

Pole magnetyczne w magnesie trwałym

Krzysztof Konieczny, Wojciech Kura

styczeń 2021,
Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki w Krakowie

Spis treści

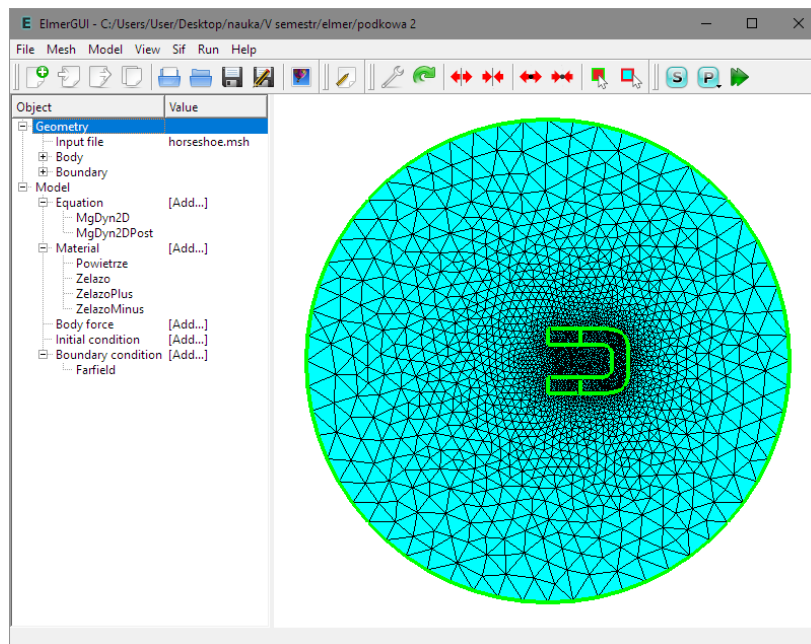
1	Wstęp	2
2	Opis procesów w programie	2
3	Rezultat	5
4	Bibliografia	6

1 Wstęp

Rozważamy magnes stały w kształcie podkowy, składającego się z materiału ferromagnetycznego z dwoma sekcjami końcowymi wstępnie namagnesowanymi o przeciwnych kierunkach. Magnes posiada trzy różne rejony (żelazo, żelazo "plus", żelazo "minus") i dodatkowo jest otoczony przez powietrze, czyli w sumie mamy 4 rejony. Istnieje granica zewnętrzna, która pozwala wygodnie uwzględnić warunki dalekiego pola. Zakłada się, że materiał ma stałą względną przepuszczalność 5000, a namagnesowanie jest ustawione na 750 kA/m. Warto zauważyć, że jest to przypadek 2D, co oznacza że mamy do czynienia z nieskończenie długą podkową, co w rzeczywistości byłoby niezbyt realne.

2 Opis procesów w programie

Do przeprowadzenia obliczeń i symulacji wykorzystywane są zasoby już zawarte w pakiecie instalacyjnym programu ElmerGUI. Jednym z takich zasobów są już gotowe siatka i model podkowy wraz z otaczającym go powietrzem.



Do projektu załączone koniecznie muszą zostać definicje dla równań niezbędnych do działania naszego programu. Definicje te również są już zawarte w instalacji, więc są one bez problemu dostępne w pliku `magnetodynamics2d.xml`

Po otwarciu pliku `horseshoe.msh` na ekranie pojawia się siatka podkowy z 4 rejonami wspomnianymi wcześniej: żelazo podkowy, żelazo namagnetyzowane dodatnio, żelazo namagnetyzowane ujemnie, oraz powietrze, którym właściwości w zakładce `menu` określamy następująco:

```
Material
Name = Powietrze
MgDyn2D
Relative Permeability = 1.0
Name = Zelazo
MgDyn2D
Relative Permeability = 5000.0
Name = ZelazoPlus
MgDyn2D
Relative Permeability = 5000.0
Magnetization 1 = Real 750.0e3
Name = ZelazoMinus
MgDyn2D
Relative Permeability = 5000.0
Magnetization 1 = Real -750.0e3
```

Do odpowiednich części modelu przypisujemy ich materiały klikając na nie dwukrotnie i wybierając odpowiedni materiał, po czym dodajemy równania w zakładce `menu Model` → `Equation`

```
Equation
Name = MgDyn2D
Active = on
Priority = 1
Apply to Bodies = 1 2 3 4
Name = MgDyn2DPost
Active = on
```

W tym przypadku wykorzystywany jest solver MgDyn2D, oraz solver przetwarzania końcowego MgDyn2DPost.

