

**Politechnika Poznańska**  
**Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania**

**Metoda Elementów Skończonych**  
**Projekt COMSOL Multiphysics 3.4.**



Prowadzący:  
dr hab. T. Stręk, prof. nadzw.

Wykonali:  
Poliński Szymon  
Walczak Jakub  
MiBM  
TPM

## Spis treści

1. Analiza stanu naprężeni i odkształceń .....	3
1.1. Opis modelu.....	3
1.2. Przeprowadzone badania.....	4
1.3. Wnioski .....	6
2. Przepływ ciepła .....	7
2.1. Opis modelu.....	7
2.2. Przeprowadzone badania.....	7
2.3. Wnioski .....	8
3. Przepływ cieczy przez element .....	9
3.1. Opis modelu .....	9
3.2. Przeprowadzone badania.....	9
3.3. Wnioski .....	10

# 1. Analiza stanu naprężeń i odkształceń

## 1.1. Opis modelu

Obiektem analizy będą dwa ceowniki o różnym stopniu wykonania utwierdzone jednostronnie. Modele zostały wykonane w programie Solid Works. Celem badania jest sprawdzenie jak kształt ceownika wpływa na wielkość naprężeń.

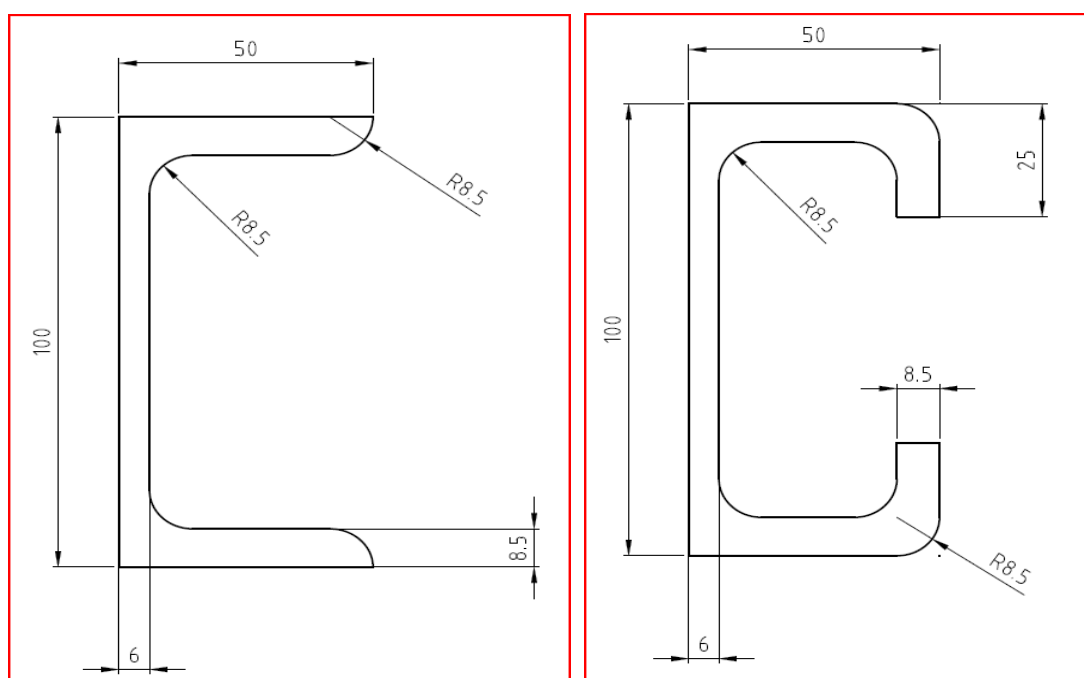
Analizę odkształcenia ceownika przeprowadzimy za pomocą równania Lagrange'a II rodzaju, które ma postać:

