

# PROJEKT

# LABOLATORATORYJNY MES

**Skład grupy:**

Taberski Piotr	IME
Jacków Mikołaj	IRW

**Prowadzący:**

prof. nadzw. Tomasz Stręka

## Zawartość pracy

1. Analiza rozchodzenia się ciepła
  - a) Opis detalu
  - b) Algorytm postępowania
  - c) Reprezentacja wyników
  
2. Analiza naprężeń
  - a) Charakterystyka przedmiotu
  - b) Algorytm postępowania
  - c) Reprezentacja wyników
  
3. Przepływ aerodynamiczny
  - a) Rysunek poglądowy
  - b) Algorytm postępowania
  - c) Reprezentacja wyników
  
4. Wnioski

# 1. Analiza rozchodzenia się ciepła

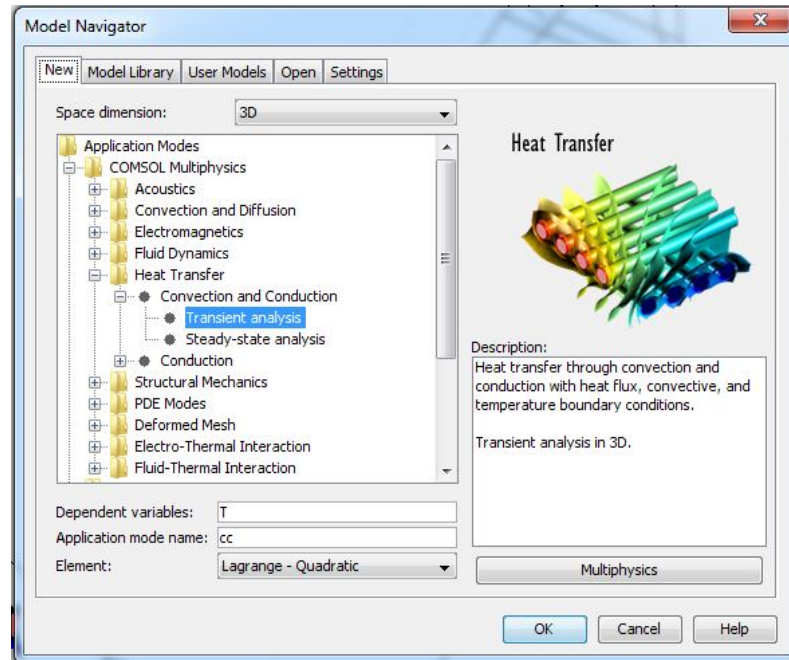
## a) Opis detalu

Przedmiot poddany analizie w tym module to widelec. Detal wykonany został w programie komputerowym Inventor 2012.



## b) Algorytm postępowania

1) Pierwszym etapem jest wybranie odpowiedniego modułu z menu rozwijanego po uruchomieniu programu.



Rysunek 1. Wybieranie odpowiedniego modułu

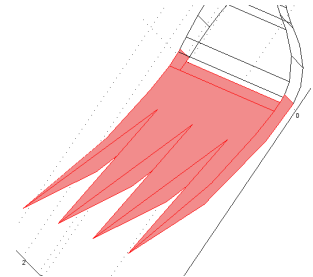
Ważnym krokiem w tym etapie jest zaznaczenie opcji 3D, aby można było poddać analizie element trójwymiarowy.

- 2) Kolejnym krokiem jest importowanie detalu z pliku zewnętrznego w formacie umożliwiającym odczyt przez Comsol'a. Format ten to .igs.

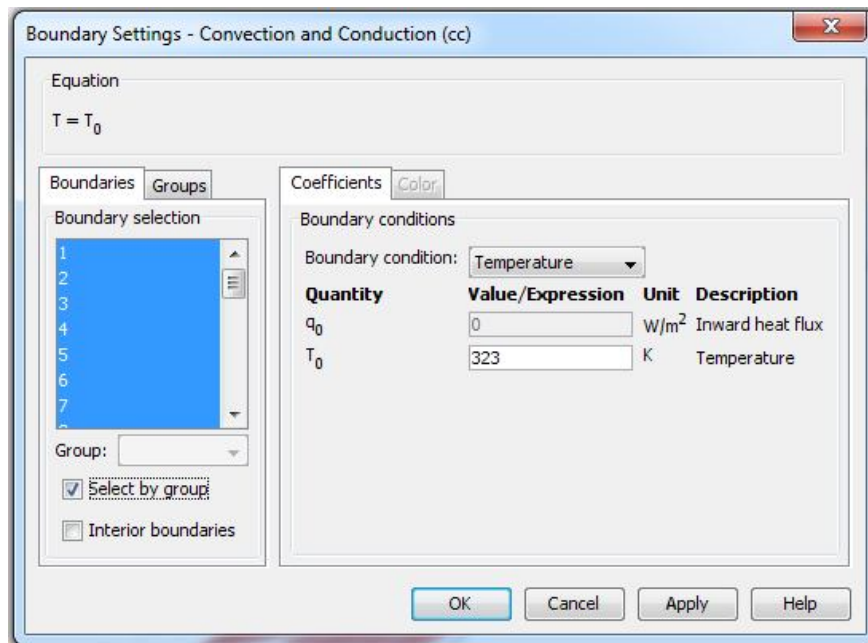
Import elementu wykonuje się przez wybranie następującej opcji z menu:

File --- Import --- CAD Data From file...

