

Poznań, 19.01.2013

# **Politechnika Poznańska**

Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania

Mechanika i Budowa Maszyn

Technologia Przetwarzania Materiałów

Semestr 7

## **METODA ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH PROJEKT**

Prowadzący:

dr hab. Tomasz STREK

Wykonali:

Łukasz Łapiński

Maciej Rozmysłowicz

## Spis treści

|  |   |
|--|---|
| 1. Analiza stanu naprężeń i odkształceń na przykładzie znaku drogowego | 3 |
| 1.1. Analizowany obiekt  | 3 |
| 1.2. Przygotowanie modelu do analizy ugięcia                           | 3 |
| 1.3. Analiza wyników i wnioski   | 4 |
| 2. Analiza przepływu cieczy w rynnie                                   | 6 |
| 2.1. Analizowany obiekt  | 6 |
| 2.2. Przygotowanie modelu do analizy przepływu płynu                   | 6 |
| 2.3. Analiza wyników i wnioski   | 7 |
| 3. Analiza przepływu ciepła między szklanką a kostką lodu              | 8 |
| 3.1. Analizowany obiekt  | 8 |
| 3.2. Przygotowanie modelu do analizy przepływu ciepła                  | 8 |
| 3.3. Analiza wyników i wnioski   | 9 |

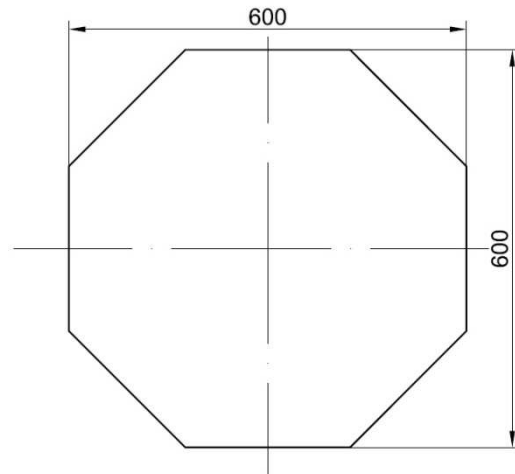
# 1. Analiza stanu naprężeń i odkształceń na przykładzie znaku drogowego

## 1.1. Analizowany obiekt

Obiektem analizy jest znak drogowy (rys. 1) na który działa siła wywołana naciskiem wiatru o prędkości 60km/h. Na rysunku 2 pokazano wymiary znaku.



Rys. 1. Znak STOP



Rys. 2. Wymiary znaku

## 1.2. Przygotowanie modelu do analizy ugięcia

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

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

Materiał znaku przyjmujemy stal S355

Do obliczenia siły z jaką wiatr działa na płaską powierzchnię znaku posłużono się wzorem znalezionym w literaturze [1]

$$F_{wiatru} = 0,5 * \rho * V^2 * S * C_x$$

gdzie:

$F_{wiatru}$  – siła wiatru

$\rho$  – gęstość powietrza  $\rho = 1.27 \left[ \frac{kg}{m^3} \right]$

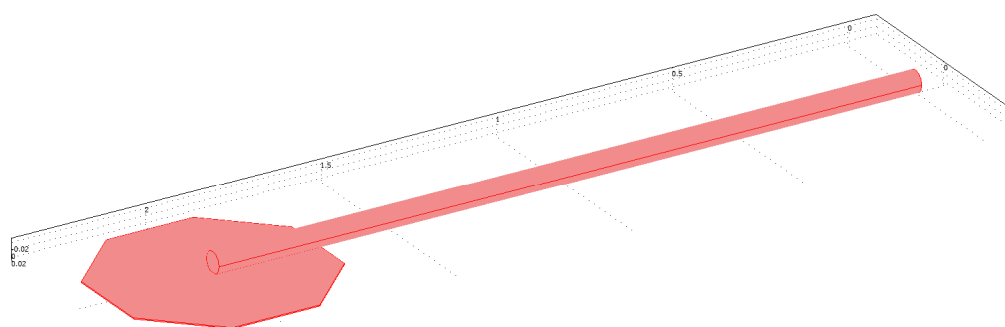
$V$  – prędkość wiatru  $V = 20 \left[ \frac{m}{s} \right]$