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

gdzie: F – wartość obciążenia,  $\rho$  – współczynnik zależny od gęstości

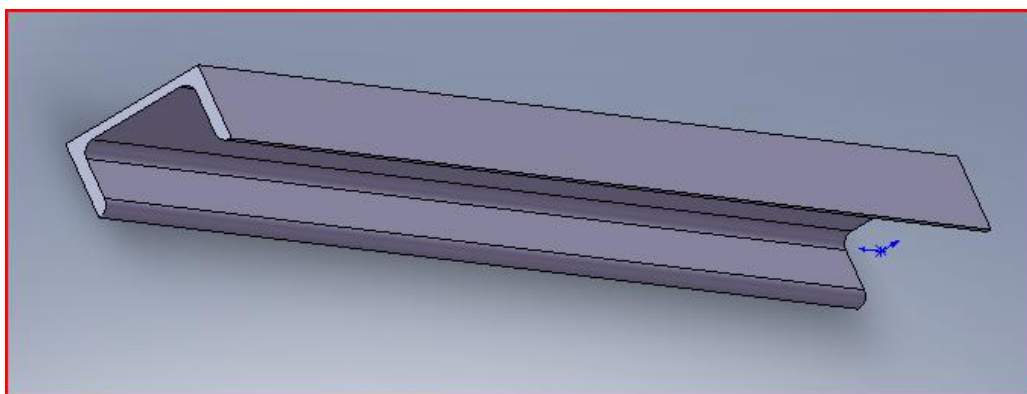
Materiał ceownika przyjmujemy jako stal o następujących parametrach:

- moduł Younga  $E = 2 \cdot 10^{11}$  Pa,
- współczynnik Poissona  $\nu = 0.3$ , gęstość 7850 kg/m<sup>3</sup>,
- analizę przeprowadzono dla obciążenia siłą ciągłą  $F = 1000$ N,
- długość ceowników 1000mm.

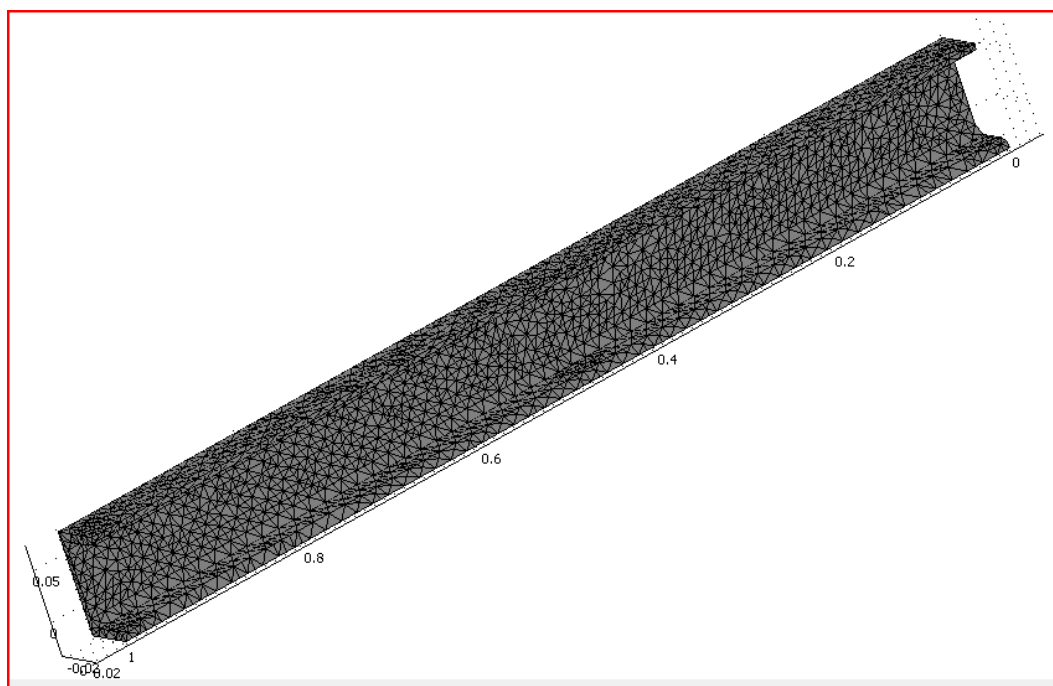


Rys. 1.1. Podstawowe wymiary ceowników „1” i „2”