- 3) Gdy mamy już zaimportowany przedmiot należy określić warunki brzegowe charakterystyczne dla badania. Należy w tym module określić czy dane powierzchnie będą izolowane termicznie, czy też poddane odpowiedniej temperaturze. W naszym przypadku zostały oznaczone powierzchnie od 1-10 i poddane temperaturze 50°C czyli 323 K. Na rysunku 2 przedstawione zostały powierzchnie oznaczone.

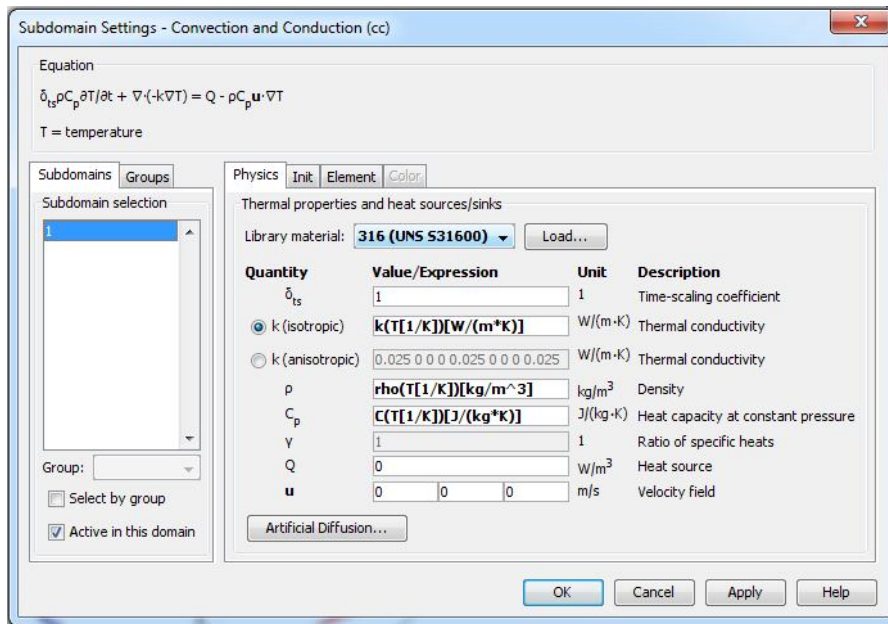


Rysunek 2. Oznaczone powierzchnie poddane temperaturze



Rysunek 3. Określenie warunków brzegowych

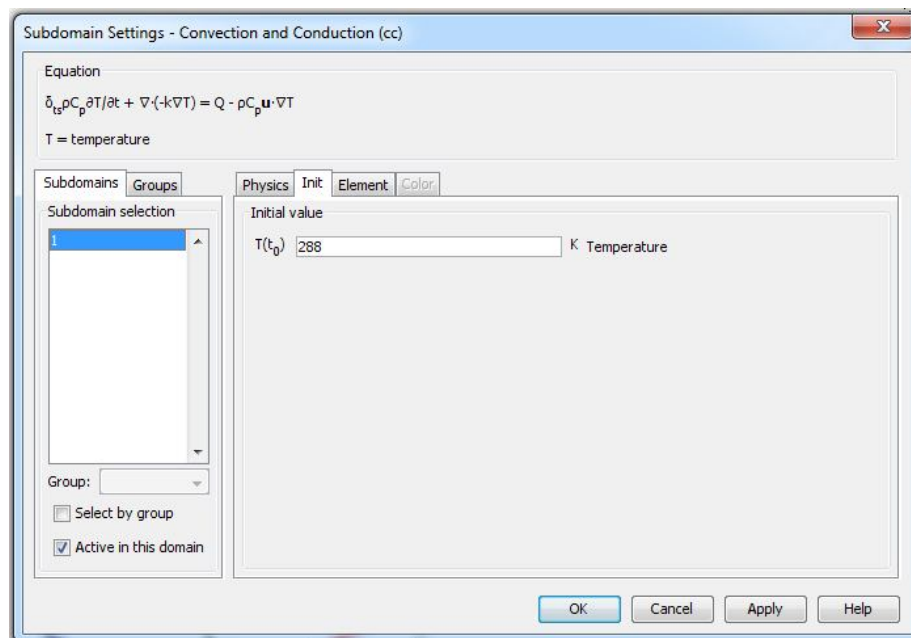
- 4) Etapem kolejnym po oznaczeniu warunków brzegowych jest określenie parametrów materiałowych i temperatury początkowej. Do tego celu służy zakładka Subdomain Settings.