$S$  – pole powierzchni znaku  $S = 60 [m^2]$

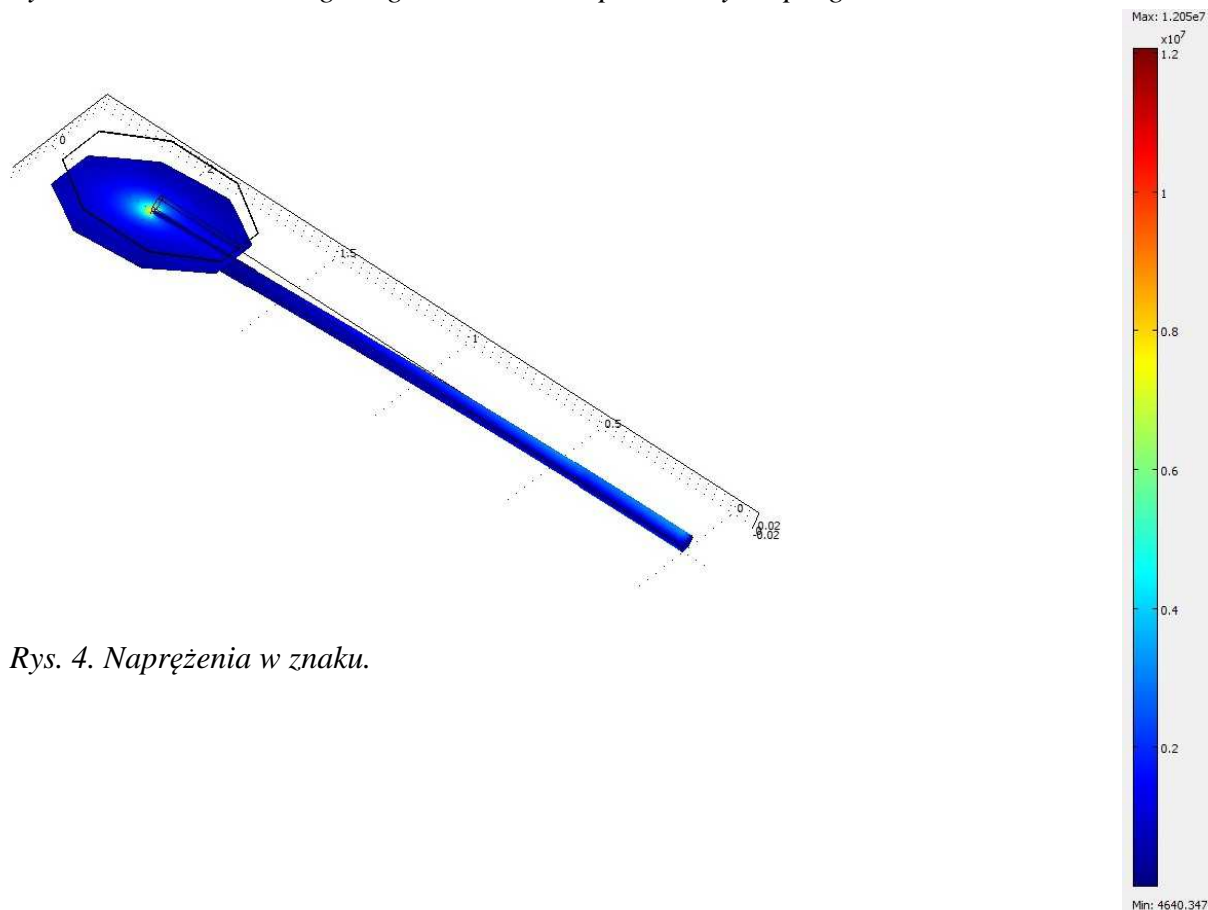
$C_x$  – współczynnik oporu powietrza  $C_x = 1.5$

