

Politechnika Poznańska



Metoda Elementów Skończonych

Prowadzący:

dr hab. T.Stręk, prof. nadzw.

Wykonali:

Stepnowska Anna

Stepnowska Małgorzata

Spis treści

1. Analiza wymiany ciepła w lampie halogenowej.....	3
1.1 Charakterystyka przedmiotu	3
1.2 Analiza modelu	4
1.2.1 Warunki brzegowe	5
1.2.2 Wygenerowanie siatki	7
1.2.3 Wyniki analizy	7
1.3 Wnioski.....	8
2. Analiza obciążenia statycznego na podstawie krzesła barowego	8
2.1 Charakterystyka przedmiotu	8
2.2 Analiza modelu	9
2.2.1 Warunki brzegowe	10
2.2.2 Wygenerowanie siatki	13
2.3 Wyniki analizy	13
2.4 Wnioski.....	14
3. Obliczeniowa mechanika płynów- analiza opływu samochodu ciężarowego.....	14
3.1 Charakterystyka przedmiotu	14
3.2 Analiza modelu	15
3.2.1 Warunki brzegowe	16
3.2.2 Wygenerowanie siatki	18
3.3 Wyniki analizy	18
3.4 Wnioski.....	19

1. Analiza wymiany ciepła w lampie halogenowej

Analizę przepływu ciepła przeprowadzono na przykładzie lampy halogenowej do oświetlenia głównego wejścia. Celem badania było sprawdzenie jak rozchodzi się ciepło w lampie wykonanej z tworzywa sztucznego.

1.1 Charakterystyka przedmiotu

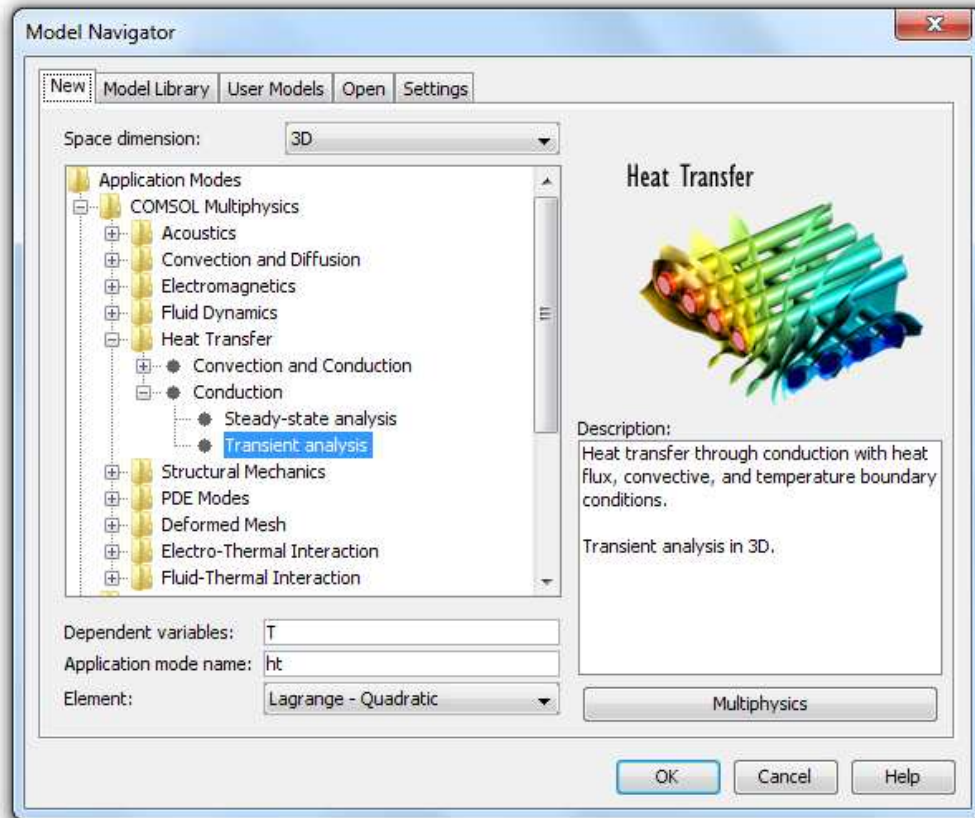
Lampa halogenowa jest rodzajem elektrycznego źródła światła. Jest to żarówka z żarnikiem wolframowym, wypełniona gazem szlachetnym z niewielką ilością halogenu (czyli fluorowca, np. jodu), który regeneruje żarnik, przeciwdziałając jego rozpylaniu, a tym samym ciemnieniu bańki od strony wewnętrznej. Zaletą lamp halogenowych są niewielkie rozmiary, brak konieczności stosowania układów zapłonowych, szybki zapłon, niewielkie straty strumienia świetlnego w okresie eksploatacji, możliwość stosowania ściemniaczy oraz wysoki poziom wskaźnika oddawania barw. Wadą jest niewielka skuteczność, która wynika z zamiany dużej części energii elektrycznej na ciepło co wiąże się z ich nagrzewaniem. Ich trwałość w porównaniu do lamp wyładowczych, czy lamp LED jest również mniejsza, jednakże posiadają dłuższy czas pracy oraz dwa razy większą żywotność od tradycyjnej żarówki.



Rys. 1 Badana lampa halogenowa

1.2 Analiza modelu

Do wykonania analizy rozkładu temperatury wykorzystana została aplikacja: Heat Transfer by Conduction.



Rys. 2 Aplikacja Heat Transfer by Conduction

Równanie przewodnictwa ciepła wygenerowane w programie ma postać:

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

gdzie:

δ_{ts} – współczynnik skalowania czasu

ρ – gęstość materiału [kg/m^3]

C_p – ciepło właściwe [$J/kg \cdot K$]

T – temperatura [K]

t – czas [s]

∇ – operator Nabla

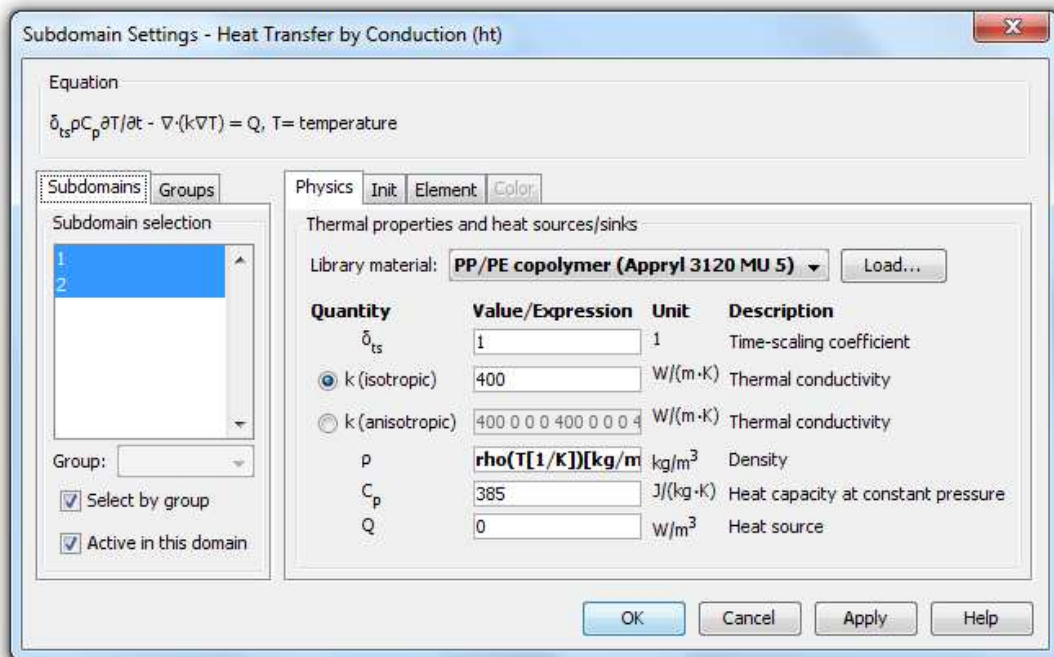
k – współczynnik przewodzenia ciepła [$w/m^2 \cdot K$]

Q – ciepło [J]