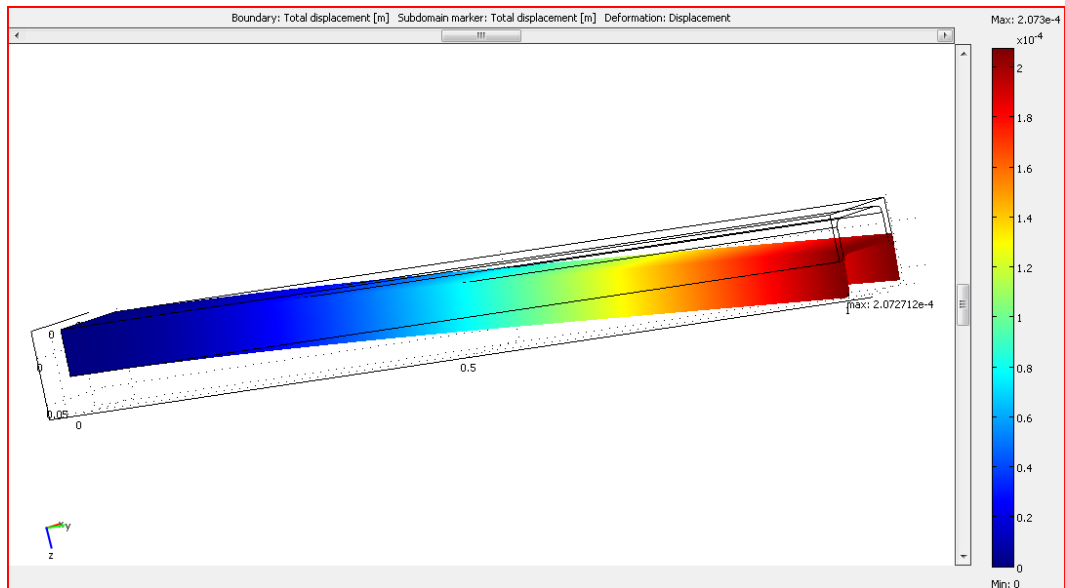
## 1.2. Przeprowadzone badania



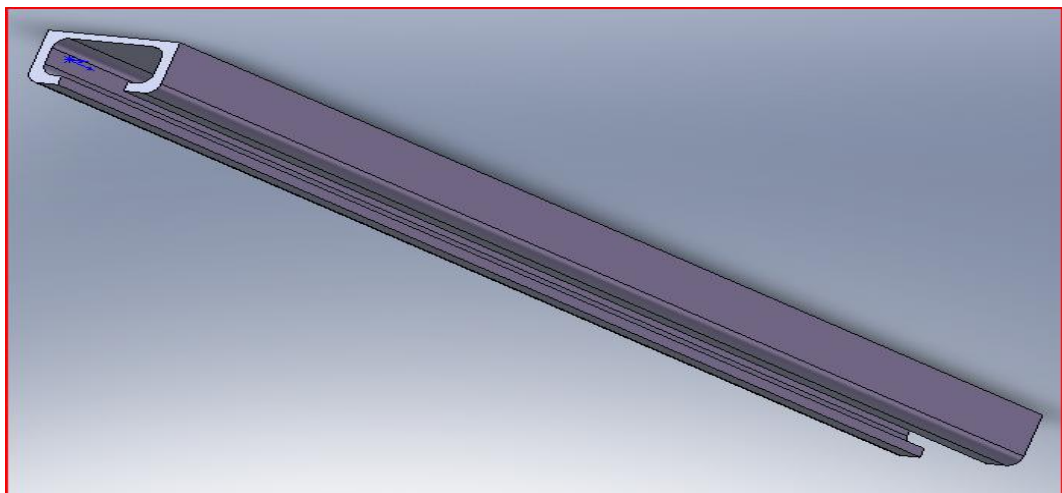
Rys. 1.2. Model ceownika „1” wykonany w programie Solid Works



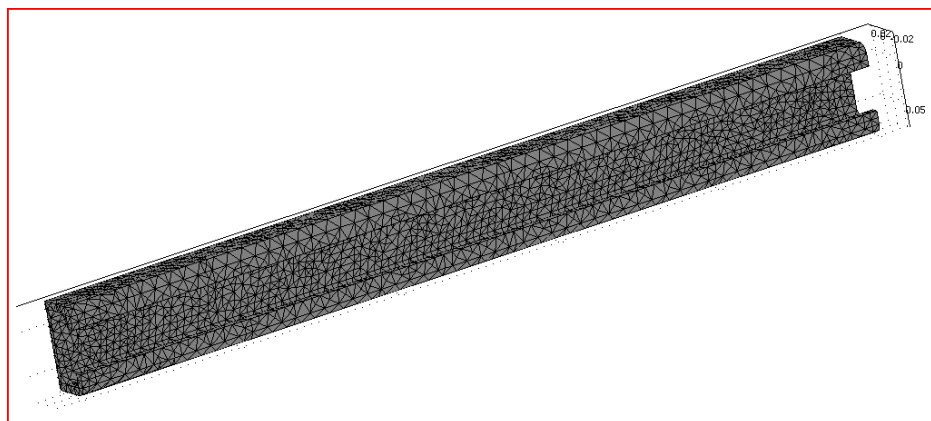
Rys. Wygenerowanie siatki – 16379 elementów