Z powyższego wzoru obliczona siła wynosi 114,3 N

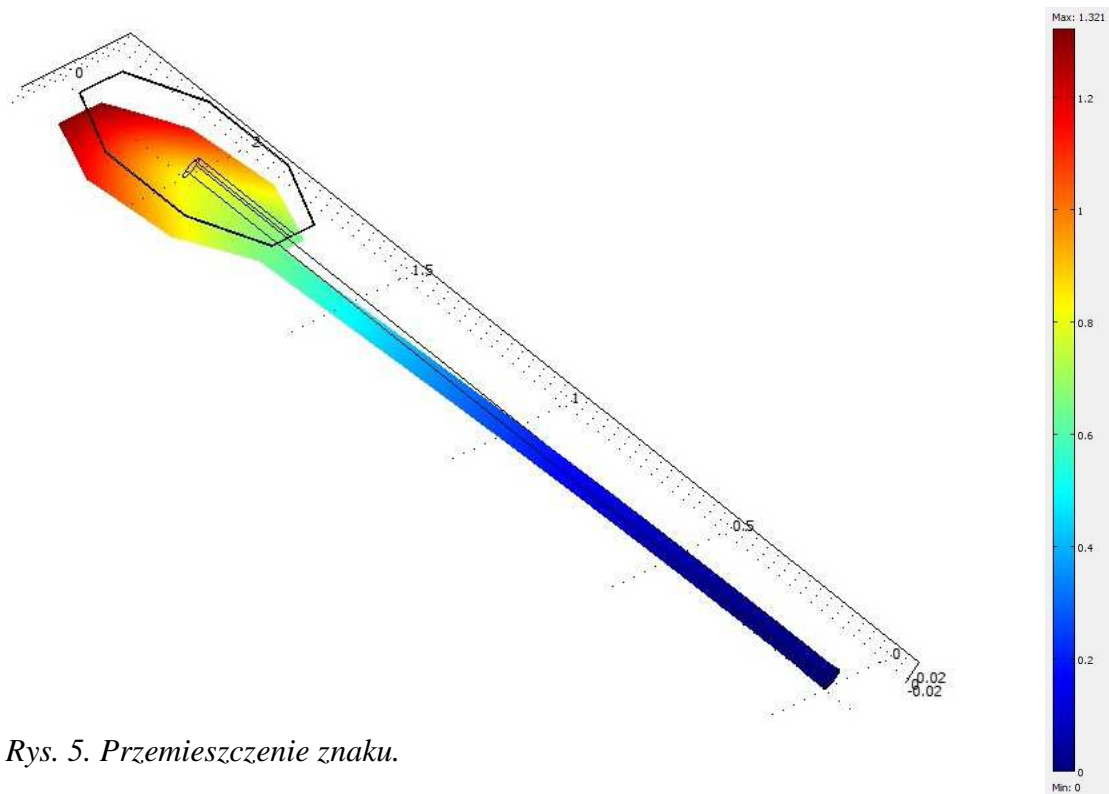
### 1.3. Analiza wyników i wnioski



Rys. 3. Model znaku drogowego "STOP" zaimportowany do programu COMSOL.



Rys. 4. Naprężenia w znaku.



Rys. 5. Przemieszczenie znaku.

## Wnioski

Na podstawie analizy wyżej przedstawionych symulacji można zauważyć, że nawet przy stosunkowo wysokiej prędkości wiatru - 20m/s, naprężenia w znaku są znikome.

Przemieszczenie występuje głównie w szczytowej części tablicy znaku. Reasumując, część chwytowa znaku spełnia doskonale swoją funkcję stabilizacji znaku.