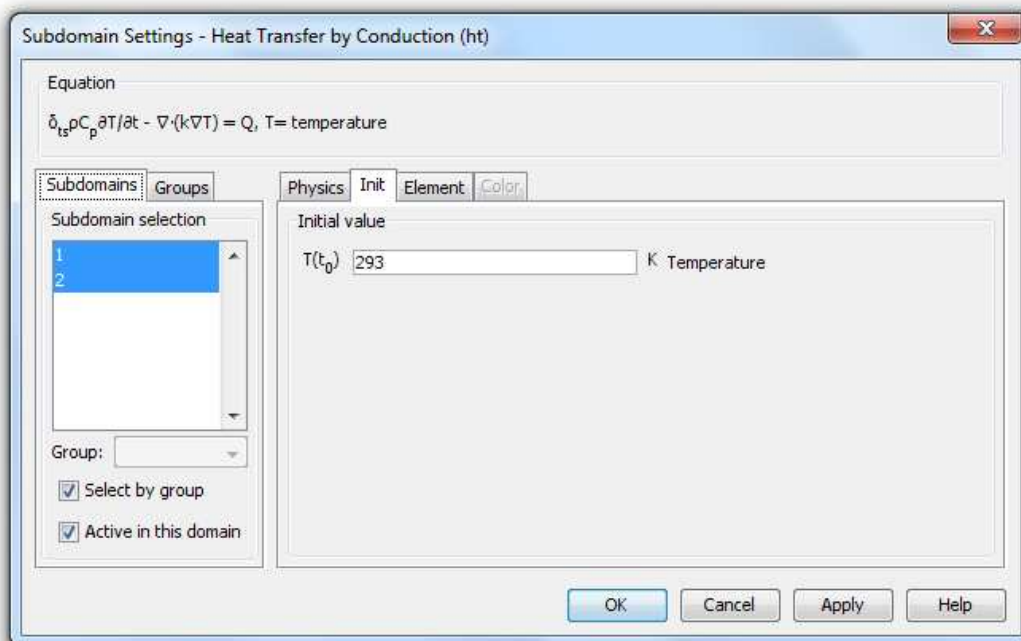
Przyjęto, że lampa halogenowa ma temperaturę początkową 293K. Analizę przeprowadzono dla podgrzanej osłony żarówki do temperatury 343K przez czas 1000s, a pomiary były przeprowadzane co 100s.

1.2.1 Warunki brzegowe

W celu przeprowadzenia analizy przepływu ciepła w lampie halogenowej przyjęto materiał jako polipropylen.

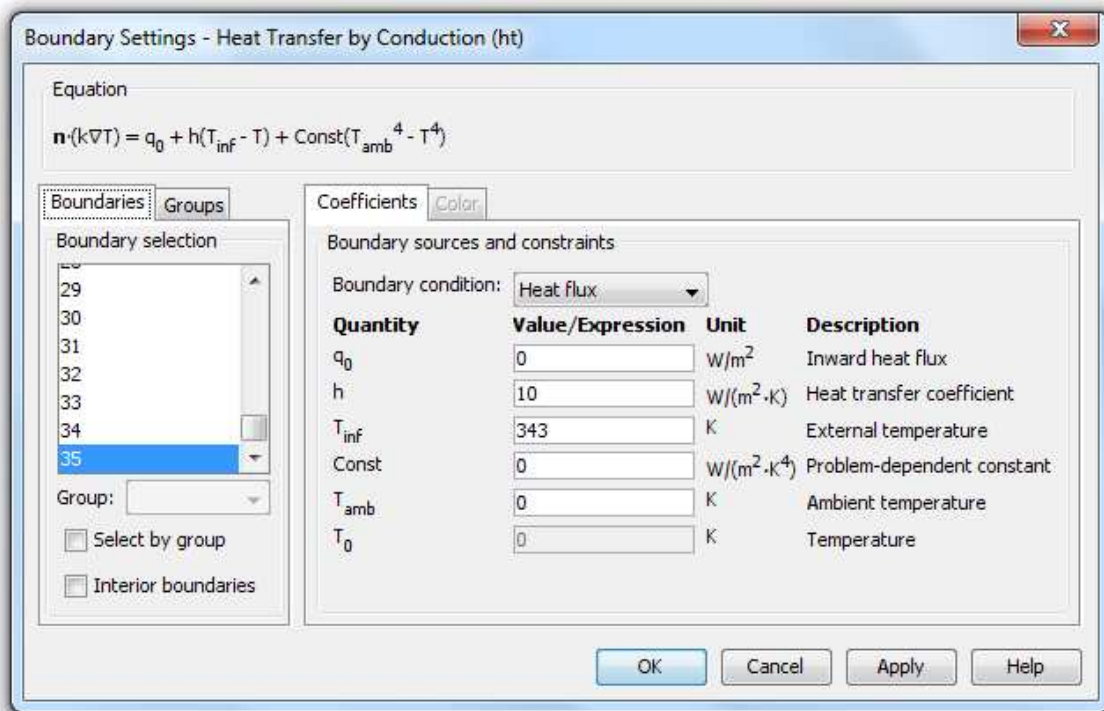


Rys. 3 Warunki początkowe-wybór materiału

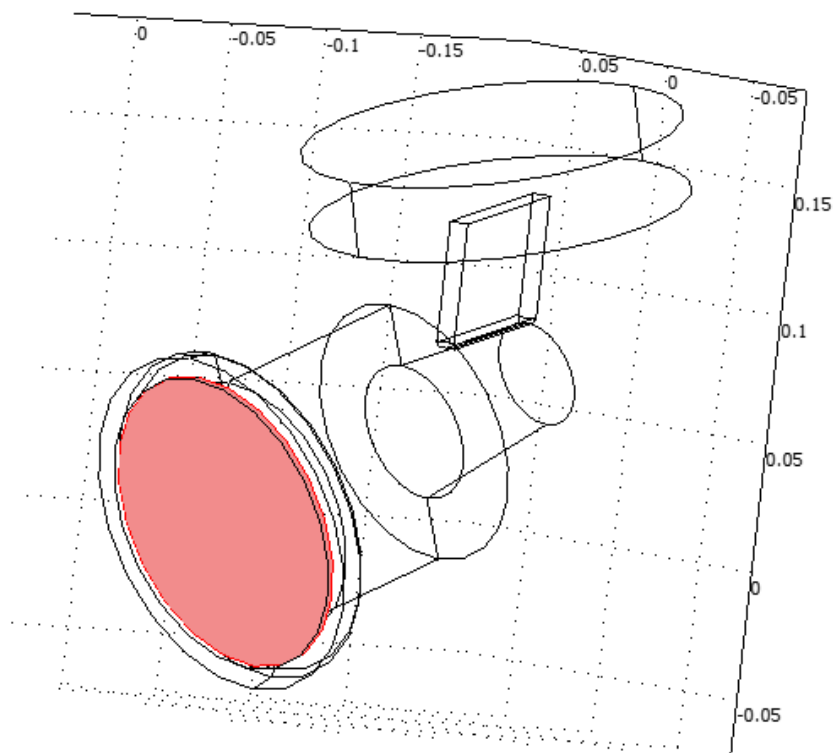


Rys. 4 Warunki początkowe -temperatura początkowa

Warunki brzegowe zostały zadane w miejscu osłony lampy halogenowej poprzez zadanie temperatury 343K i współczynnika przejmowania ciepła o wartości 10W/(m²*K).