Rysunek 4. Subdomain Settings

W tym okienku został dobrany materiał. Dla widelca został dobrany materiał: stal 316. Jest to stal nierdzewna, konieczna w przypadku wykonania prawdziwego detalu.

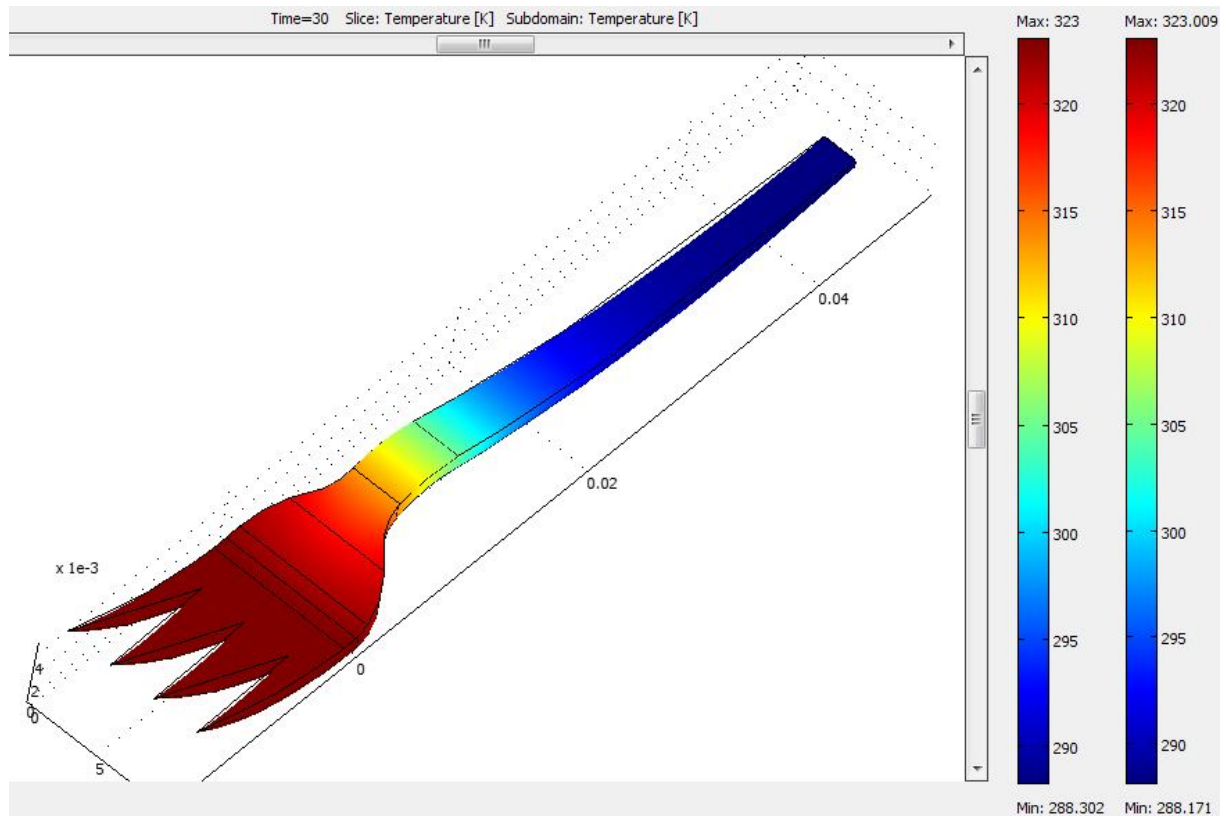
W kolejnej zakładce tego samego okienka ustalona została temperatura początkowa otoczenia. Było to 288 K.



Rysunek 5. Ustalenie temperatury początkowej

### c) Analiza wyników

Aby wykonać badania symulacyjne, w pierwszym etapie należy wygenerować siatkę elementów skończonych dla obiektu. W tym celu należy nacisnąć przycisk „Initialize Mesh” znajdujący się w zakładce głównej Mesh. Następnie z okienka „Solve” kolejno opcje Update Model i Get Initial Value. Ostatnim etapem jest kliknięcie przycisku Solve.



Rysunek 6. Wynik badania

W efekcie otrzymany zostaje otrzymany obraz rozkładu temperatury w czasie 30s nagrzewania.

Można zauważyć, że powierzchnie zaznaczone w warunkach brzegowych uzyskały temperaturę bliską maksymalnej czyli ok. 323K. Wraz z długością trzpienia temperatura maleje by osiągnąć 288,302 K.

