## Przepływ termiczny w zakrzywionej rurze

Gabriela Godek, Karol Maziarka

Styczeń 2021

#### 1 Słowo wstepu

Podczas tego projektu modelowaliśmy przepływ termiczny w zakrzywionej rurze. Wykorzystaliśmy do tego program ElmerGUI, który pozwolił nam na wykorzystanie siatki rury oraz dopasowanie parametrów do naszych potrzeb.

Woda wpływa przez jedna końcówke rury z predkościa V=0.01 $\frac{m}{s}$ , traktujemy cały proces jak przepływ laminarny.

## 2 Właściwości przepływu

Wewnetrzna średnica wynosi0.01m. Zewnetrzna średnica wynosi0.02m. Jest zakrzywiona pod katem 135 stopni. Ciecz która przepływa przez rure to woda w temperaturze 350 K, czyli $76,85^\circ C$ 



Figure 1: Na czerwono zaznaczono wpływ wody do rury

Po załadowaniu siatki z pliku curved pipe przystapiliśmy do wprowadzania równań, dodaniu materiałów oraz warunków brzegowych dla poszczególnych elementów przepływu.

## 3 Właściwości płynu

### Model

```
Equation
  Add
  Name = Heat and Flow
  Apply to Bodies = 1
  Heat Equation
    Active = on
    Convection = Computed
  Navier-Stokes
    Active = on
    Priority = 1
    Edit Solver Setting
      Linear System
        Preconditioning = ILU1
Material
  Add
  Material library
    Water (room temperature)
  Apply to Bodies = 1
```

OK

Program ElmerGUI w sekcji "Material" zawiera już wszystkie potrzebne dane by właściwie zamodelować przepływ wybranego płynu. Tzn., zawiera już parametry takie jak gestość, temperaura czy pojemność cieplna.

Object	Value
<ul> <li>Geometry</li> <li>Input file</li> </ul>	curved
<ul> <li>Body</li> <li>Body Propert</li> <li>Equation</li> <li>Body Propert</li> <li>Equation</li> <li>Body Propert</li> <li>Equation</li> <li>Material</li> <li>Boundary 1</li> <li>Boundary 3</li> <li>Boundary 3</li> </ul>	Body Material –
→ Boundary 5 → Boundary 6 → Model ⇒ Equation → heat and flow	troom outline Free text input
Water (room t     Iron (generic)     Body force     Initial condition	[Add]     ▼ Body Property 1     F Body Property 2     ▼       [Add]     ペ Material library     ×     Z       [Add]     Name: Water (room temperature)     ×     Z
<ul> <li>Boundary condition</li> <li>hotinflow</li> <li>outflow</li> <li>noslip</li> <li>troom</li> </ul>	Add 9 New YUpdate YOK Remove

Figure 2: Sekcja ukazujaca właściwości dla wody

#### 4 Właściwości rury

```
Model
Equation
Add
Name = Just Heat
Apply to Bodies = 2
Heat Equation
Active = on
Convection = None
Material
Add
Material library
Iron (generic)
Apply to Bodies = 2
OK
```

#### 5 Definiowanie warunków przegowych

W tym zadaniu mamy cztery różne warunki brzegowe:

- dopływ ciepła (HotInflow)
- wewnetrzny antypoślizg (internal no-slip)
- odpływ (outflow)
- zewnetrzna stała temperatura (external fixed temperature)

## Dopływ ciepła (HotInflow)

#### Model

BoundaryCondition Name = HotInflow Heat Equation Temperature= 350.0 Navier-Stokes Velocity 1 = 0.0 Velocity 2 = 0.0 Velocity 3 = Variable Coordinate Real MATC "100.0\*(1.0e-4-tx(0)<sup>2</sup> -  $tx(1)^{2}$ )" Add New

## Odpływ (outflow)

## Wewnetrzny antypoślizg (internal no-slip)

Name = NoSlip Navier-Stokes NoSlip Wall BC = on Add New

# Zewnetrzna stała temperatura (external fixed temperature)

Name = Troom Heat Equation Temperature = 300.0Add

Nastepnie za pomoca funkcji *set boundary condition* przypisaliśmy odpowiednim zmiennym wartości brzegowe. Po wygenerowaniu plików możemy kliknać w edytor pliku by zobaczyczć jak nasz dokument sif wyglada. Również z tego miejsca można go edytować i wprowadzać zmiany w siatce.

[			
E Solver Input File - D	X	E Solver Input File -	$\times$
File Edit Preference		File Edit Preference	
] C? 🖶 🖶 🕨 🕾 🛛 X 🖸 D 🔽	*		*
Linear System Residual Output = 10 Linear System Precondition Recompute = 1 End		Heat expansion Coefficient = 0.207e-3 Density = 998.3 End	<b>_</b>
Equation 1 Name = "heat and flow" Convection = Computed Active Solvers(2) = 2 1 Equation 2 Name = "just heat" Active Solvers(1) = 2 End		Material 2           Name = "Iron (generic)"           Mesh Poisson ratio = 0.29           Young: modulus = 103.05369           Heat Conductive = 80.2           Sound speed = 5000.0           Denity = 7870.0           Heat expansion Coefficient = 11.8e-6           Heat expansion Coefficient = 10.80           Poisson ratio = 0.29           End	
Material 1           Name = "Water (room temperature)"           Viscosity = 1.002e-3           Heat Capacity = 4183.0           Sound speed = 1497.0           Heat Conductivity = 0.5.8           Relative Permittivity = 80.1           Heat expansion Coefficient = 0.207e-3           Density = 998.3           End		Boundary Condition 1 Target Boundaries(2) = 1 4 Name = "hotinflow" Velocity 2 = vationflow" Real MATC = VataBile Coordinatel Real MATC = VataBile Coordinatel Velocity 2 = 0.0 End End	
Material 2         "Iron (generic)"           Name = "Iron (generic)"         http://www.net.org/action.com/a		Boundary Condition 2 Target Boundaries(2) = 3 6 Name = "outflow" Normal-Tangential Velocity = True Velocity 2 = 0.0 End Boundary Condition 3 Target Boundaries(1) = 2 Name = "nosilp" Velocity B C = True	
Boundary Condition 1           Target Boundares(2) = 1 4           Name = "hotinflow"           Velocity 3 = Variable Coordinate]           Real MATC "100.0"(1.0e-4-bc(0)^2+bc(1)^2)"           Velocity 1 = 0.0           Temperature = 350.0           Velocity 0 = 0.0	•	Erua Boundary Condition 4 Target Boundaries(1) = 5 Name = "troom" Temperature = 300.0 End	•
	1		6

Figure 3: Zestawienie jak końcowo powinien wygladać plik wygenerowany dla naszego projektu



Figure 4: Po uruchomieniu kompilowania



Figure 5: Nie można uruchomić ParaView

## 6 Podsumowanie

Jak można zobaczyć nasz program ładuje sie poprawnie. Jednak pomimo usuniecia wszystkich błedów program nie generuje oczekiwanych wyników. Niestety wykres również odbiega od założeń.

Niestety w internecie nie udało mi sie znaleźć odpowiedzi dlaczego nie można przeprowadzić wizualizacji.