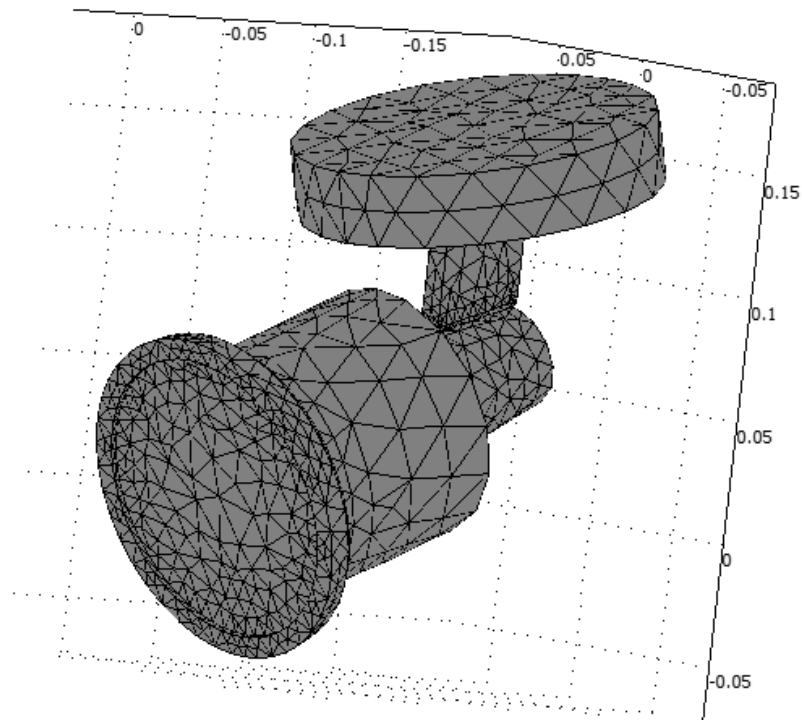
Rys. 5 Parametry warunków brzegowych



Rys. 6 Miejsce ustanowionych warunków brzegowych

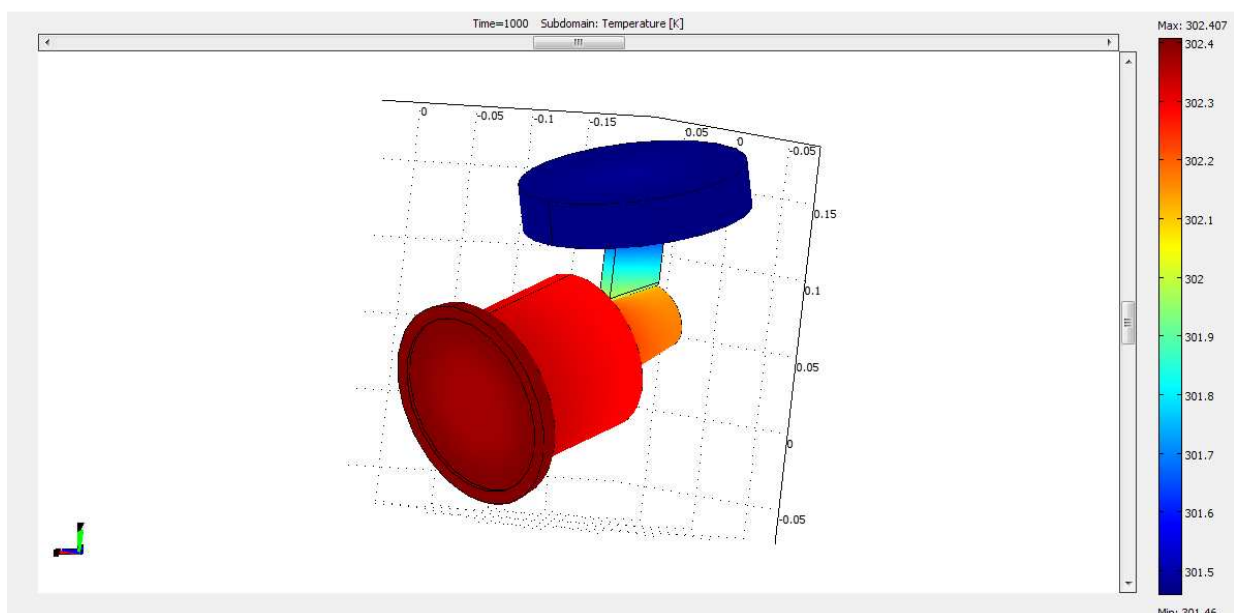
1.2.2 Wygenerowanie siatki

Ustalenie wartości czasu pozwala na przeprowadzenie analizy dla czasu odpowiadającego rzeczywistej pracy elementu w warunkach. Kolejnym krokiem było wykonanie siatki modelu (podział na skończoną liczbę elementów o geometrii trójkąta).



Rys. 7 Wygenerowana siatki trójkątów

1.2.3 Wyniki analizy



Rys. 8 Rozkład temperatury w zaworze

1.3 Wnioski

Z przeprowadzonej analizy można zauważyć, że lampa halogenowa nagrzała się w całej swej objętości. Najwyższa temperatura występuje w miejscu zadania warunku brzegowego, czyli na osłonie żarówki halogenowej i wynosi ona 302,4K. Element nagrzewał się przez czas 1000s. Po upływie tego czasu uchwyt lampy nagrzał się do temperatury 301,5K. Doświadczenie miało na celu zobrazować w jaki sposób nagrzewają się poszczególne partie elementu. Rozchodzenie się ciepła jest związane z rozkładem temperatury i jest zależne od czasu nagrzewania, rodzaju materiału oraz od temperatury otoczenia.

2. Analiza obciążenia statycznego na podstawie krzesła barowego

Elementem poddawany obciążeniom, w wyniku których powstał rozkład naprężeń i przemieszczeń będzie krzesło barowe. Analizy te pozwolą na zobrazowanie odkształceń powstałych pod wpływem działających sił.

2.1 Charakterystyka przedmiotu

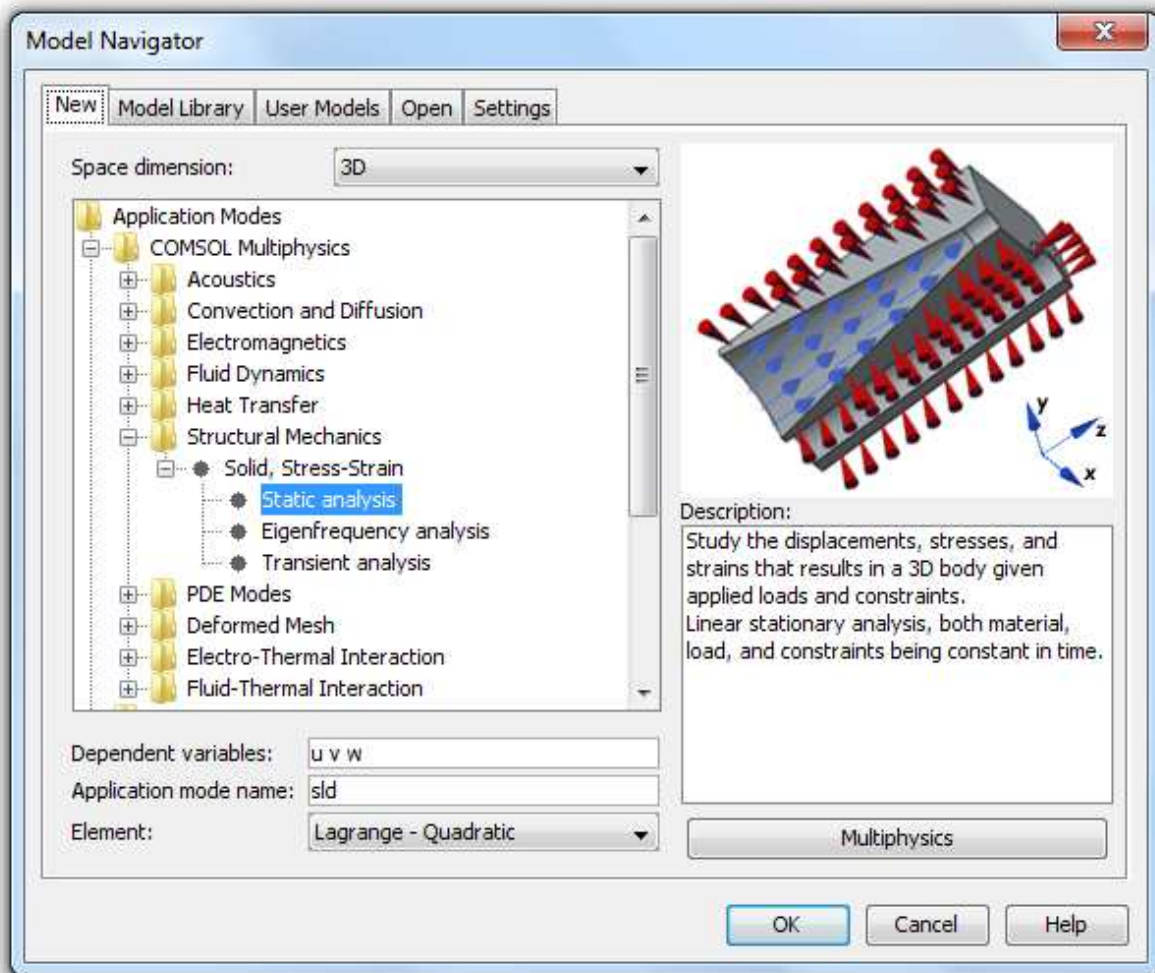
Krzesłem nazywamy jednoosobowy mebel do siedzenia z oparciem, przeważnie o konstrukcji szkieletowej. Wykonywany najczęściej z drewna, stali, lub tworzyw sztucznych. Siedzisko i oparcie bywa tapicerowane.