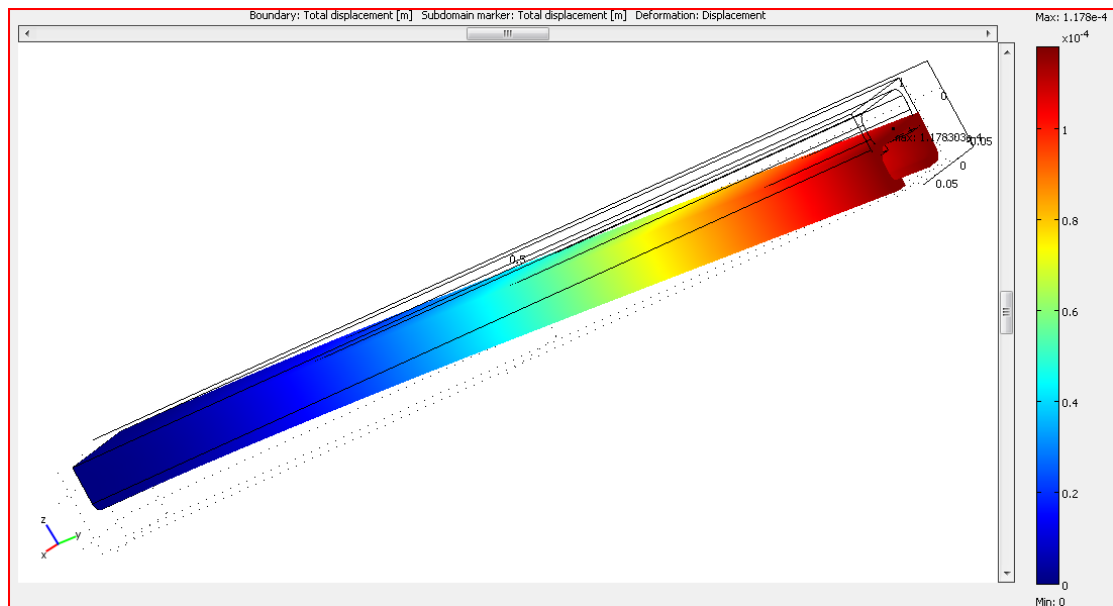
Rys. 1.3. Odkształcenie belki „1” pod wpływem obciążenia



