

Politechnika Poznańska



Metoda Elementów Skończonych

Projekt: COMSOL Multiphysics 3.4.

Prowadzący:

dr hab. Tomasz Stręk

Wykonali:

Skorupka Dariusz

Nawrocki Marek

Mardziołek Konrad

Wydział: Budowa Maszyn i Zarządzania

Kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn

Specjalizacja: TPM

Spis treści:

1. Przepływ ciepła.....	3
1.1 Opis model.....	3
1.2 Przeprowadzone adanie.....	4
2. Odkształcenia pod wpływem obciążenia	8
2.1 Opis modelu	8
2.2. Przeprowadzone badanie.....	9
3. Badanie opływowości.....	12
3.1 Opis modelu.....	12
3.2 Przeprowadzone badania.....	12
4. Wnioski	16

1. Przepływ ciepła

1.1. Opis modelu:

Modelem analizy pierwszej części projektu, jest obudowa silniczka.

W tym punkcie badać będziemy przepływ ciepła w tym elemencie.

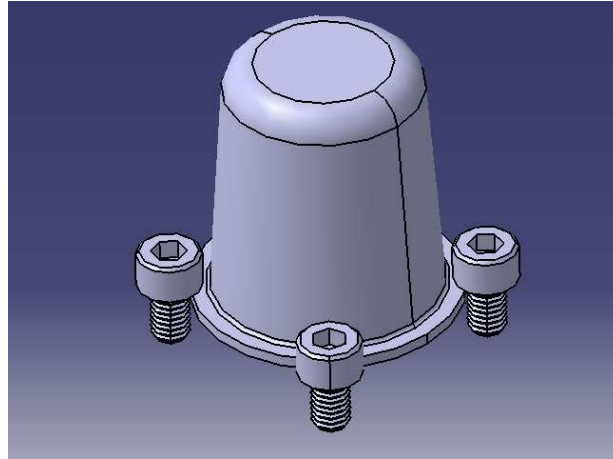
Przewodnictwo cieplne opiera się na prawie Furiera i na prawie zachowania energii. Gdy temperatura w danym ciele stałym nie jest równa w różnych obszarach, to energia cieplna jest wewnątrz transportowana tak długo, aż nie nastąpi wyrównanie temperatury w całym obszarze. Szybkość przewodzenia ciepłego zależy przede wszystkim od materiału z jakiego jest utworzone ciało badane.

Do wykonania analizy program COMSOL używa następującego równania:

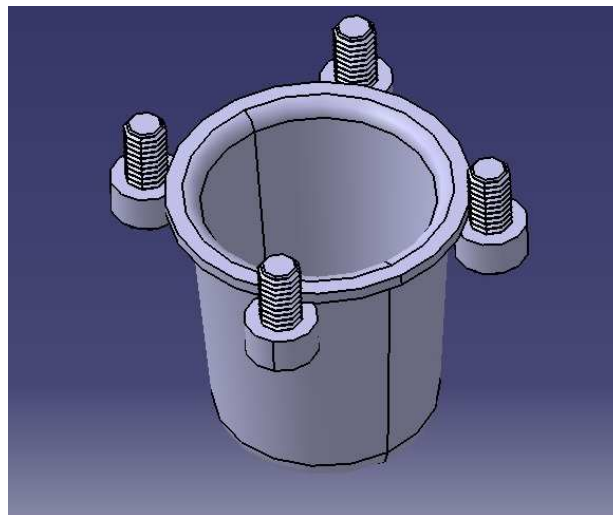
$$\delta_{ts}\rho C_p \frac{\partial T}{\partial t} - \nabla \cdot (k\nabla T) = Q - \rho C_p u \nabla T$$

gdzie:

- δ_{ts} is a time-scaling coefficient. (wsp. skalowania w czasie)
- ρ is the density. (gęstość)
- C_p is the heat capacity. (pojemność cieplna)
- k is the thermal conductivity tensor. (tensor przewodności cieplnej)
- Q is the heat source (or sink). (źródło ciepła)



Rys. 1.1



Rys 1.2

1.2. Przeprowadzone badanie

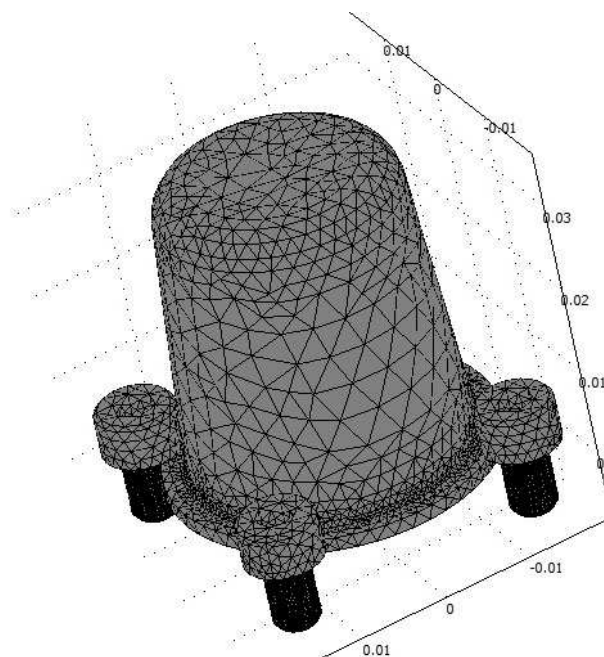
Mechanizm i wszystkie jego elementy powstał w program CATIA V5. Pierwszym krokiem, jaki wykonaliśmy aby przeprowadzić badanie było zaimportowanie rysunku 3D tłoka do programu COMSOL MULTIPHYSICS.