Rys. 9 Badane krzesło barowe

2.2 Analiza modelu

Do przeprowadzenia analizy ugięcia i rozkładu naprężeń wykorzystana została aplikacja: Structural Mechanics by Solid, Stress-Strain.



Rys. 10 Aplikacja Structural Mechanics by Solid, Stress-Strain

Równanie Lagrange'a II rodzaju ma postać:

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

gdzie:

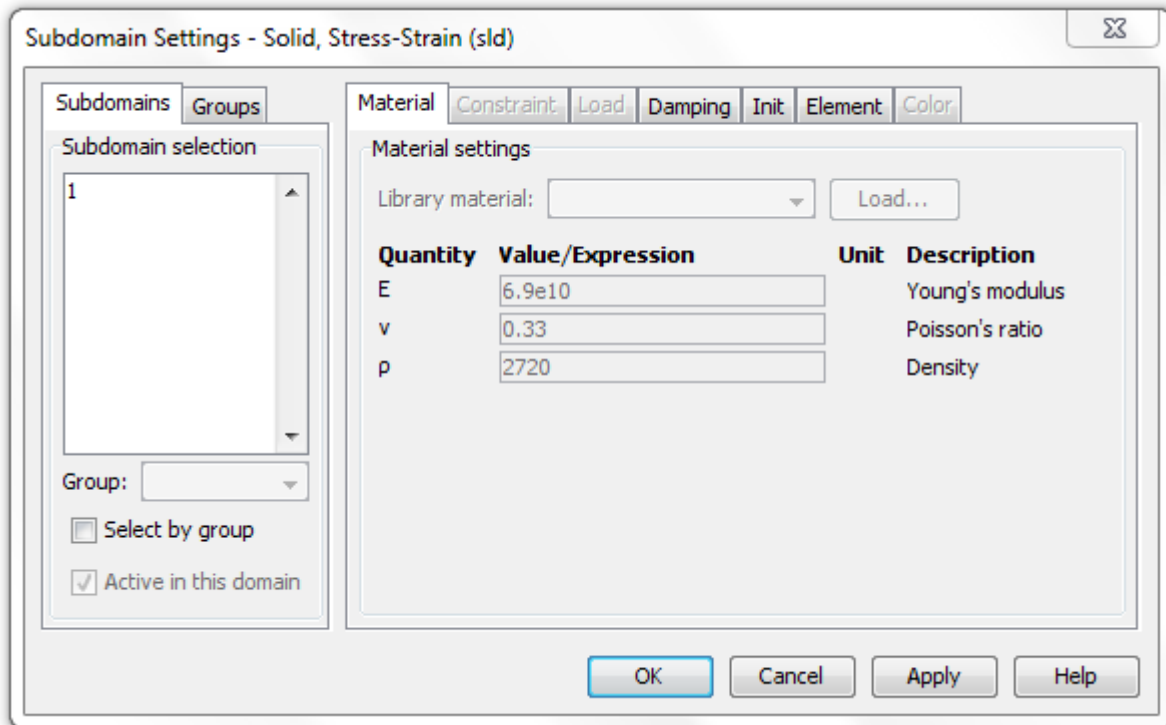
F – wartość obciążenia

ρ – współczynnik związany z gęstością

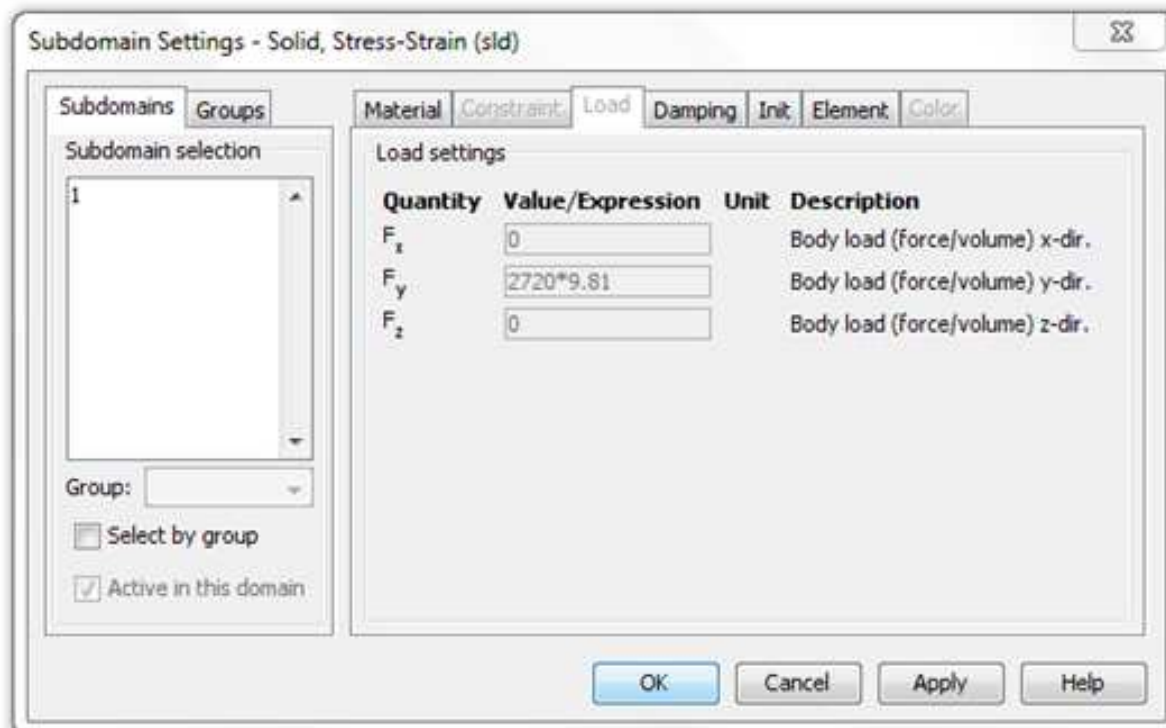
Równanie Lagrange'a drugiego rodzaju opisuje ruch układu ciał. Stosowane jest także w teorii drgań i dynamice maszyn i mechanizmów .

2.2.1 Warunki brzegowe

Przeprowadzając badanie ugięcia i rozkładu naprężeń w krześle barowym jako materiał zastosowano stal.