Rys. 1.4. Model ceownika „2” wykonany w programie Solid Works



Rys. 1.5. Wygenerowanie siatki – 19795



Rys. 1.6. Odształcenie belki „2” pod wpływem obciążenia

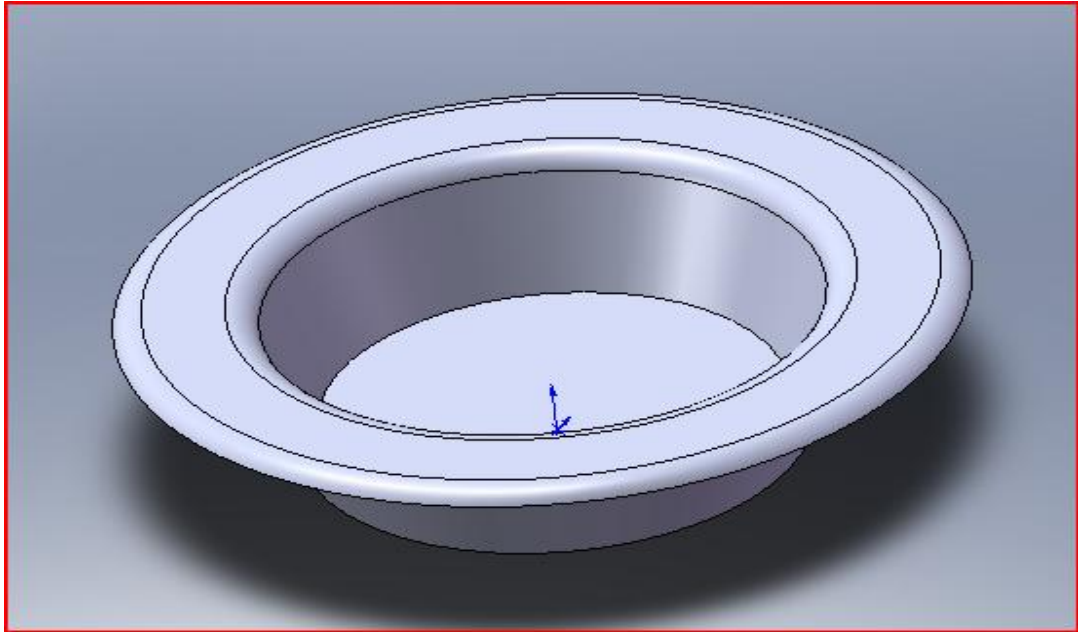
### 1.3. Wnioski

Symulacja zobrazowała, jakie ugięcia występują podczas obciążania ceownika siłą 100 kg. Ceowniki różniły się tylko konstrukcją profili. Ceownik „1”- bez dodatkowej zakładki (usztynwienia), zachował się gorzej mimo tej samej równomiernej siły wykazał się 2-krotnie większym odkształceniem niż ceownik „2” w którym wprowadzone dodatkowe zagięcie.

## 2. Przepływ ciepła

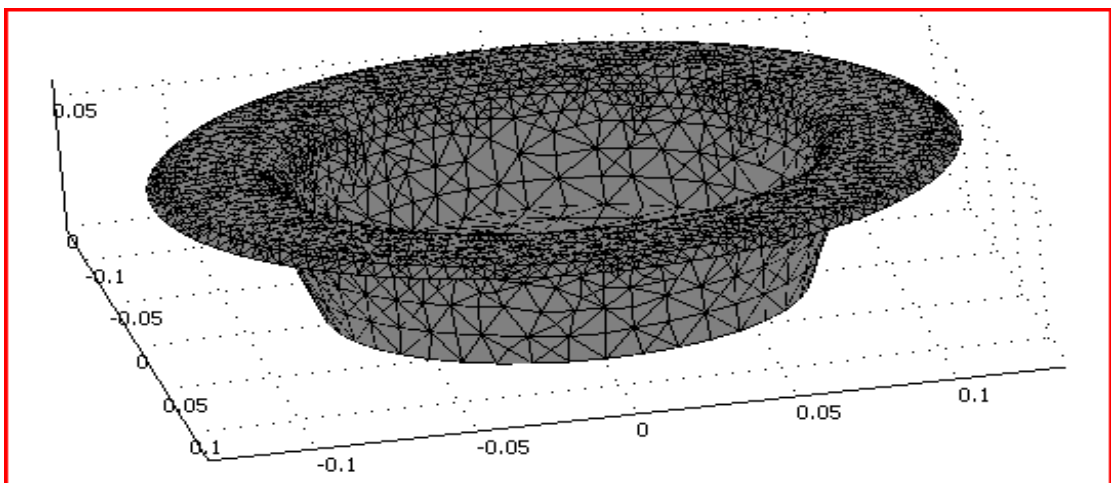
### 2.1. Opis modelu

Analizę przepływu ciepła przeprowadziliśmy na przykładzie talerza do zupy. Celem ćwiczenia jest sprawdzenie jak rozchodzi się ciepło w talerzu wykonanym ze szkła. Temp początkowa -  $20^{\circ}\text{C}$ (293K), temp. zupy  $80^{\circ}\text{C}$ (353K) stopni.