W systemie COMSOL nadaliśmy modelowi odpowiednie właściwości materiałowe według poniższej listy:

Parametry analizy:

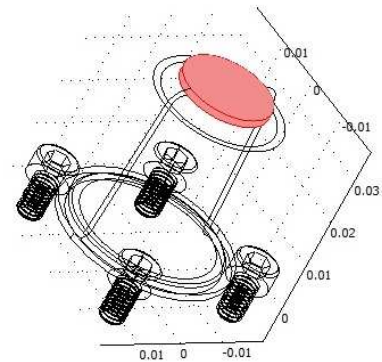
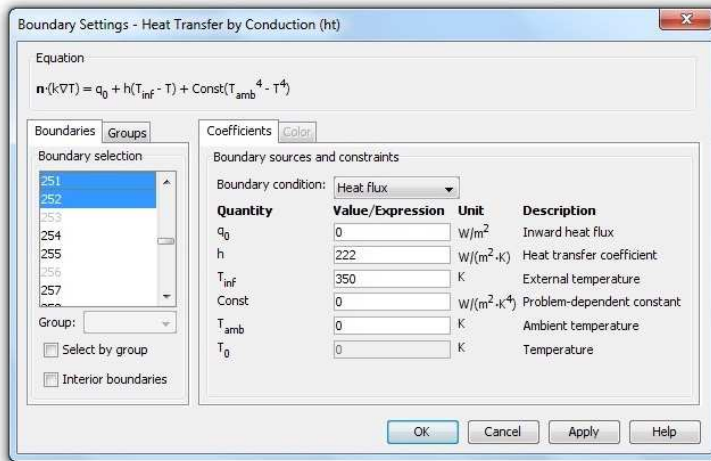
- Materiał (wybrany z bazy materiałowej programu COMSOL):
- Gatunek: Aluminium
- Współczynnik skalowania w czasie : $\delta_{st} = 1$
- Gęstość: $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$
- Ciepło właściwe: $C_p = 390 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$
- Temperatura początkowa: 293K
- Temperatura otoczenia: 273K
- Temperatura grzanego urządzenia: 273K

Następnie utworzyliśmy siatkę badanego elementu:

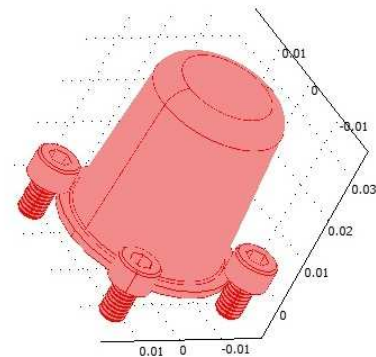
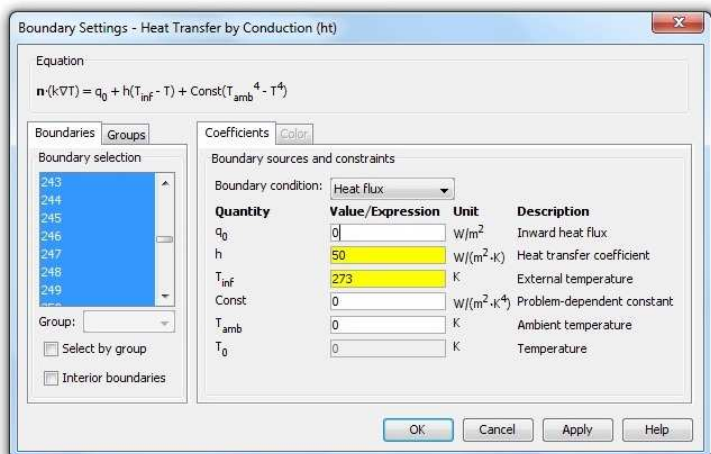


Rys. 1.3 Siatka.

W kolejnym etapie, w zakładce Boundary Settings, nadaliśmy warunki brzegowe. W elemencie tym proces nagrzewania postępuje od powierzchni górnej.