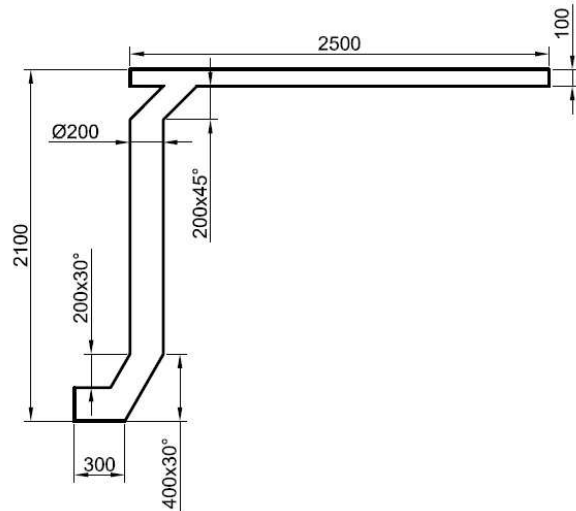
## 2. Analiza przepływu cieczy w rynnie

### 2.1. Analizowany obiekt

Obiektem analizy jest przepływ deszczówki w rynnie (rys. 6), której wymiary zostały przedstawione na rysunku 7.



Rys. 6. Rynna



Rys. 7. Wymiary rynny

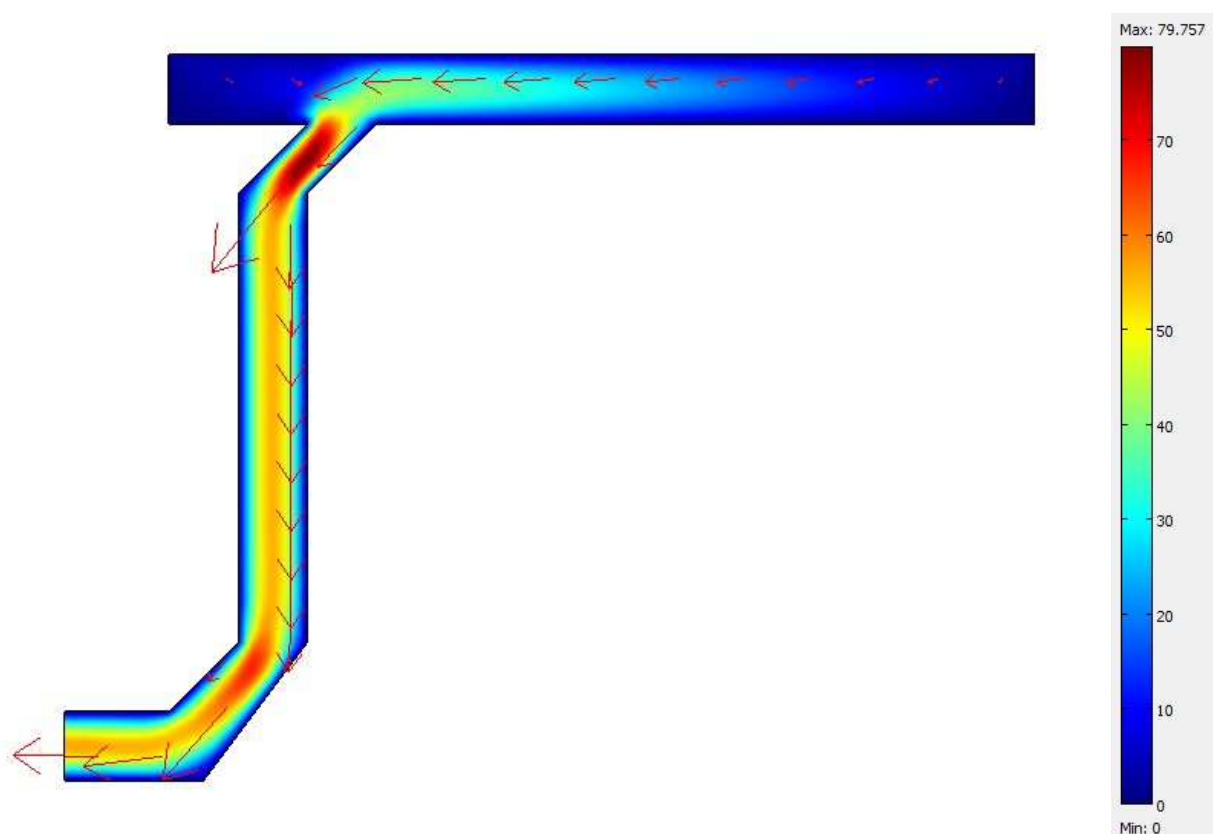
### 2.2. Przygotowanie modelu do analizy przepływu płynu

