnych założeniach.



Efekt przeprowadzonej symulacji możemy obserwować na pliku video.

6 Bibliografia

Literatura

- [1] CSC – IT Center for Science "Elmer GUI Tutorials"
- [2] Thomas Zwinger "Introduction into Elmer multiphysics FEM package"