

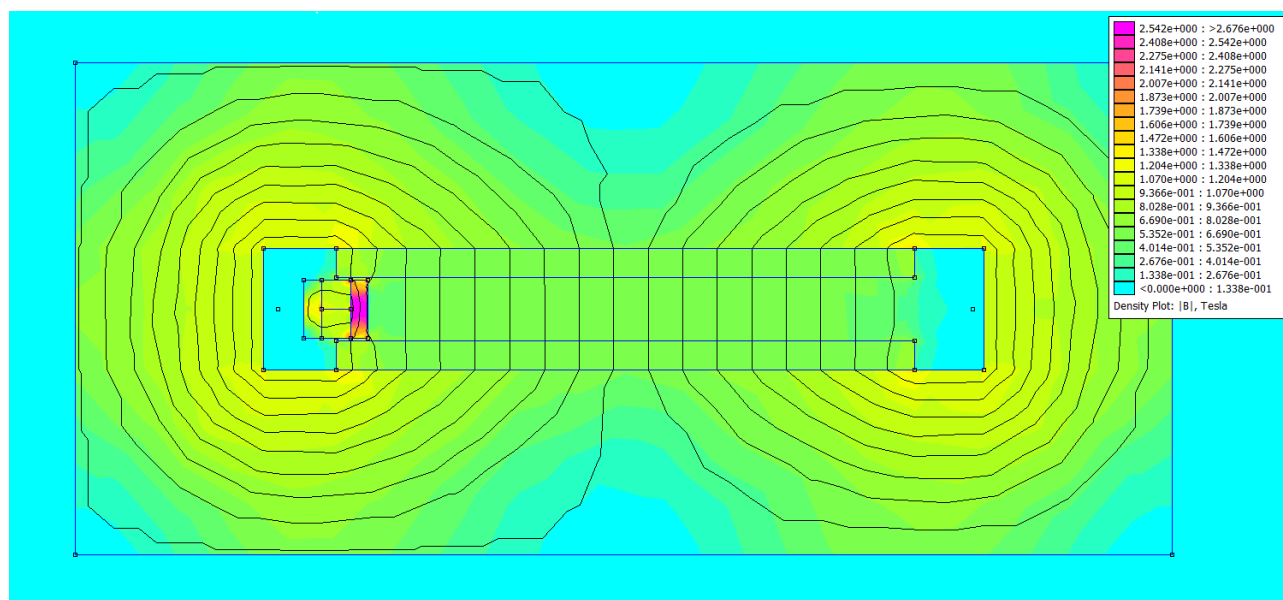
Toroid magnet motor VII

© Ing. Ladislav Kopecký, červenec 2017

Šestou část článku jsme věnovali optimalizaci tvaru magnetického tělesa pro nehomogenní a slabé vnější magnetické pole, jež je výsledkem příliš velké vzduchové mezery. Došli jsme k závěru, že vhodnější je tvar kvádrů než „soudku“, protože lépe koncentruje siločáry rozptýlené velkou vzdáleností mezi magnetickými prstenci. V tomto díle se budeme zabývat možnostmi, jak konstruovat velké magnetické motory s použitím jiných tvarů magnetů pro vytvoření vnějšího magnetického pole, než jsou prstence, jejichž nabídka je omezená.