Analizę przepływu cieczy w rynnie zostanie przeprowadzona za pomocą równania NavieraStokesa, opisującego zasadę zachowania masy i pędu dla poruszającego się płynu. Równanie to ma postać:

$$\frac{\rho \delta u}{\delta t} + \rho u * \nabla u = \nabla * [pI + \eta(\nabla u + (\nabla u)^T)] + F$$

gdzie:  $\rho$  – gęstość,  $T$  – temperatura,  $p$  – ciśnienie,  $\eta$  – lepkość dynamiczna

### 2.3. Analiza wyników i wnioski



Rys. 8. Przepływ wody w rynnie.

#### Wnioski

Na podstawie przeprowadzonej symulacji procesu przepływu wody przez rynnę można zauważyć, że największą prędkość przepływu woda posiada w miejscach, gdzie rynna zakręca. Dodatkowo woda płynąc w dół posiada wyższą prędkość, aniżeli ta, która porusza się horyzontalnie.

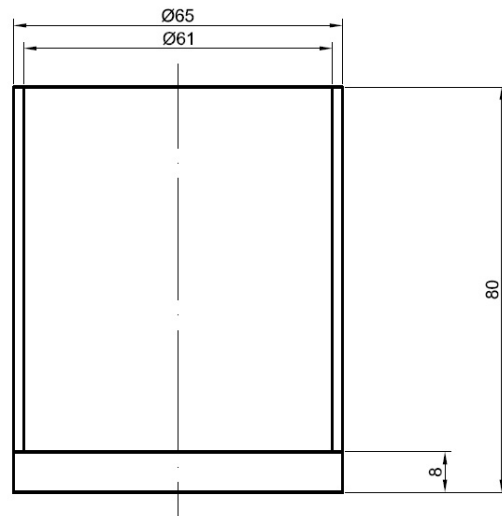
### 3. Analiza przepływu ciepła między szklanką a kostką lodu

#### 3.1. Analizowany obiekt

Obiektem analizy jest szklanka po pojemniku od Nutelli (rys. X) o temperaturze pokojowej 25°C na którego dnie została umieszczona kostka lodu o temperaturze -5°C. Na rysunku X pokazano wymiary szklanki



Rys. 9. Szklanka



Rys. 10. Wymiary szklanki

#### 3.2. Przygotowanie modelu do analizy przepływu ciepła

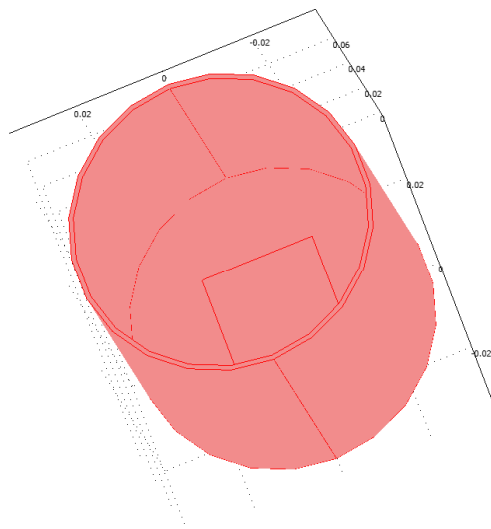
Analizę przepływu ciepła w szklance z kostką lodu, przeprowadzimy za pomocą równania przewodnictwa ciepła, które ma postać:

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

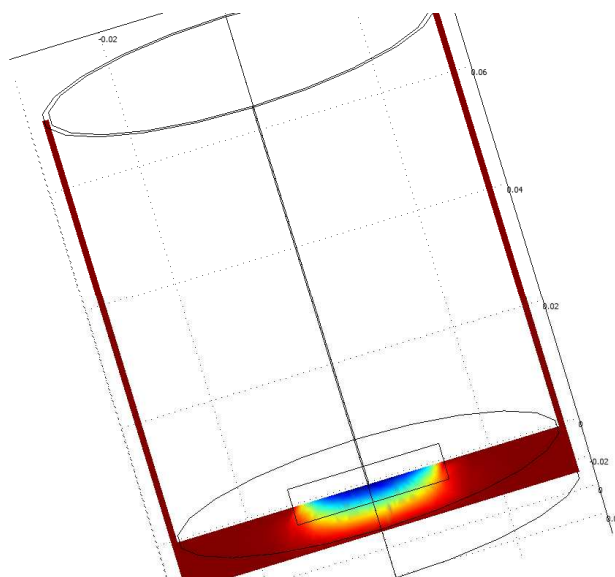
gdzie:  $\delta$  – współczynnik czasowego skalowania,  $\rho$  – gęstość,  $C_p$  – pojemność cieplna,  $k$  – tensor przewodności cieplnej,  $Q$  – źródło ciepła.



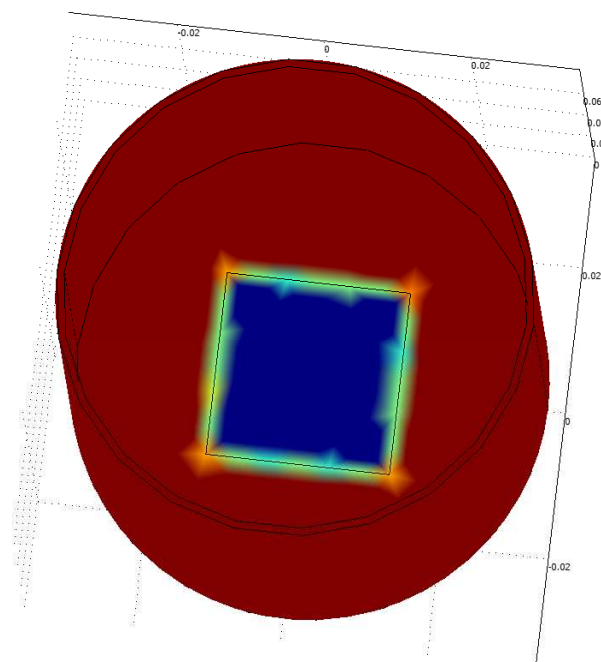
### 3.3. Analiza wyników i wnioski



Rys. 11. Przeniesiony do COMSOLA cyfrowy model szklanki.



Rys. 12. Rozkład temperatury pokazany na przekroju szklanki po czasie 120 sekund.



*Rys. 13. Widok z góry na rozkład temperatur uzyskany w wyniku przeprowadzenia symulacji.*

### **Wnioski**

Na podstawie przeprowadzonych badań można zauważyć, że po czasie 120 sekund (2 minut) jedna kostka lodu o wymiarach 25x25 [mm] jedynie nieznacznie ochładza dno szklanki. Z tego powodu w upalne dni, aby ugasić pragnienie oraz zażyć orzeźwienia, należy przed wypiciem napoju wrzucić do szklanki więcej niż jedną kostkę lodu, bądź jeśli pozwala na to cierpliwość, odczekać dłuższy okres czasu, aż napój się schłodzi.

## **Literatura**

[1] [www.obliczenia.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=55&Itemid=90](http://www.obliczenia.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=55&Itemid=90)  
dostępna w dniu 19.01.2013

## **Spis obrazków**

Rysunek 1. [http://www.doszkalanie.edu.pl/Znaki\\_STOP\\_Powstancow\\_Sl.php](http://www.doszkalanie.edu.pl/Znaki_STOP_Powstancow_Sl.php) dostępna w  
dniu 19.01.2013

Rysunek 9. [http://img2.demotywatoryfb.pl/uploads/201002/1266320773\\_by\\_Iwo321\\_600.jpg](http://img2.demotywatoryfb.pl/uploads/201002/1266320773_by_Iwo321_600.jpg)  
dostępna w dniu 19.01.2013

Rysunek 6. <http://www.dachy.org/InfinityCMS/files/news/519.jpg> dostępna w dniu  
19.01.2013