Dzięki tej analizie można zaobserwować i przewidzieć rozkład temperatury rozchodzącej się w całym przekroju, co może być pomocne przy badaniu i tworzeniu elementów pracujących w zakresie wysokich temperatur.

## 2. ANALIZA NAPRĘŻEŃ

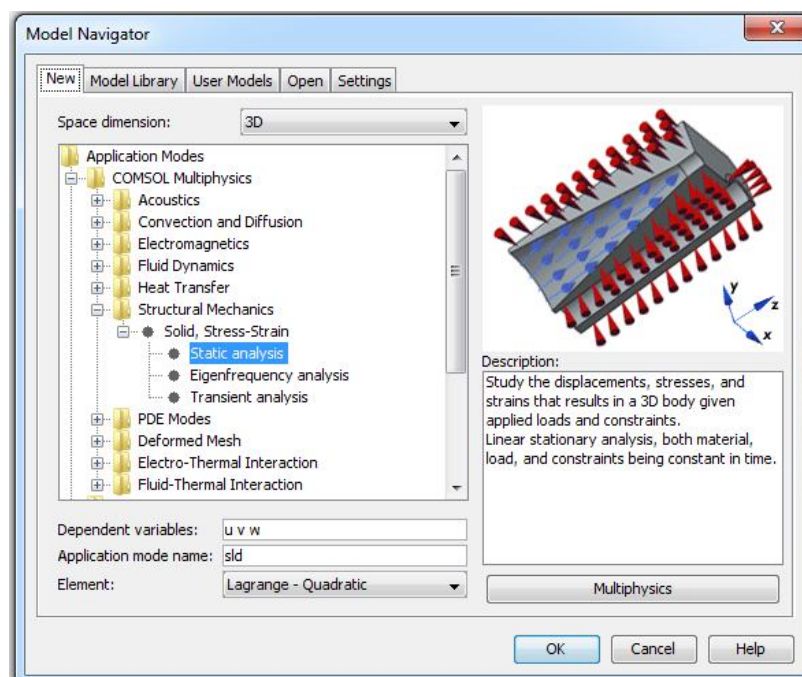
### a) Charakterystyka przedmiotu

Przedmiot poddany analizie naprężeń to klamka wykonana ze stali.



### b) Algorytm postępowania

- 1) Pierwszym etapem jest wybranie odpowiedniego modułu. Ten ma za zadanie analizę naprężeń w przedmiocie pod wpływem obciążenia siłą zewnętrzną.



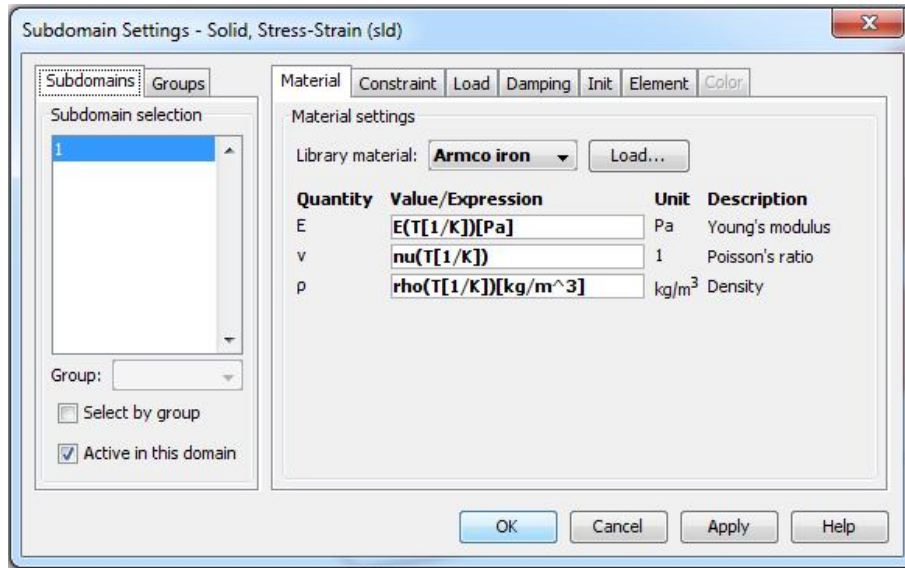
Rysunek 7. Wybranie odpowiedniego modułu

- 2) Kolejnym krokiem jest importowanie detalu z pliku zewnętrznego w formacie umożliwiającym odczyt przez Comsol'a. Format ten to .igs.

Import elementu wykonuje się przez wybranie następującej opcji z menu:

File --- Import --- CAD Data From file...