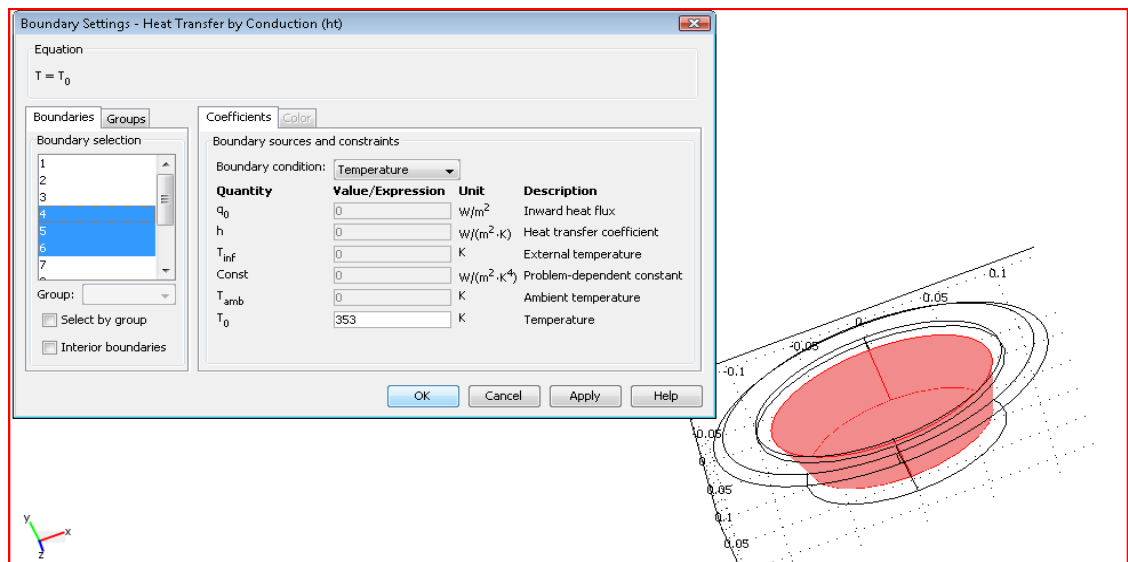


Rys. 2.1. Model talerza wykonany w programie Solid Works

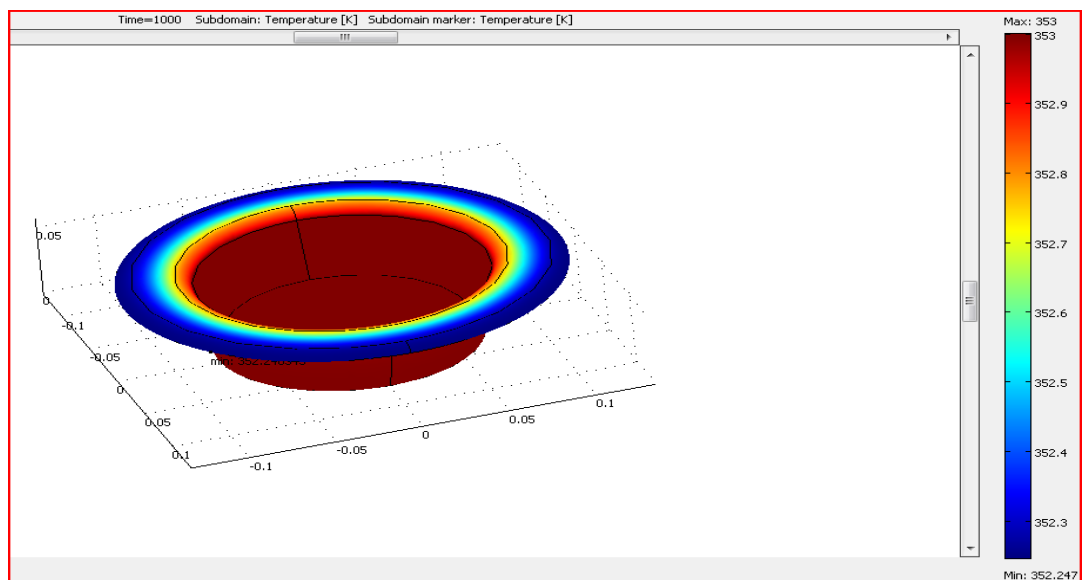
### 2.2. Przeprowadzone badania



Rys. 2.2. Wygenerowanie siatki – 25525 elementów



Rys. 2.3. Zdefiniowane warunki brzegowe



Rys. 2.4. Wynik symulacji

## 2.3. Wnioski

Z przeprowadzonej analizy możemy wnioskować, że talerz nagrzał się w całej swojej objętości. W miejscu wiania zupy temperatura była najwyższa, natomiast im dalej temperatura malała choć nieznacznie co było wynikiem długiego czasu symulacji (1000 sekund). 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.