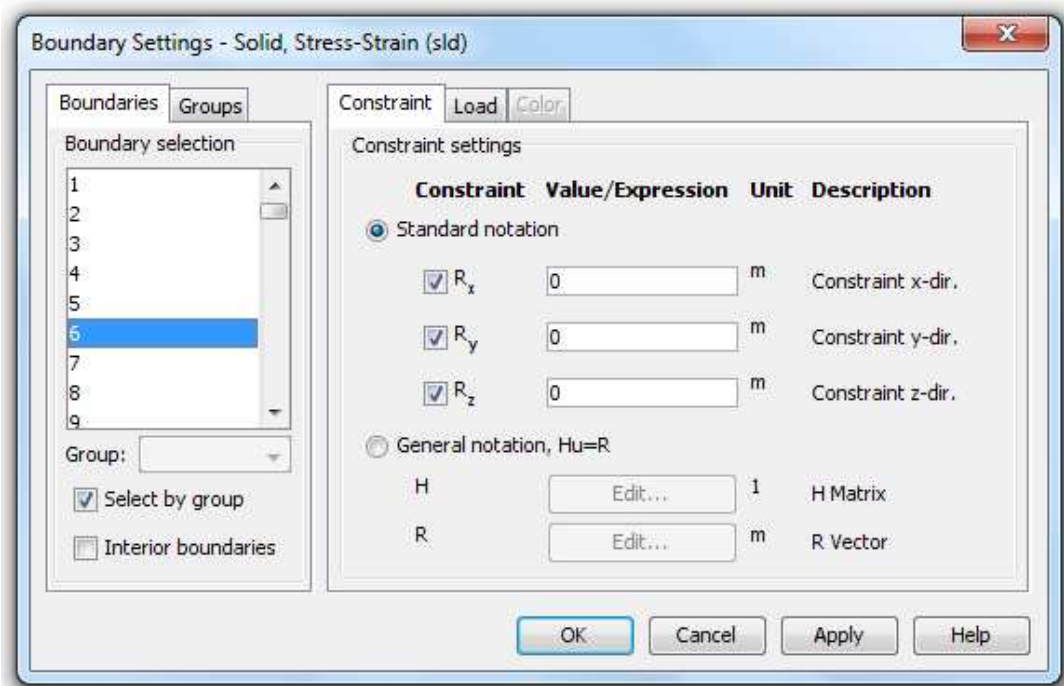


Rys. 11 Warunki początkowe - wybór materiału

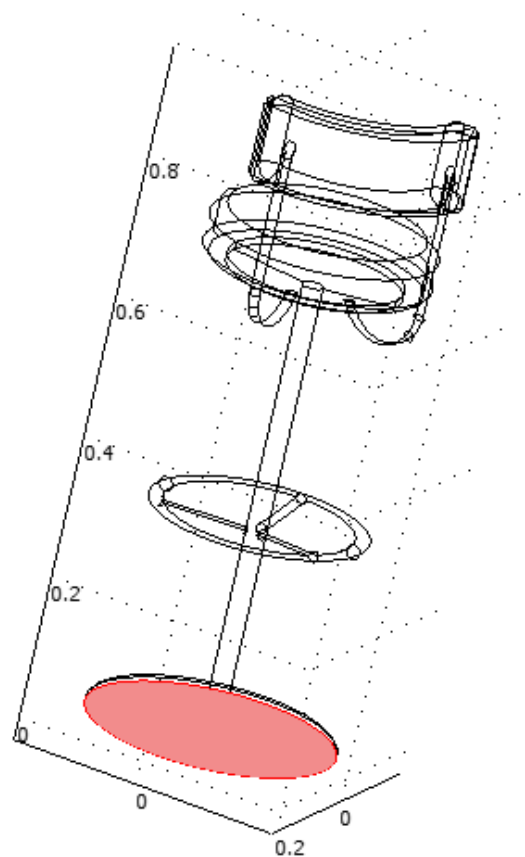


Rys. 12 Warunki początkowe - obciążenie początkowe

Krzesło barowe zostało utwierdzone w miejscu swojej podstawy w celu uniemożliwienia przesunięcia go w żadnym kierunku.

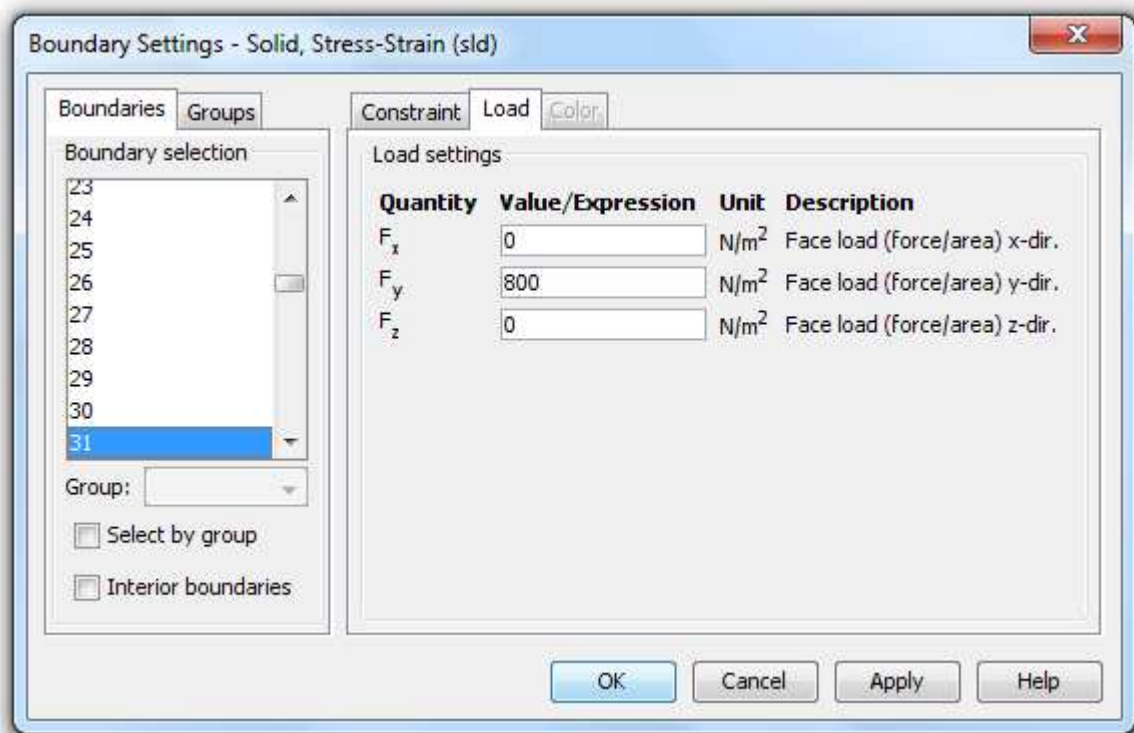


Rys. 13 Warunki brzegowe -utwierdzenie

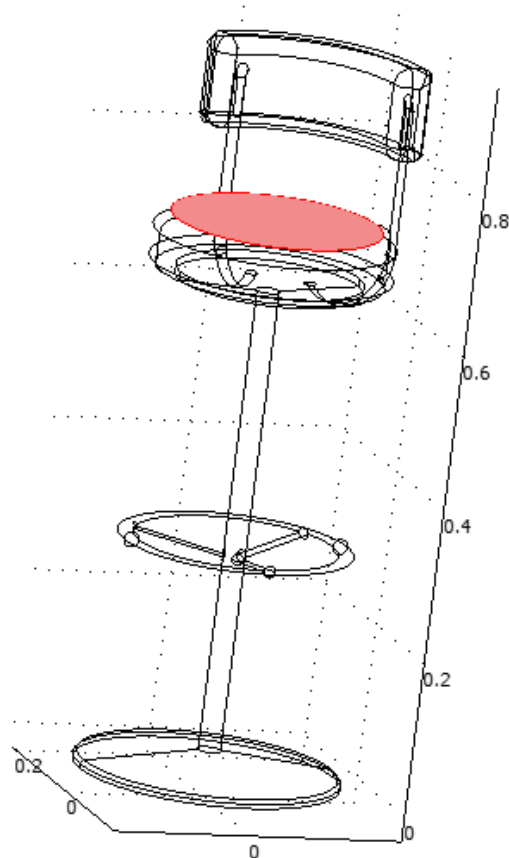


Rys. 14 Miejsce utwierdzenia krzesła barowego

Element został poddany obciążeniu w miejscu siedziska siłą 800N/m^2 oraz w miejscu oparcia nóg siłą o wartości 500N/m^2 .