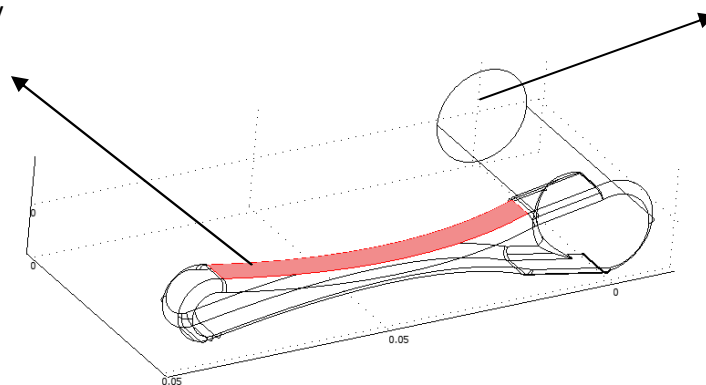
- 3) Po zaimportowaniu detalu należy określić jego materiał. W tym celu należy wybrać odpowiedni z menu Subdomain Settings. Została dobrana podstawowa stal oferowana przez program Comsol.



Rysunek 8. Wybór materiału

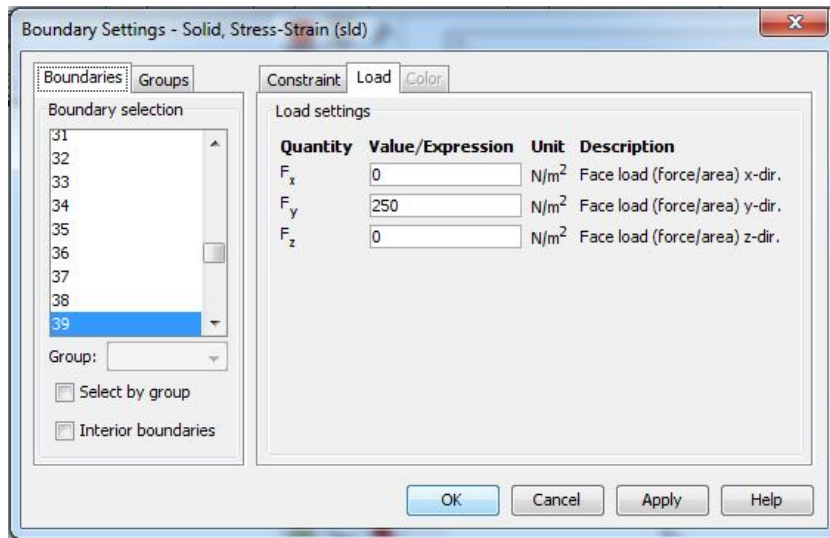
- 4) Następnym etapem jest określenie warunków brzegowych. W zakładce Boundare Settings określona została płaszczyzna nieruchoma, którą było czoło fragmentu walcowego. Kolejnym ruchem w tej zakładce jest ustalenie siły działającej na daną powierzchnię. Siła dobrana została jako 25kg nacisku, czyli 250N.