Teraz pozostały jeszcze jeden warunek graniczny do określenia, który pozwoli nam traktować granice meshu jakby rozciągały się w nieskończoność. Tą opcję również znajdujemy w menu `Model`

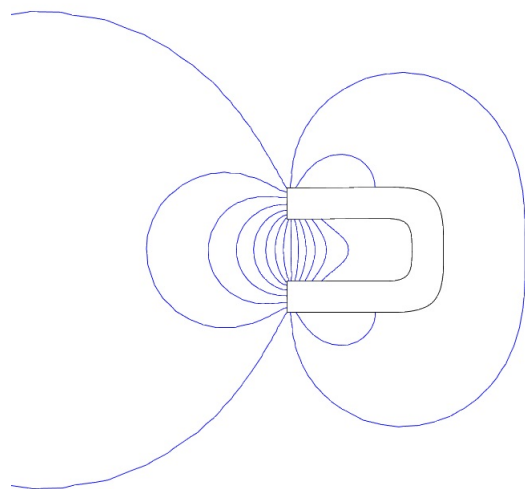
```
BoundaryCondition
  Name = Farfield
  MgDyn2D
  Infinity BC = True
```

Ten warunek na końcu przypisujemy do granicy, składającej się w naszym przypadku z czterech części, do każdej należy przypisać ten sam warunek.

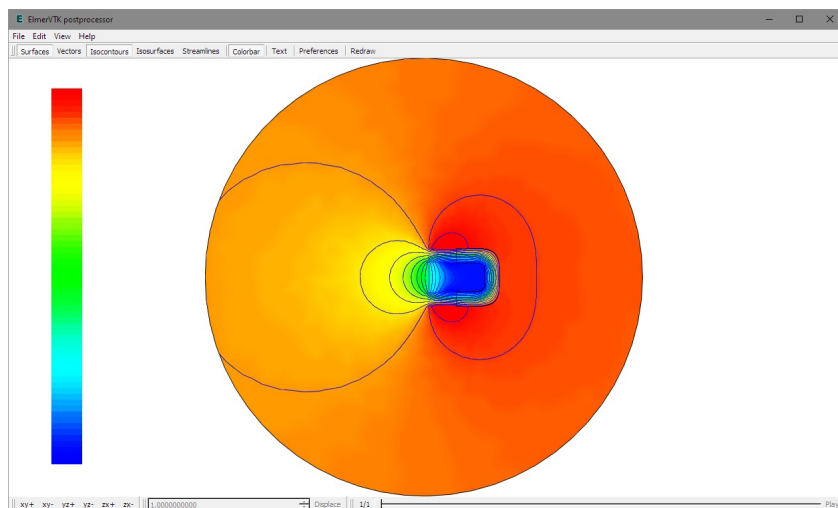
Aby wykonać symulację z menu `Sif` wybieramy opcję `Generate`, po czym możemy również dla pewności sprawdzić nasze ustalone parametry wybierając opcję `Edit`, lub od razu przejść do uruchomienia solvera w zakładce menu `Run` → `Start solver`. Po wykonaniu obliczeń używamy `Run` → `Start ElmerVTK` do wyświetlenia rezultatów.

3 Rezultat

Po wykonanej przez program pracy otrzymaliśmy następujące wyniki:



Rysunek 1: Linie pola magnetycznego magnesu



Rysunek 2: Potencjał wektorowy połączony z wektorami natężenia pola magnetycznego.

4 Bibliografia

- *CSC-IT Center for Science* "Elmer GUI Tutorials", Marzec 2016