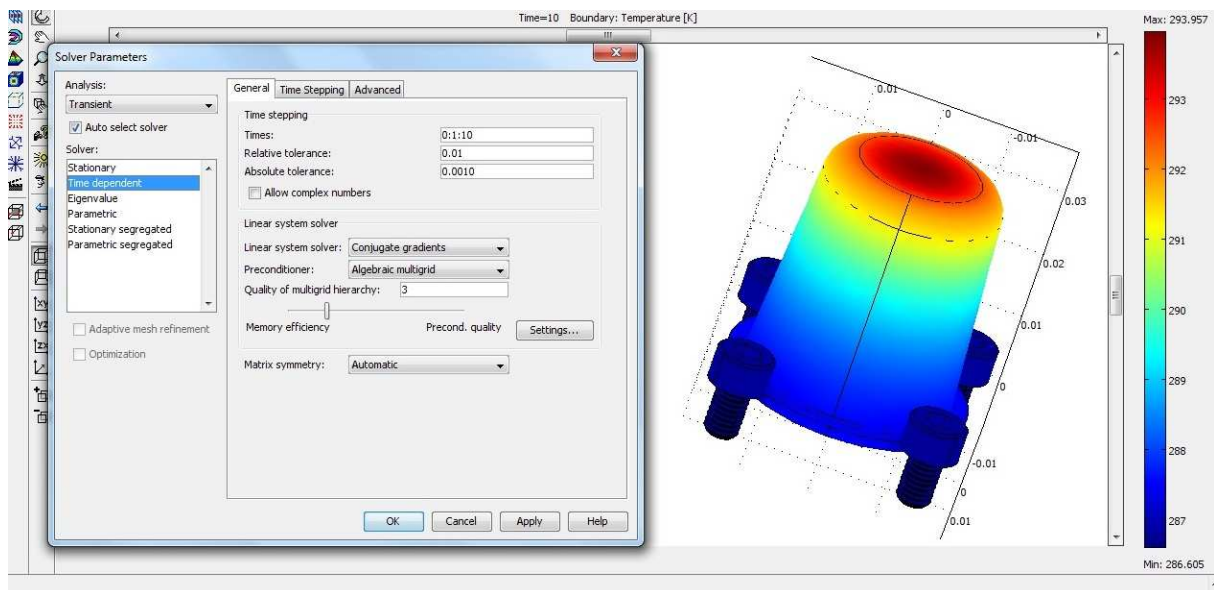


Rys. 1.3 Warunki brzegowe na czole obudowy



Rys. 1.4 Warunki brzegowe na pozostałych powierzchniach.

W końcowym etapie należy jeszcze ustalić zależność czasową. Po tej czynności, program CAMSOL generuje nam widok rozkładu temperatury dla danego czasu.



Rys. 1.5 Rozkład strumienia ciepła.

2. Odształcenie pod wpływem obciążenia

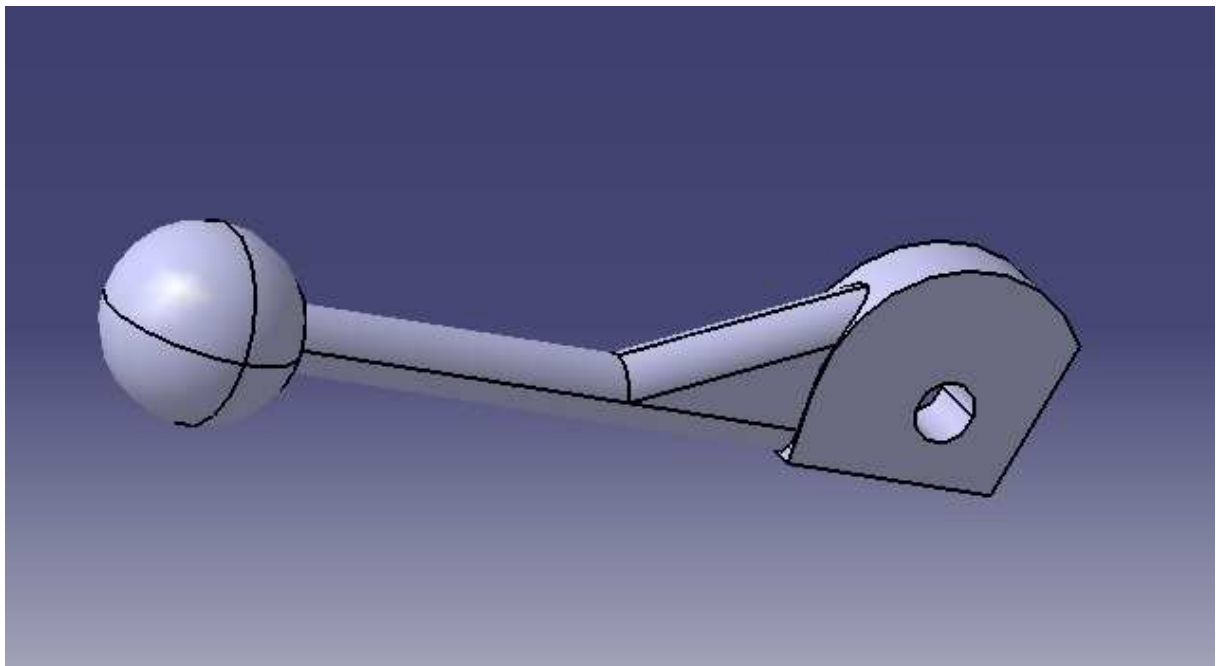
2.1. Opis modelu

Przedmiotem badań w drugiej części projektu jest drążek zmiany biegu maszyny.

Badanie polegać będzie na wyznaczeniu największego odkształcenia oraz na obserwacji zachowania się całej konstrukcji.