Powierzchnia poddana działaniu siły



Powierzchnia utwierdzona na sztywno

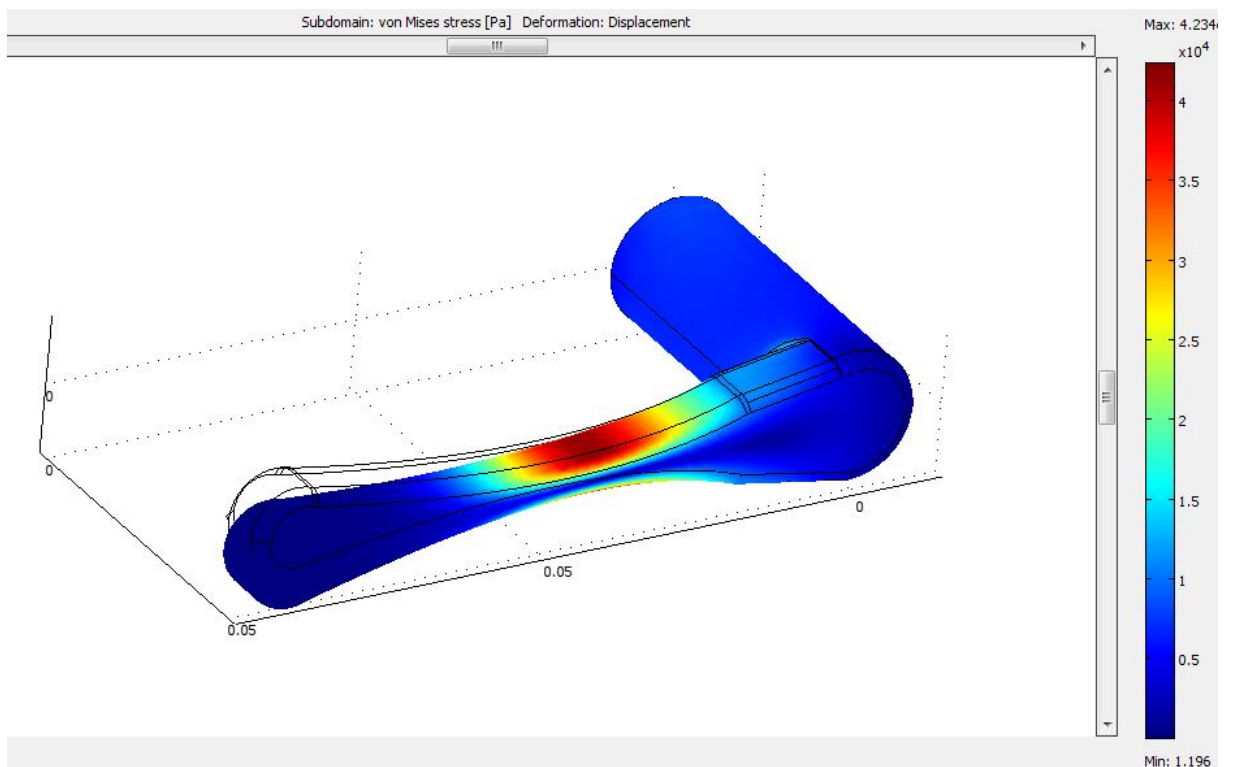




Rysunek 9. Warunki brzegowe

c) Analiza wyników

Przedmiot poddany analizie naprężeń uległ odkształceniom pod wpływem naprężeń wywołanych siłą nacisku. Kumulacja naprężeń znalazła miejsce na przewężeniu trzpienia klamki. Naprężenie maksymalne, zaznaczone kolorem czerwonym przedstawione na rysunku 10, wynoszą  $4,236 \times 10^4$  Pa, czyli 4,24 MPa. Odkształcenia jakie powoduje to naprężenie reprezentuje przesunięcie końca klamki w osi pionowej o  $1,352 \times 10^{-7}$  m. Jest to wartość odpowiadająca 1,35um

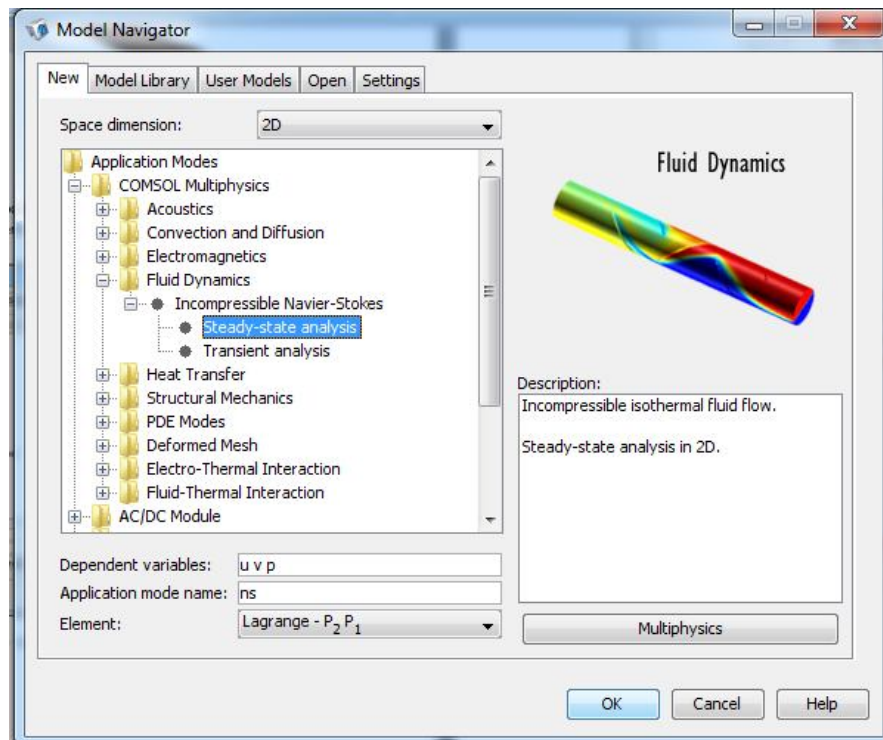


Rysunek 10. Analiza naprężeń

### 3. PRZEPLYW AERODYNAMICZNY

- a) Założeniem projektowym była analiza aerodynamiczna samochodu typu pickup. Wybór padł na ten typ ponieważ kłapa paki wprowadzać może niekorzystne zawirowania aerodynamiczne.
- b) Algorytm ustawiania parametrów