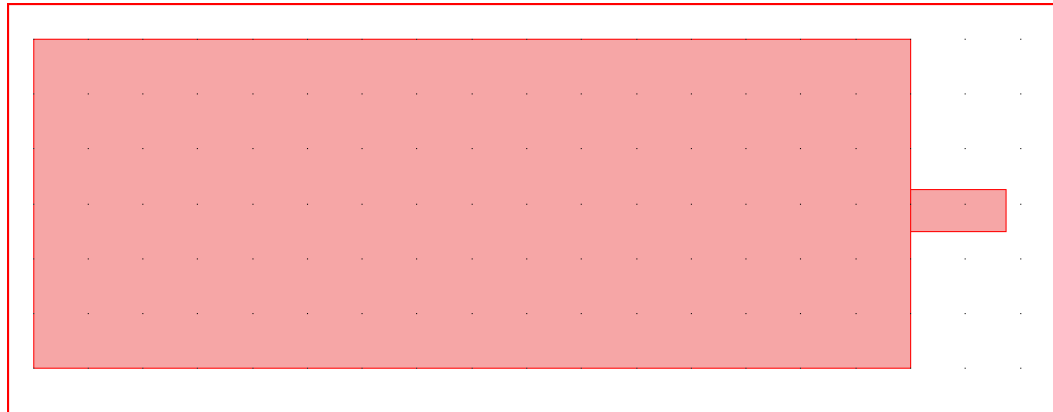


### 3. Przepływ cieczy przez element

#### 3.1. Opis modelu

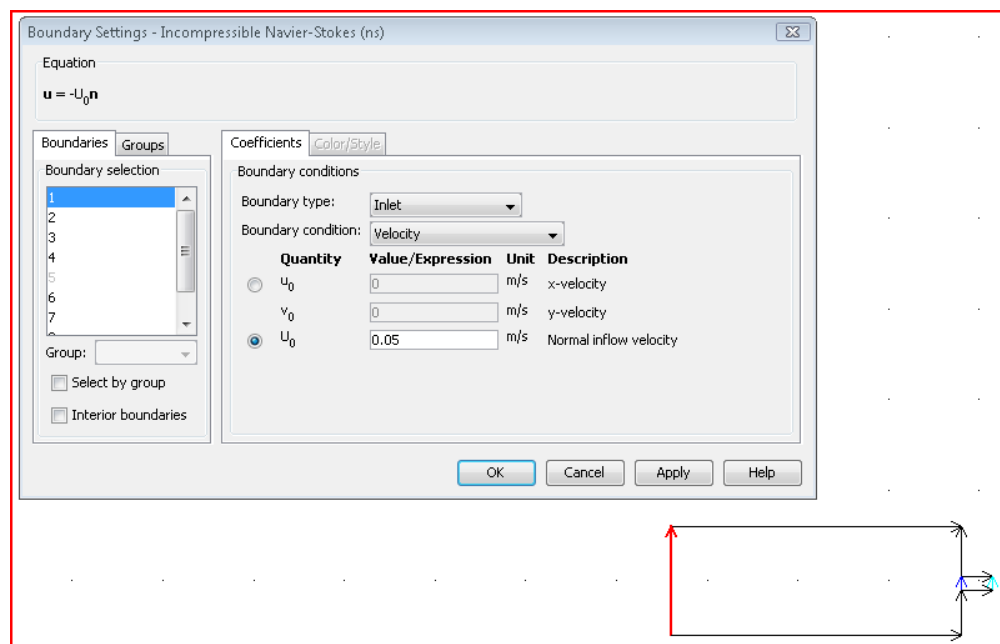
Model do tej części zadania został utworzony bezpośrednio w programie Comsol, co prezentuje rysunek poniżej. Analiza przepływu cieczy została przeprowadzona na przykładzie strzykawki w celu zbadania prędkości przepływu.