Do wykonania analizy program COMSOL używa następującego równania:

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \nabla \cdot c \nabla u = F$$



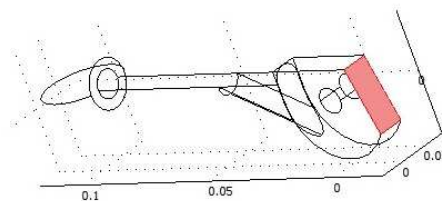
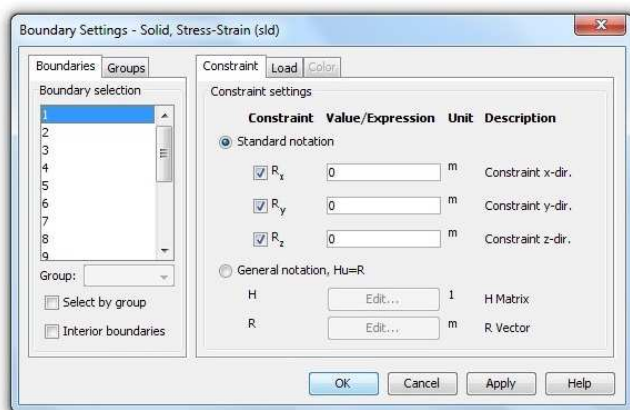
Rys. 2.1 Widok dźwigni.

Zadane parametry analizy:

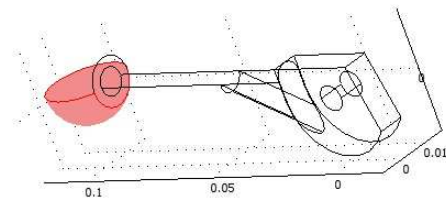
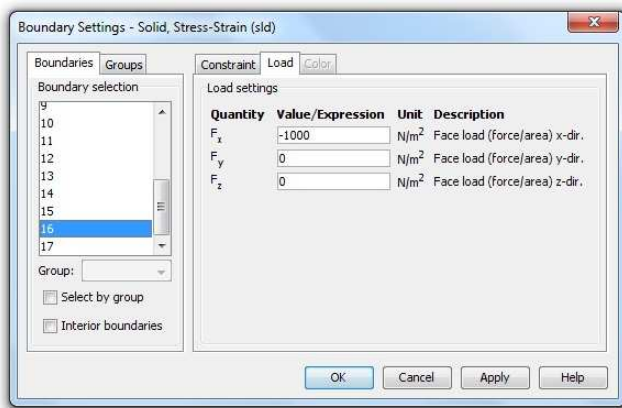
- Materiał (wybrany z bazy materiałowej programu COMSOL):
- Gatunek: stal
- Współczynnik skalowania w czasie : $\delta_{st} = 1$
- Gęstość: $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$

2.2. Przeprowadzone badanie

Po zaimportowaniu modelu z programu CATIA, należy zadać odpowiednie parametry materiałowe a następnie określić miejsca podpór i miejsce przyłożenia siły. Odbywa to się w zakładce Boundary Settings.