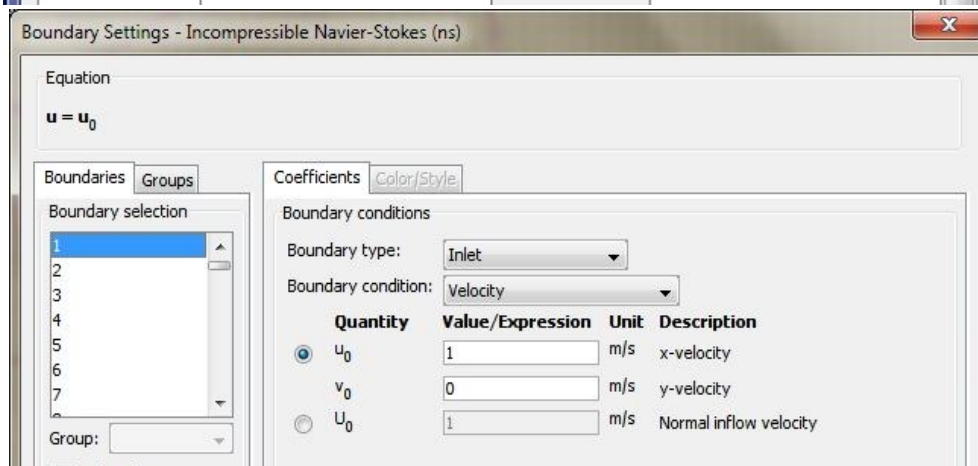
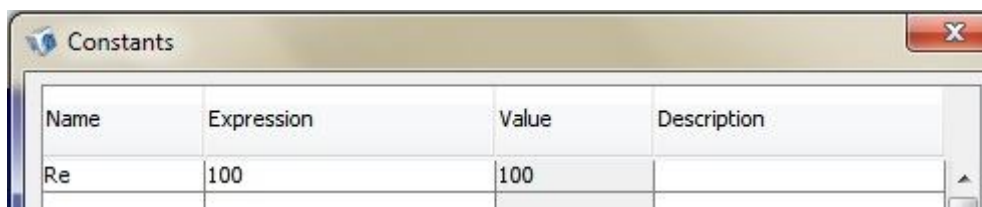
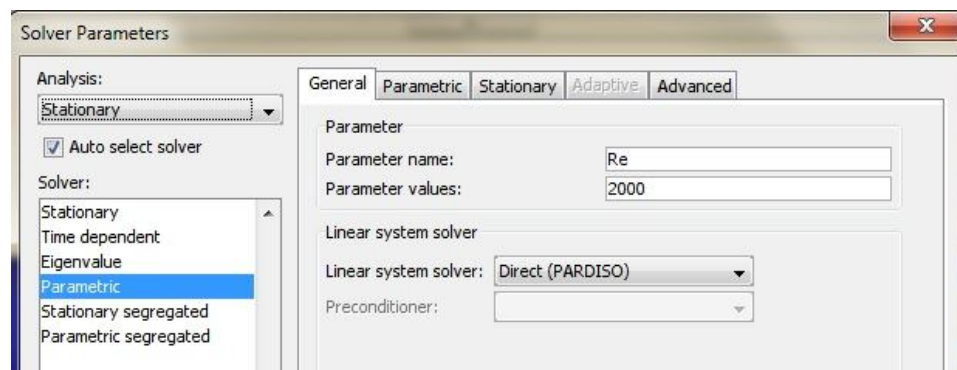
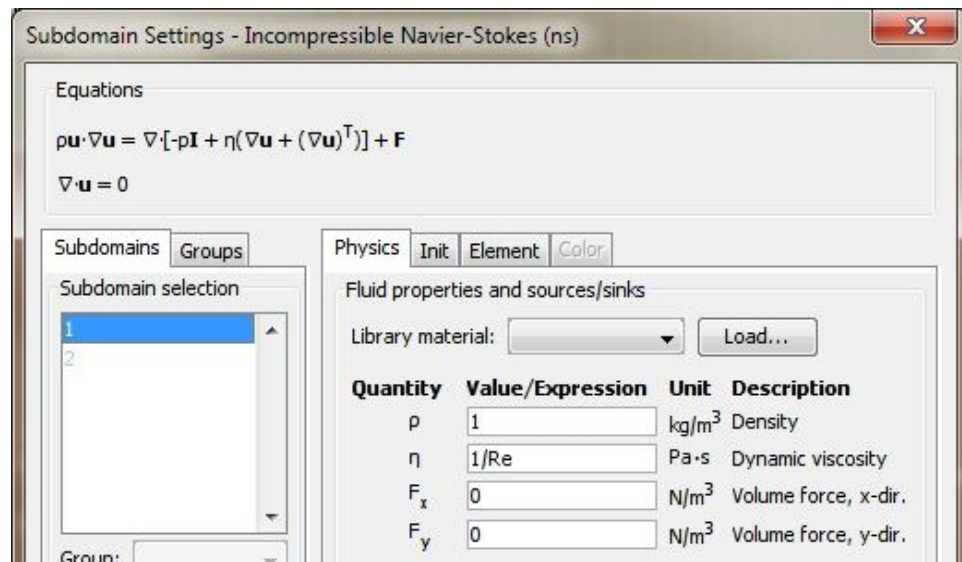
1) Na początku należało wybrać odpowiedni moduł programu którym jest: Fluid Dynamics -> Incompressible Navier – Stokes -> Steady – State analysis



Rysunek 11. Wybieranie modułu

2) Kolejną rzeczą jaką należy zrobić to narysować samochód oraz prostokąt który będzie służył jako tunel aerodynamiczny. Następnie wycięto w prostokącie kształt narysowanego wcześniej auta.