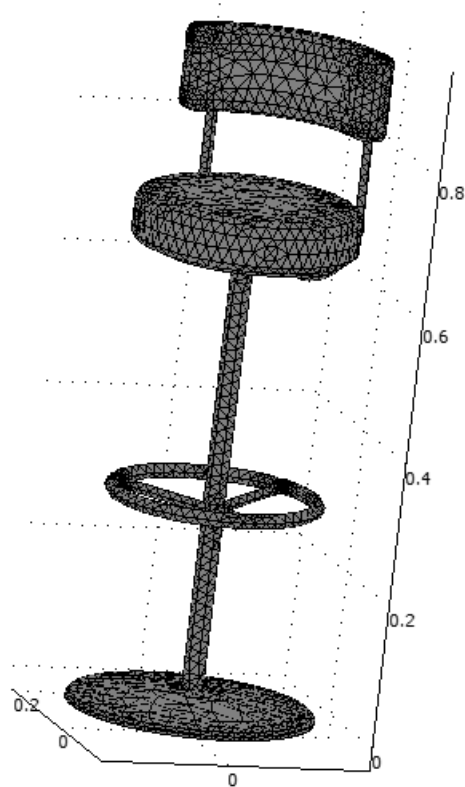
Rys. 15 Warunki brzegowe -wartość obciążonej siły



Rys. 16 Miejsce zadania obciążenia krzesła barowego

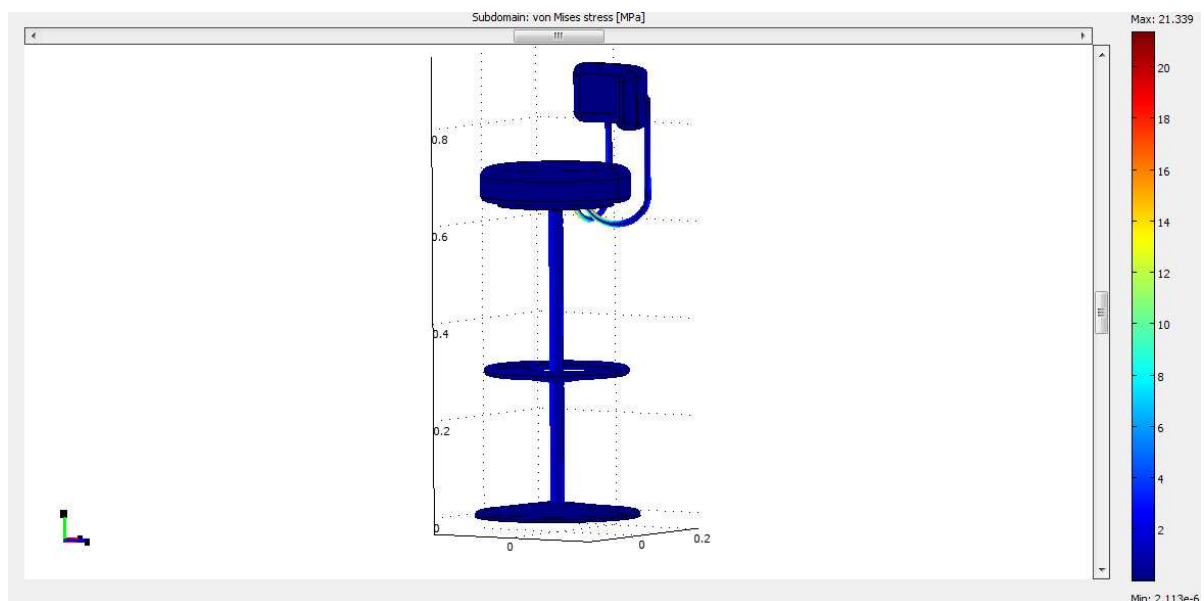
2.2.2 Wygenerowanie siatki

Kolejnym krokiem było wykonanie siatki elementu. Na rys. 17 można zauważyć, że siatka znajdująca się na powierzchniach zaokrąglonych jest bardziej zagęszczona. Wpływa na to zaokrąglenie krawędzi stykających się płaszczyzn.

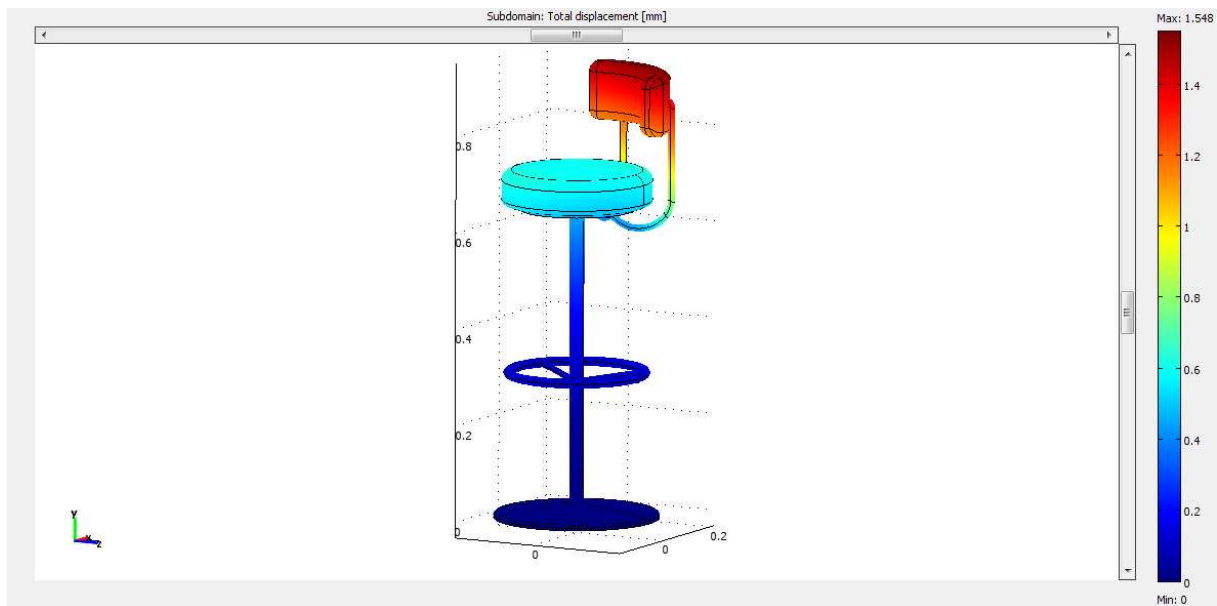


Rys. 17 Wygenerowana siatki trójkątów

2.3 Wyniki analizy



Rys. 18 Naprężenia występujące w badanym elemencie



Rys. 18 Przeszyczenie występujące w badanym elemencie

2.4 Wnioski

Podczas przeprowadzania analizy badanego obiektu, którym było krzesło barowe zauważono, że obciążenie nie działa bezpośrednio w miejscu jej przyłożenia, lecz na oparciu krzesła. Największe naprężenia pojawiły się pod siedziskiem i wyniosły 21MPa. Maksymalna wartość przemieszczenia występuje w miejscu, gdzie dochodzi do oparcia ciężaru ciała przez człowieka. Przyłożenie w miejscu oparcia nóg obciążenia o wartości 500N/m^2 nie powoduje znaczących ugięć konstrukcji. Wartość ugięcia rośnie wraz z oddalaniem się od miejsca utwierdzenia.

3. Obliczeniowa mechanika płynów- analiza opływu samochodu ciężarowego

Przedmiotem badań jest samochód ciężarowy, który jest opływany powietrzem podczas jazdy. Rozpatrywana będzie analiza ciśnienia oraz prędkości.

3.1 Charakterystyka przedmiotu

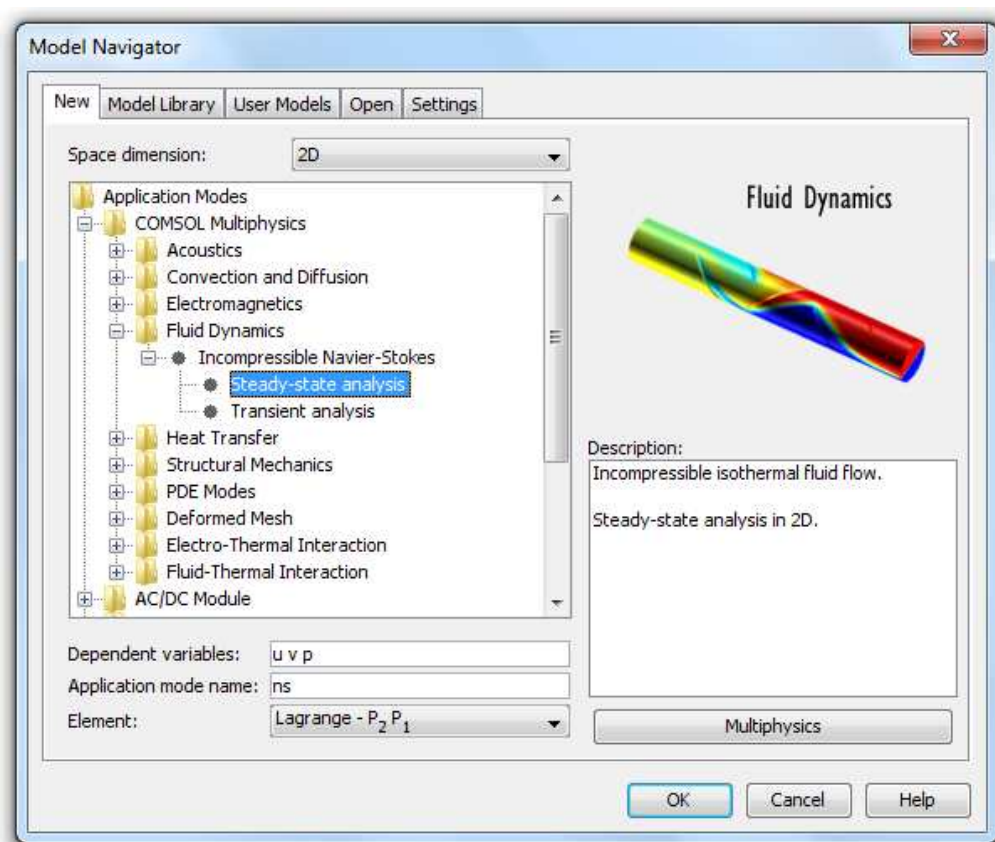
Pojazd samochodowy przeznaczony konstrukcyjnie do przewozu ładunków, ciągnięcia naczepy, przyczep lub do przewozu ludzi, o masie dopuszczalnej całkowitej powyżej 3500kg.