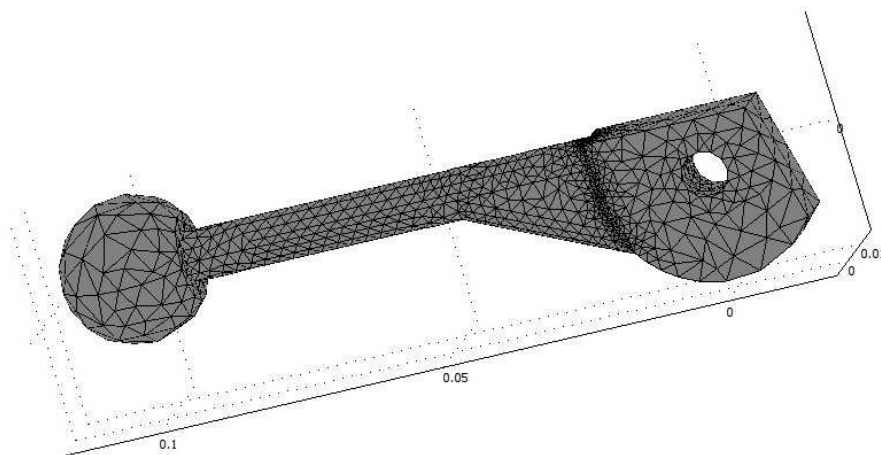


Rys. 2.2 Definiowanie podpory



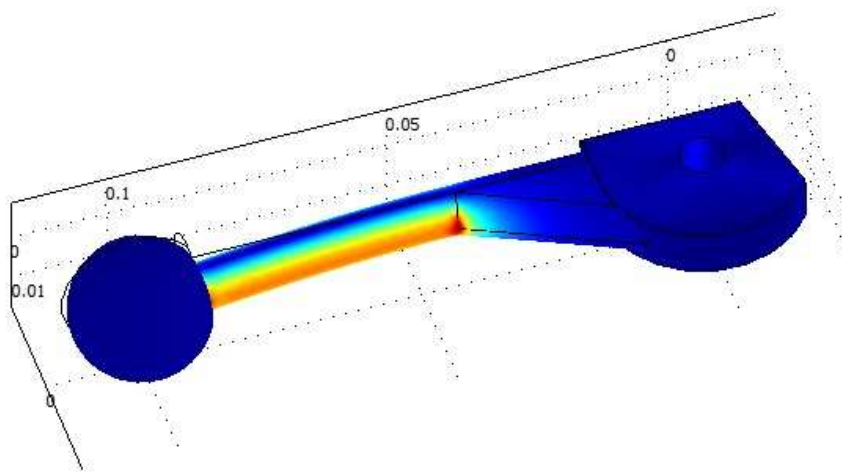
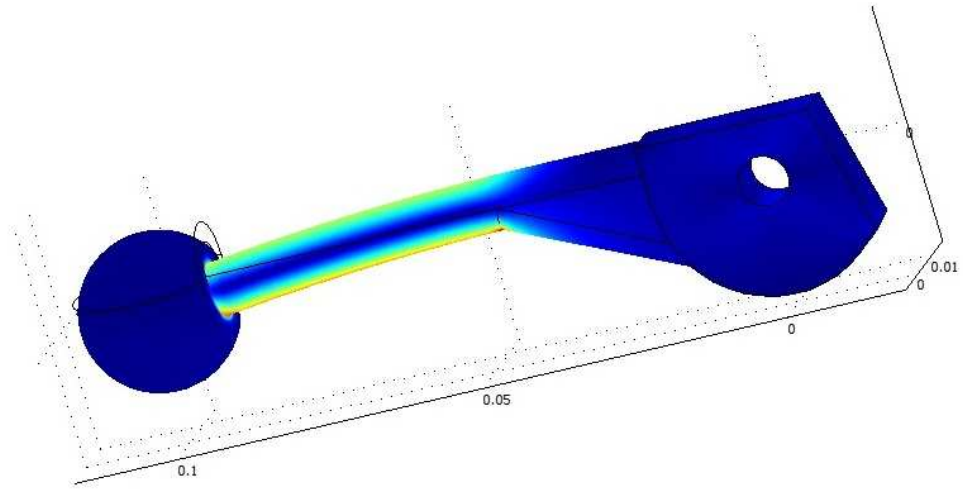
Rys. 2.3 Definiowanie miejsca przyłożenia siły.

Po tej czynności należy utworzyć siatkę elementu a następnie można analizować już otrzymane wyniki.



Rys. 2.4 Utworzona siatka.

Poniżej przedstawiony jest wynik badania. Zgodnie z naszymi przypuszczeniami, największe ugięcie wystąpiło w połowie górnej ściany ramy. Należy także zwrócić uwagę na odkształcenie w kierunku zewnętrznym bocznych ścian konstrukcji.



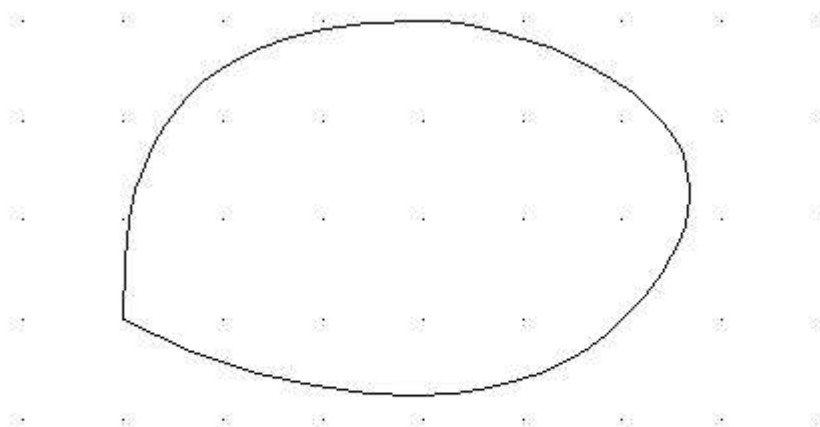
Rys. 2.5 oraz Rys. 2.6 Zdeformowany element.