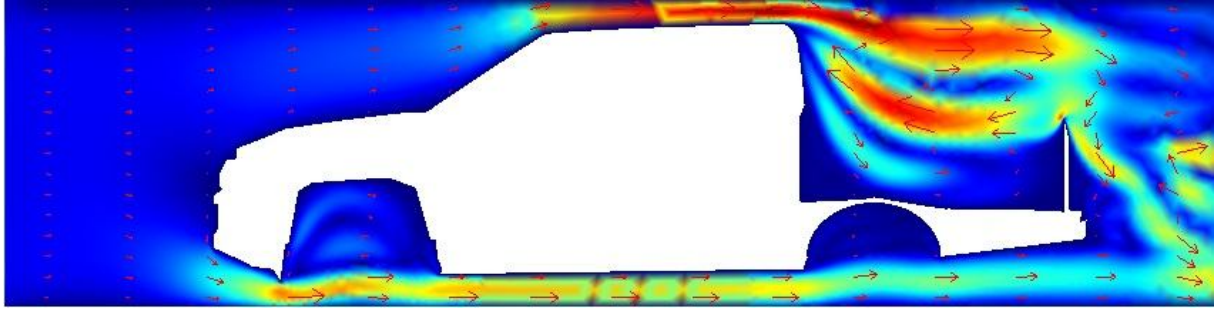
3) Po przygotowaniu rysunku należało ustawić: subdomain settings, boundary settings oraz określić liczbę Re w zakładce options -> constans.



Rysunek 12. ustawienia parametrów badań

### c) Analiza wyników

Auto w przedniej części na wysokości zderzaka najbardziej hamuje przepływ powietrza. Powietrze natomiast płynnie rozchodzi się nad maską i pod podwoziem. Dzięki odpowiedniej konstrukcji aerodynamicznej w nadkolach nie ma dużych zawirowań. Największe zawirowania strumienia powietrza wystąpiły tuż za kabiną czyli na pace pick up'a. Powodują te zawirowania swoistego rodzaju poduszkę powietrzną, przez co wzrasta opór powietrza.



Rysunek 13. rozchodzenie się strumienia powietrza

## 4. WNIOSKI

Program Comsol Multiphysic 3.4 to narzędzie uniwersalne do przeprowadzania badań z szerokiego zakresu mechaniki konstrukcyjnej, czy też płynów. Pozwala na przeprowadzenie symulacji zachowania danego obiektu technicznego jeszcze przed wprowadzeniem go do produkcji. Umożliwia to wprowadzenie poprawek w aspektach tego wymagających. Kompatybilność formatowa z najpopularniejszymi programami konstrukcyjnymi pozwala na importowanie modeli o złożonych kształtach. Sam Comsol pozwala na tworzenie szkiców 2D oraz prostych brył 3D.

Analiza rozchodzenia się temperatury w danym obiekcie pod wpływem nagrzewania, daje nam w wyniku przedstawiony w kolorze jej rozkład w całym przekroju. O ile przypadek rozchodzenia się naprężeń i odkształceń jest opcją możliwą do wyliczenia nieskomplikowanymi równaniami inżynierskimi, o tyle rozkład temperatury albo przepływ aerodynamiczny wymaga większego nakładu obliczeń. Dzięki programowi Comsol istnieje możliwość szybszej analizy złożonych elementów.

Badania związane z rozkładem naprężeń i odkształceń z nimi związanych, pozwalają na symulację wszelkich konstrukcji stosowanych w budowie maszyn i nie tylko. Największą zaletą jest możliwość dodawania i kumulowania kilku złożonych sił działających w różnych kierunkach. Dzięki temu nawet osoba nie posiadająca wiedzy odnośnie równań wytrzymałościowych może szybko i skutecznie dokonać analizy.

Analiza aerodynamiczna umożliwia przeprowadzenie badań związanych z wszelkimi zawirowaniami strumienia opływającego dany obiekt. Jest to ważna czynność wykonywana przy

projektowaniu urządzeń/przedmiotów pracujących w warunkach przeważnie zewnętrznych. Nieodzownym elementem projektowania samochodu czy samolotu jest przeprowadzenie eksperymentów w tunelu aerodynamicznym. Jednak tańszą metodą i owocującą w szybsze wyniki jest ta komputerowa. Nie można zastąpić rzeczywistego badania wirtualnym, jednak pozwala to drugie na wprowadzenie bieżących poprawek projektowych.