Rys. 19 Badana ciężarówka

3.2 Analiza modelu

W celu wykonania analizy opływu powietrza posłużyliśmy się aplikacją: Fluid Dynamics by Incompressible Navier-Stokes.



Rys. 20 Aplikacja Fluid Dynamics by Incompressible Navier-Stokes

Równanie zastosowane do przeprowadzenia analizy w programie ma postać:

$$\frac{\rho \partial v'}{\partial t'} + v' * \nabla v' = -\nabla p' + \frac{1}{Re} \nabla^2 v'$$

$$\nabla v' = 0$$

Gdzie:

ρ' – bezwymiarowa gęstość materiału

v' – bezwymiarowe pole prędkości

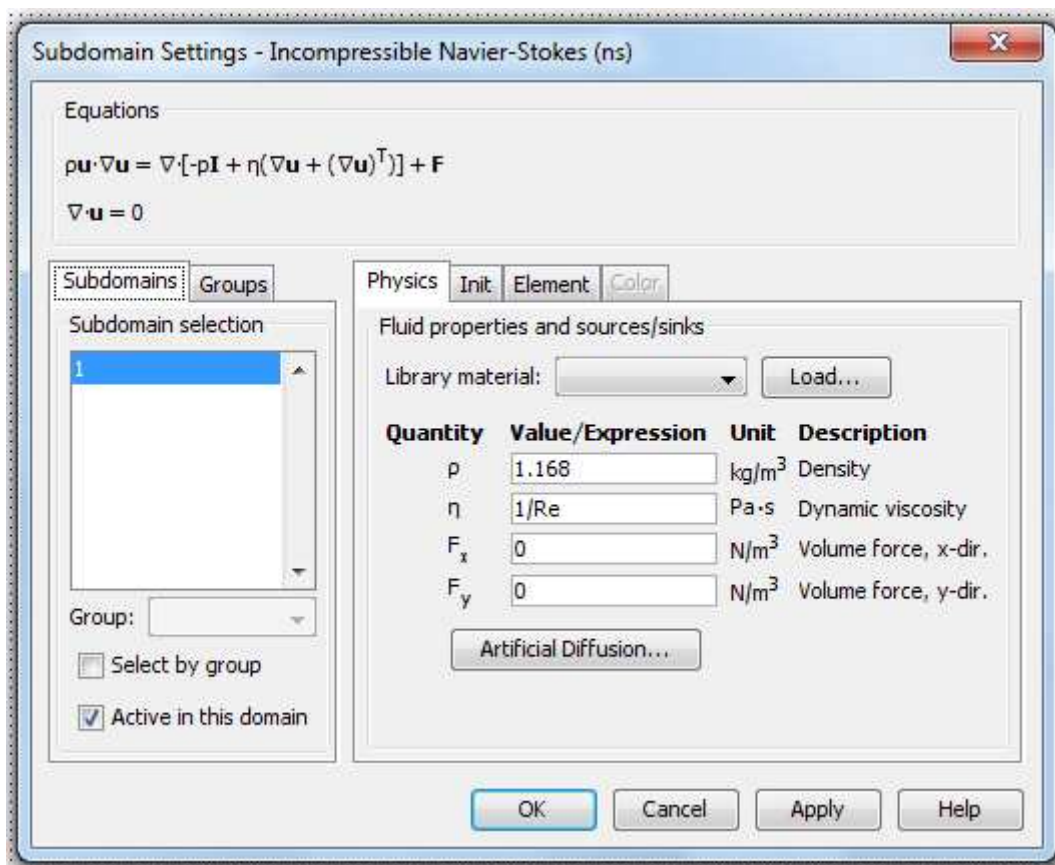
p' – bezwymiarowe ciśnienie

Re – stała liczba Reynoldsa

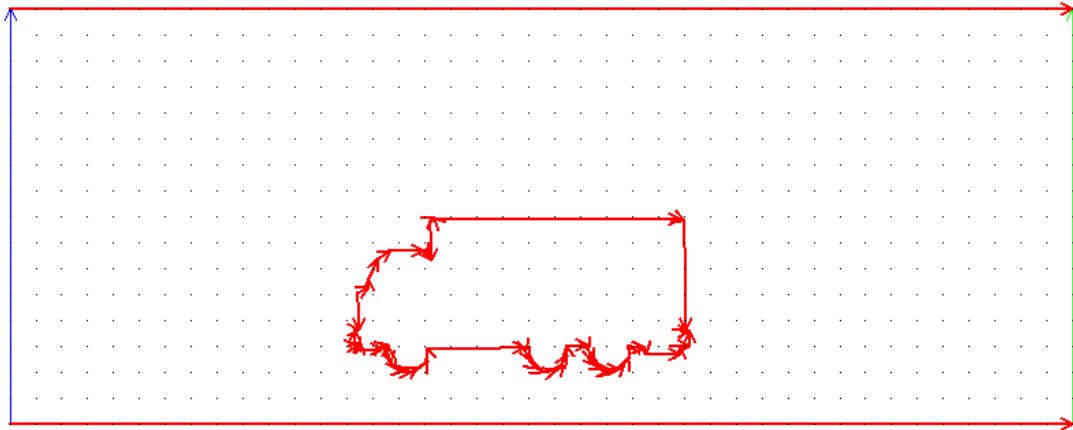
∇ – operator Nabla

3.2.1 Warunki brzegowe

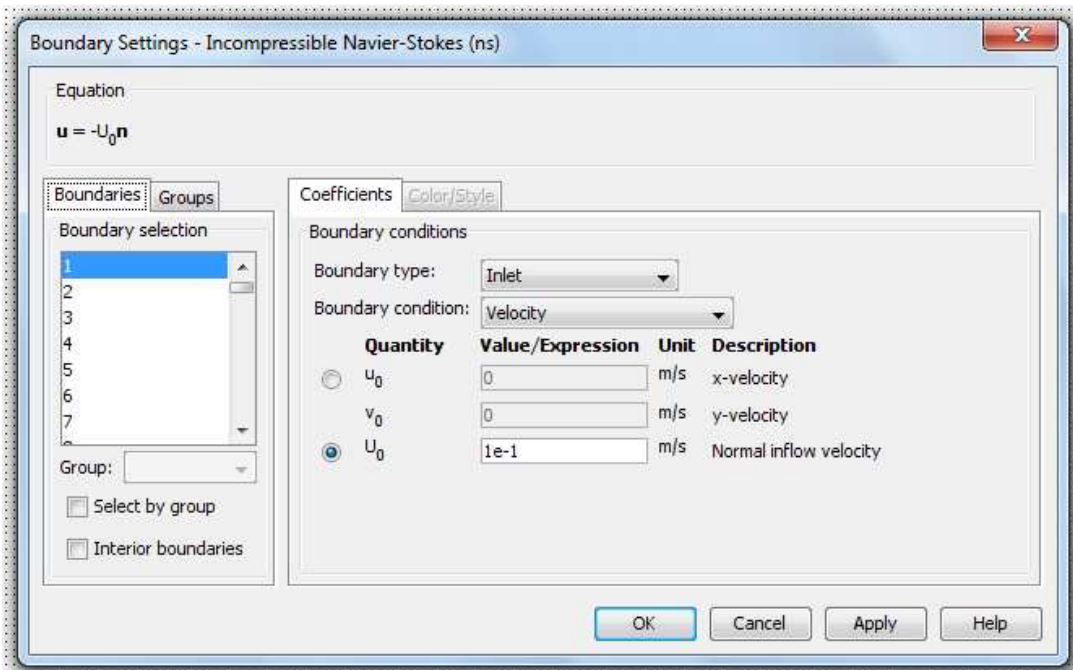
Badany element jest opływany przez powietrze, którego prędkość na wlocie jest równa 0,1. Wartości wykorzystane w obliczeniach zostały przyjęte bezwymiarowo.