3. Opływowość kamienia w wodzie.

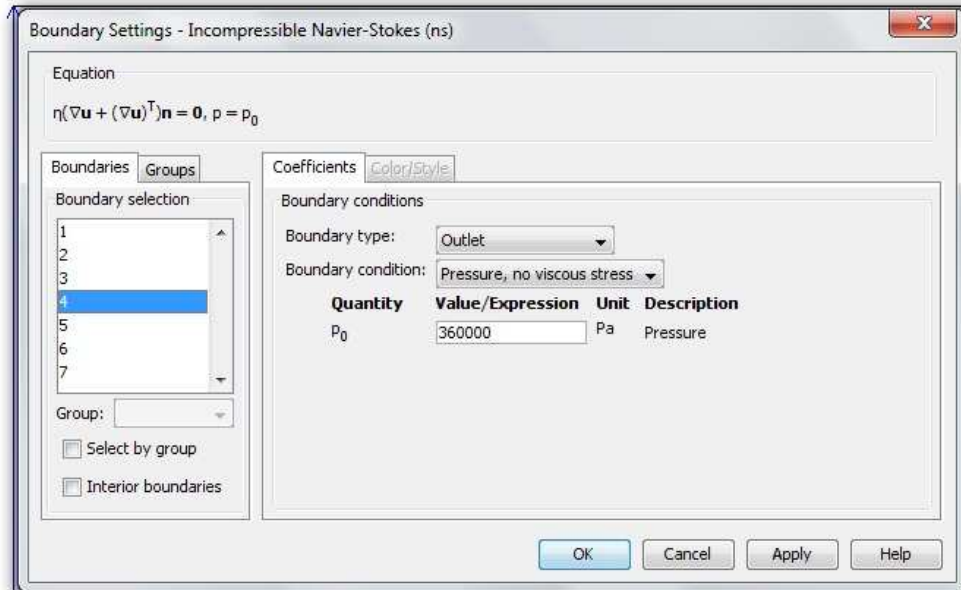
Przedmiotem badań w tym punkcie jest kamień. Badać będziemy jego opływowość w wodzie oraz zbadamy jak rozkładają się prędkości wokół niego.

3.1. Przeprowadzone badanie

Aby przeprowadzić badanie, musieliśmy za pomocą rysownika programu COMSOL, narysować przybliżony kształt piłki i określić obszar, w którym będzie odbywał się ruch, czyli określić warunki początkowe.

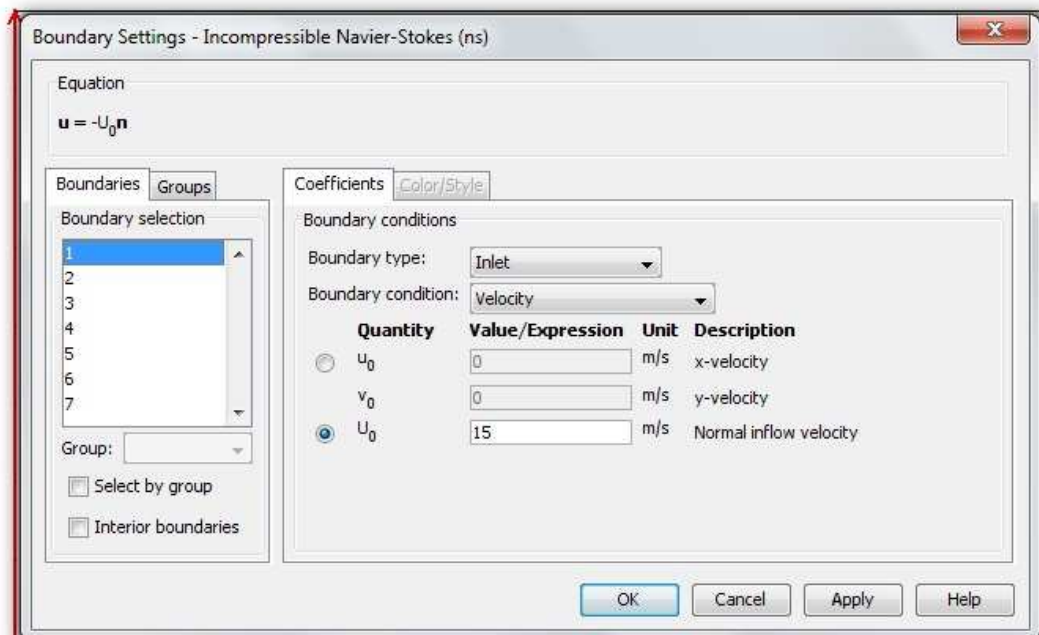


Rys 3.1 Kształt piłki w programie Comsol



Rys 3.2 Ustawienie wylotu

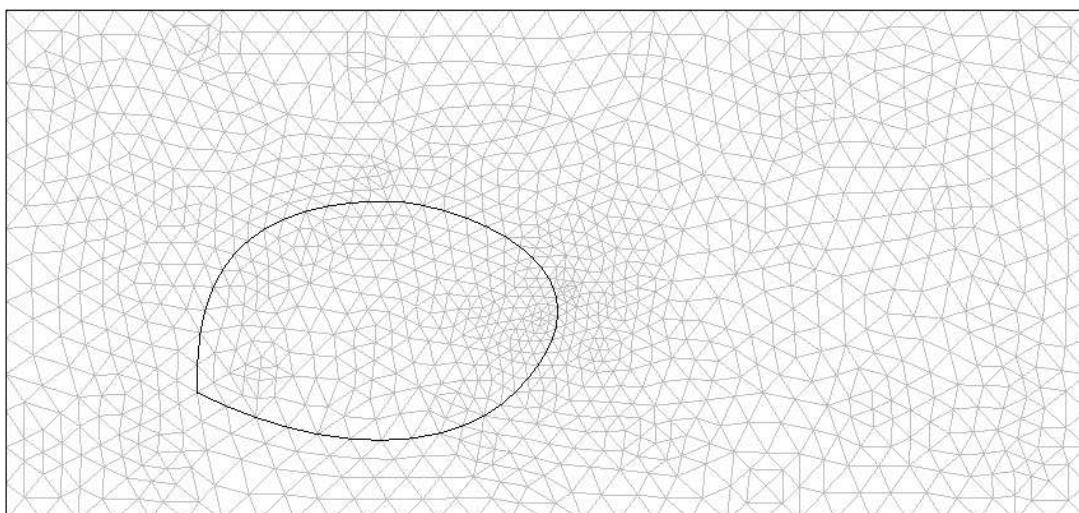
Ustaliliśmy, że lot odbywa się w lewą stronę. Dlatego lewą krawędź określiliśmy jako wlot, a prawą jako wylot. Przy wlocie ustawiliśmy prędkość powietrza na 15m/s, a przy wylocie ciśnienie równe 36 000 Pa.