#### 3.2. Przeprowadzone badania

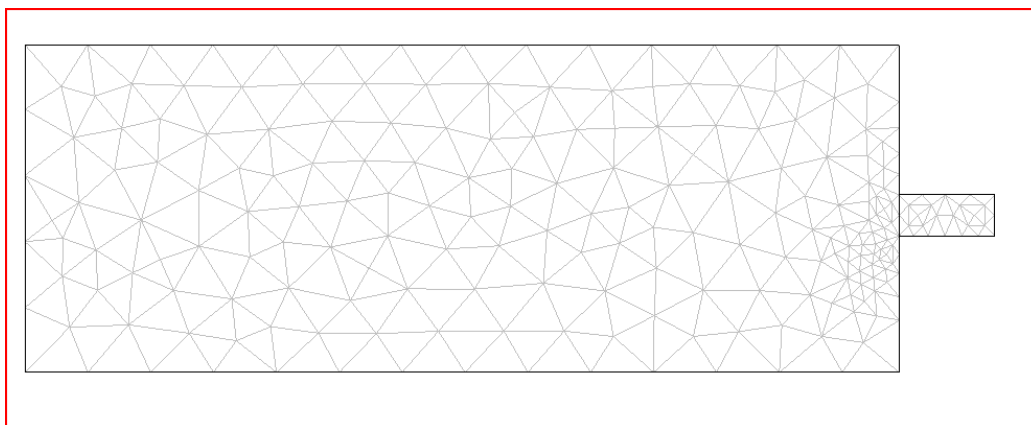


Rys. 3.1. Rysunek strzykawki zamodelowanej w programie COMSOL 3.4.

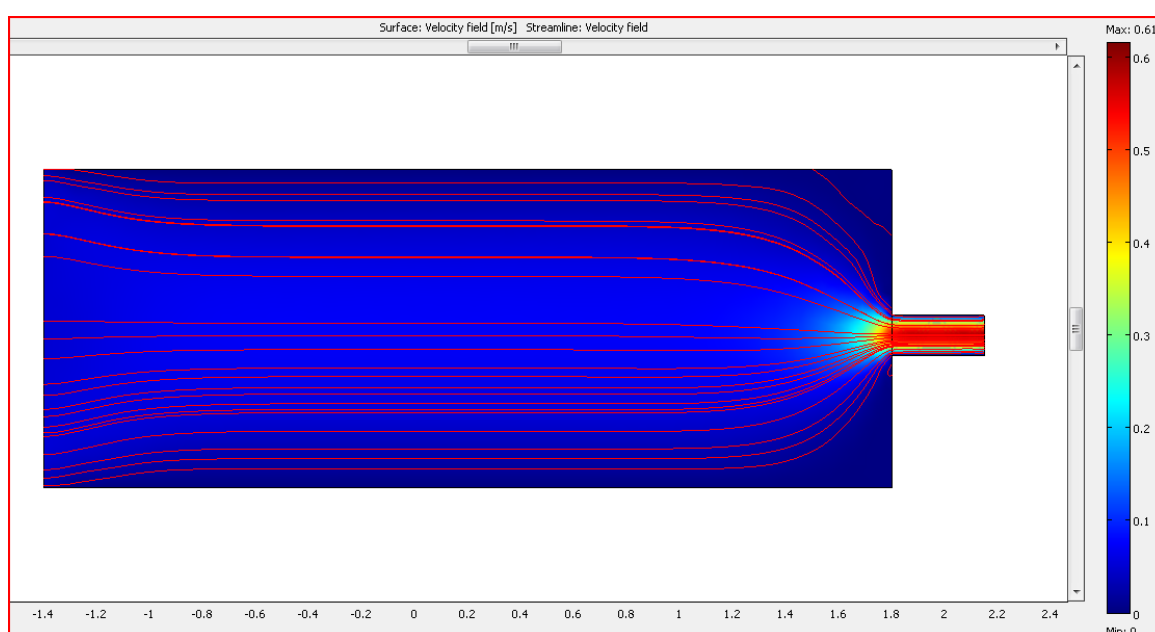
Ustaliliśmy, że ciecż wpływa od lewej strony a wypływa otworem umieszczonym po prawej stronie. Przy wlocie ustawiliśmy prędkość wody na 0,05m/s, a przy wylocie ciśnienie równe 0.



Rys. 3.2. Ustalenie wlotu



Rys. 3.3. Wygenerowanie siatki – 307 elementów



Rys. 3.4. Wynik symulacji

### 3.3. Wnioski

Przeprowadzona symulacja miała pokazać jak przepływa woda bądź inny płyn w strzykawce. W naszym doświadczeniu szczególną uwagę zwróciliśmy na prędkość przepływu, jak można zauważyć prędkość wyjściowa zmieniła się ponad 10-krotnie w stosunku do wejściowej.