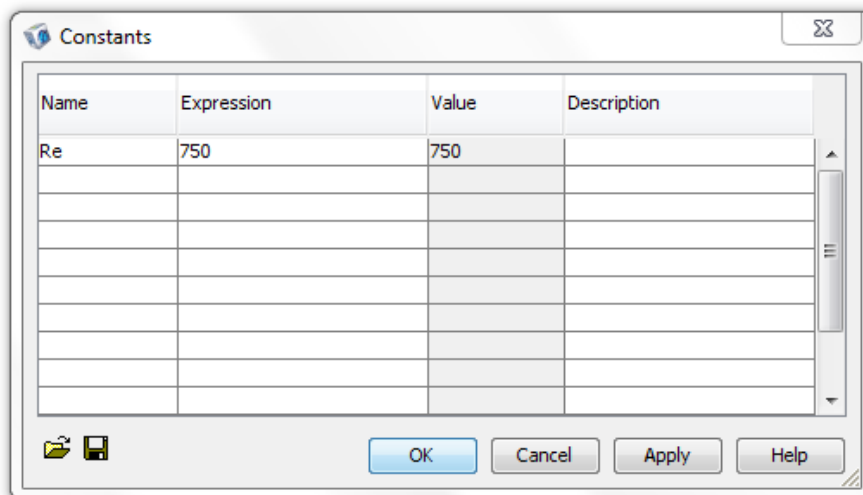
Rys. 21 Warunki początkowe -parametry dla powietrza



Rys. 22 Warunki brzegowe -zadany początek i koniec przepływu

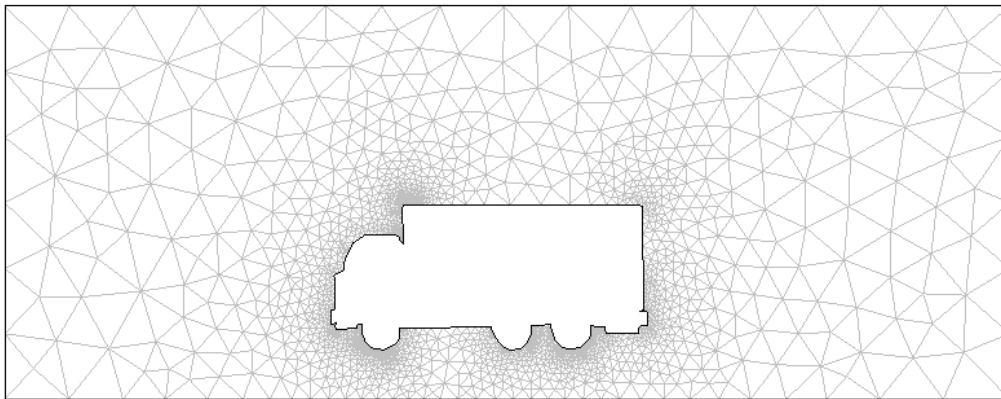


Rys. 23 Warunki brzegowe -zadana prędkość początkowa i miejsce wlotu powietrza



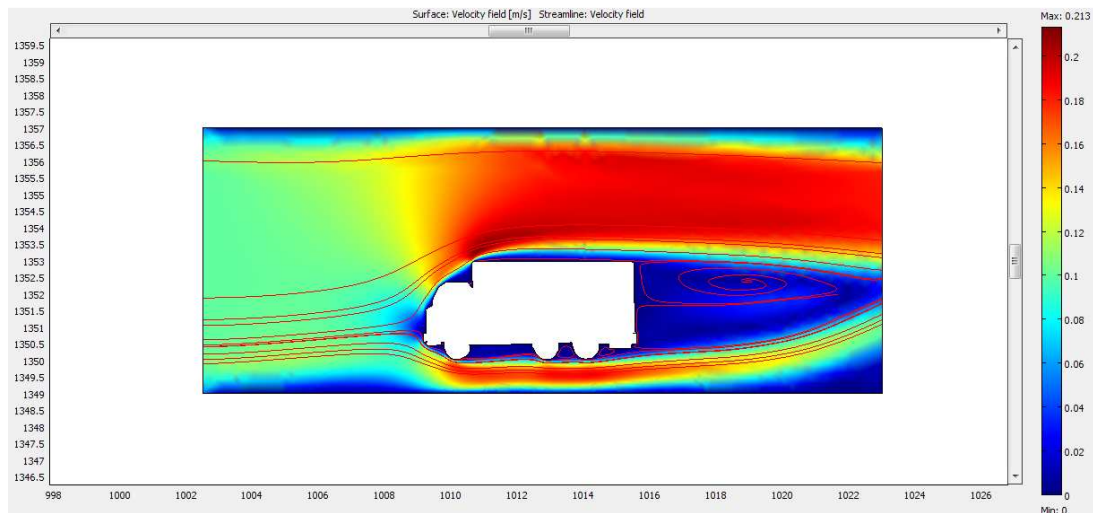
Rys. 24 Zadana stała liczba Reynoldsa

3.2 Wygenerowanie siatki

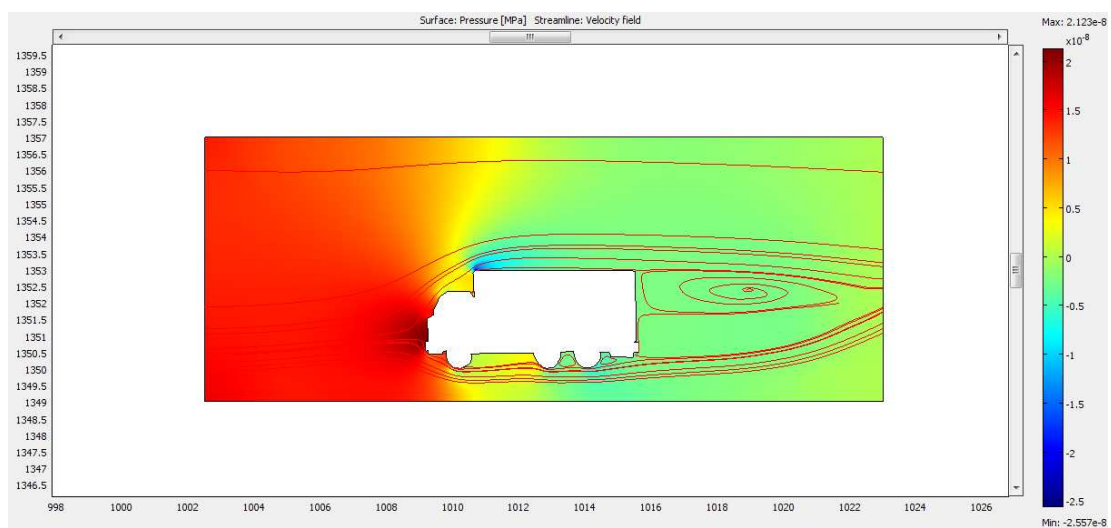


Rys. 25 Wygenerowana siatki trójkątów

3.3 Wyniki analizy



Rys. 26 Wartości prędkości opływu powietrza



Rys. 27 Wartość ciśnienia powietrza

3.4 Wnioski

Przy stałej zadanej wartości liczby Reynoldsa wynoszącej 750 oraz zadanej prędkości na wlocie równej 0,1 można zauważyć pojawienie się wirów powietrznych. Największa wartość ciśnienia wystąpiła na masce samochodu ciężarowego i wyniosła $2,12 \cdot 10^{-8}$. Model nie ma aerodynamicznego kształtu, co przyczynia się do tego, iż powietrze z większymi oporami opływa całą ciężarówkę w porównaniu do modelu posiadającego opływowa sylwetkę.