Rys. 3.3 Ustawienie wlotu.

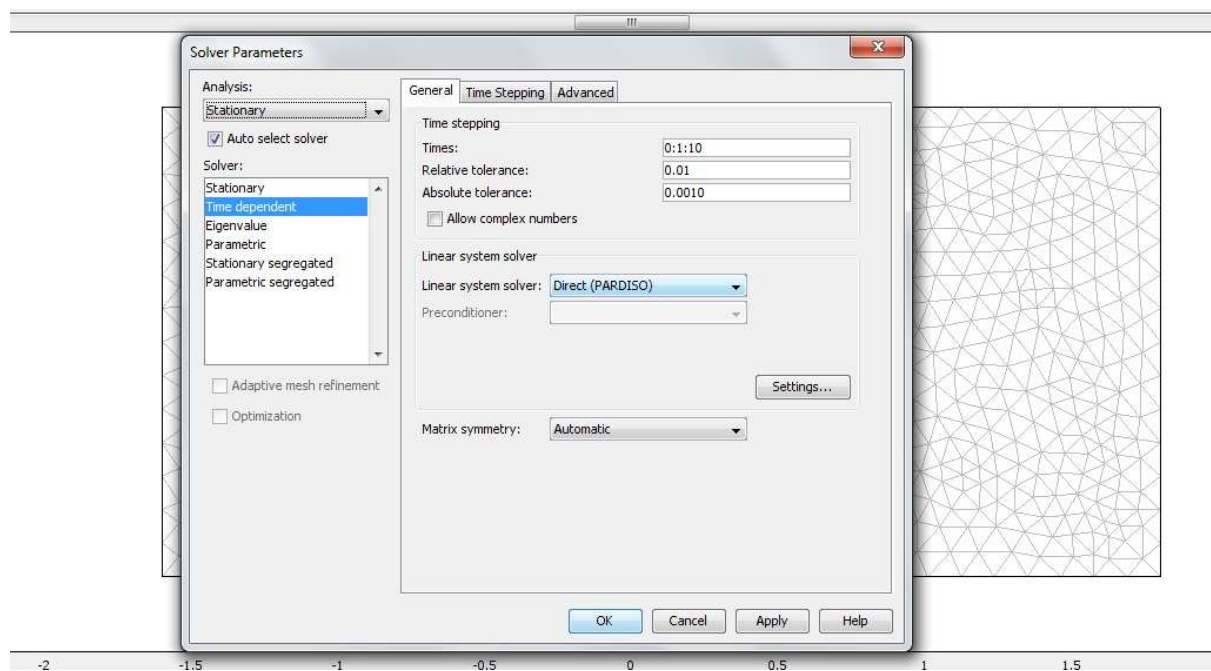
Piłkę w programie trzeba oznaczyć jako przeszkoda. Robi to się w odpowiedniej zakładce w Boundary Settings.

Następnie należy wygenerować siatkę trójkątną analizowanego zakresu:



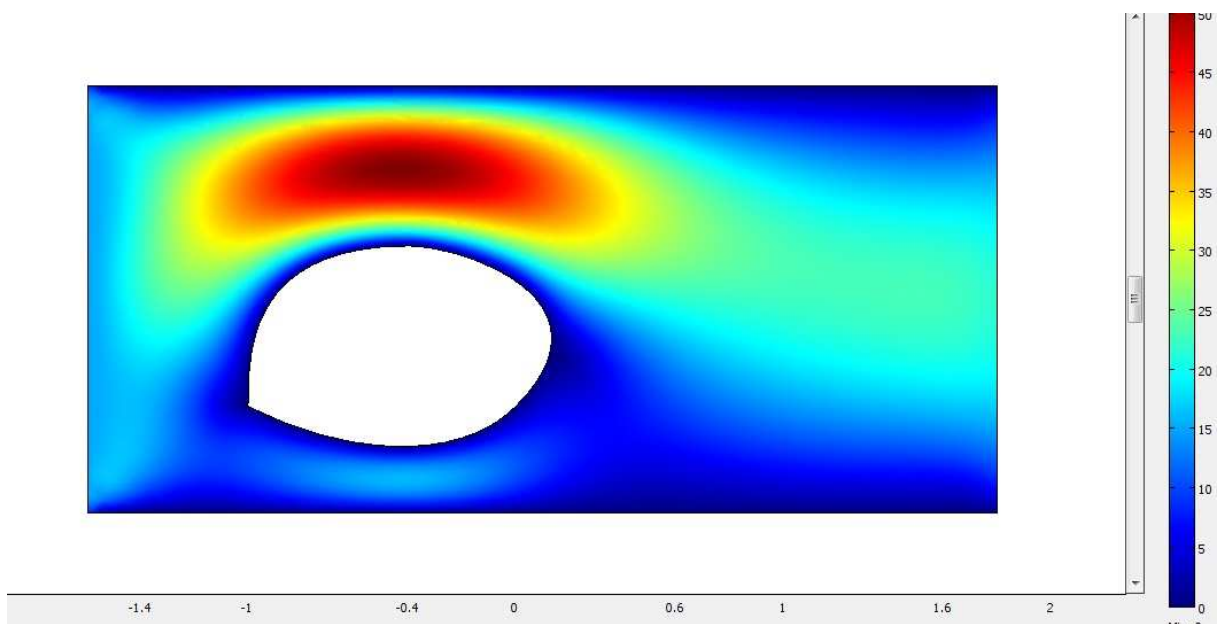
Rys 3.4 Siatka badanego zakresu

W zakładce Solver Parametrns należy ustawić odpowiednie ramy czasowe:

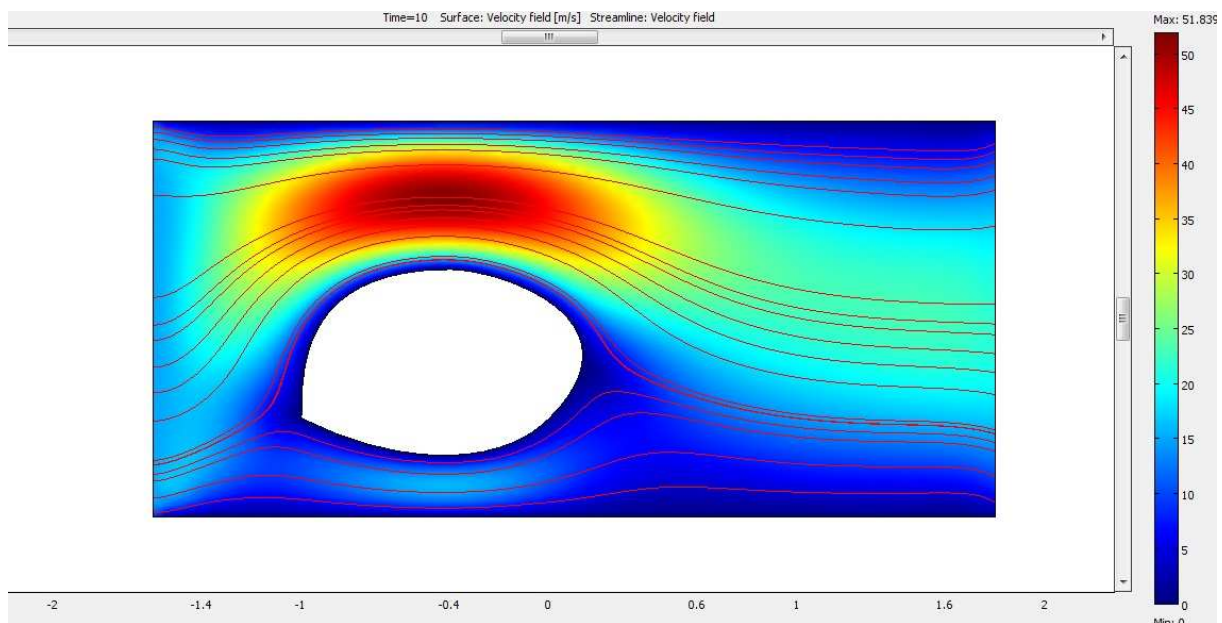


Rys 3.4. Ustawienie ram czasowych.

Po ustawieniu tych wszystkich parametrów można przejść do analizowania wyników. Na pierwszym rysunku widzimy rozkład ciśnień panujących wokół piłki podczas lotu. Zauważyć można dwa obszary mniej więcej na połowie piłki, w których ciśnienie jest największe i oznaczone jest na rysunku kolorem czerwonym.



Rys. 3.5 Zmiana ciśnienia podczas lotu



Rys 3.6 Optywanie kamienia przez wodę.

4. Wnioski

W naszym projekcie przedstawiliśmy tylko parę spośród setek możliwości programu. COMSOL Multiphysics pozwala na łatwe badanie, symulowanie i analizowanie złożonych zjawisk zachodzących w modelowanym systemie. Pozwala również na szybkie i wygodne tworzenie modeli, uruchamianie symulacji oraz wizualizację wyników. Jest stosowany w różnych obszarach zastosowań inżynierskich i naukowych takich jak: elektrotechnika, mechanika, inżynieria chemiczna, geofizyka, sterowanie, matematyka stosowana. W badanych systemach można opisywać wiele różnych zjawisk fizycznych i modelować je równocześnie, uzyskując wyniki bardzo dokładnie odzwierciedlające zachowanie rzeczywistego systemu.