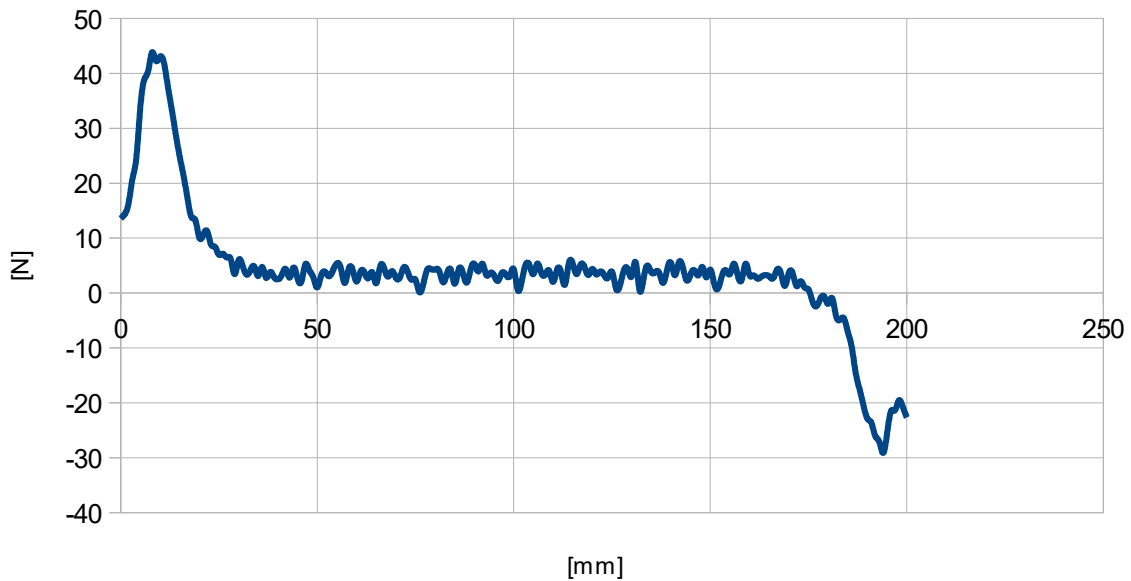
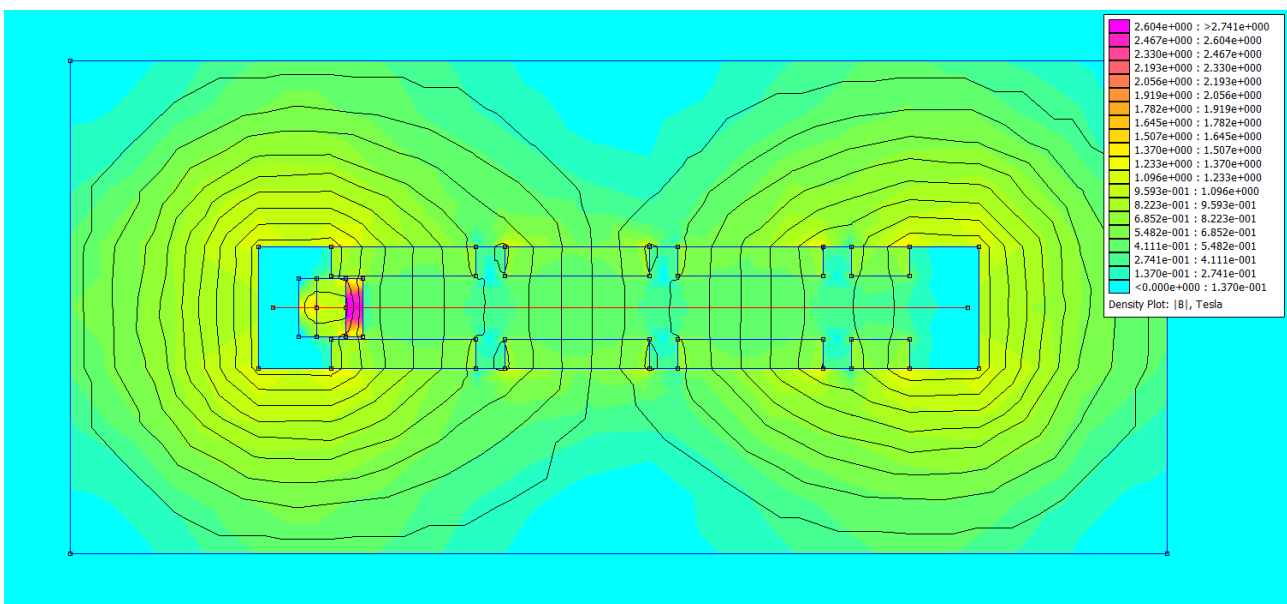
Začneme simulací magnetického obvodu se vzduchovou mezerou 22mm a magnetickým tělesem tvaru kvádrů s rozměry 20x22x10mm. Budeme sledovat velikost síly F_x v závislosti na poloze magnetického tělesa ve vnějším magnetickém poli. Budeme postupovat po malých krocích (1mm), takže opět využijeme Lua skriptu:

```
showconsole()
clearconsole()
print("position in mm | force in N")
open("hranol-Fe-Nd.fem")
mi_saveas("temp.fem")
for n=0,200,1 do
  mi_analyze()
  mi_loadsolution()
  mo_groupselectblock(1)
  f=mo_blockintegral(18)
  print(n,f)
  mo_close()
  mi_seteditmode("group")
  mi_selectgroup(1)
  mi_movetranslate(1,0)
end
```



Obr. 1: Magnetický obvod s magnety tvaru prstence

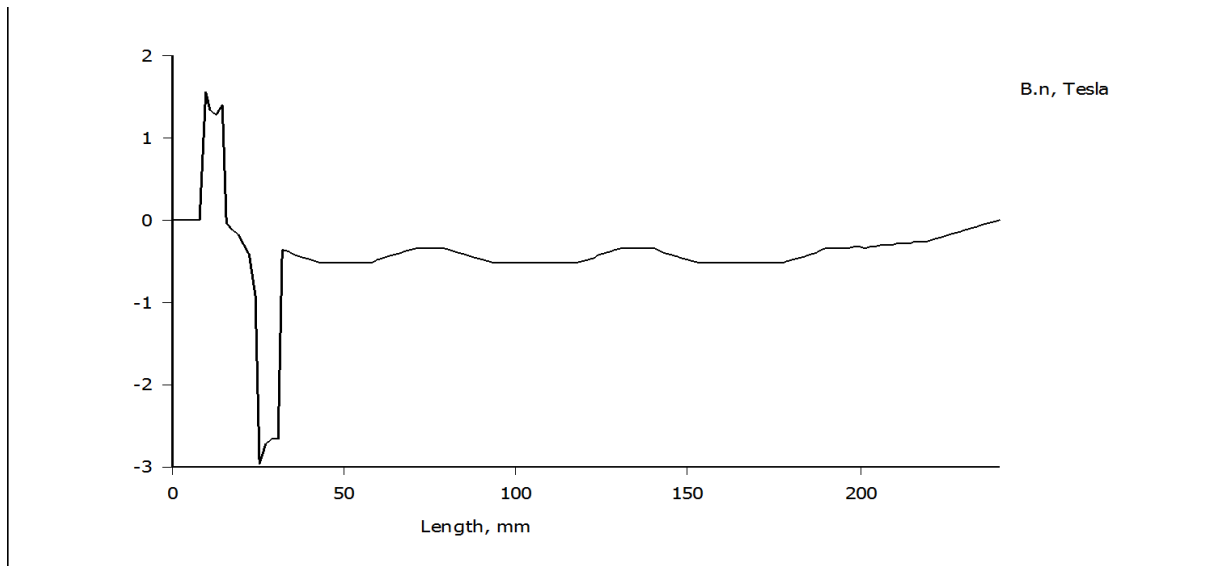
Výsledek simulace můžete vidět v grafu 1. Nyní vnější magnetické pole složíme z magnetů ve tvaru kvádrů s rozměry 50x25x10mm a mezeru mezi nimi zvolíme 10mm. Magnety budeme klást za sebou delší stranou, takže šířka bloků magnetů bude 25mm.

Graf 1: Průběh síly F_x na obr. 1

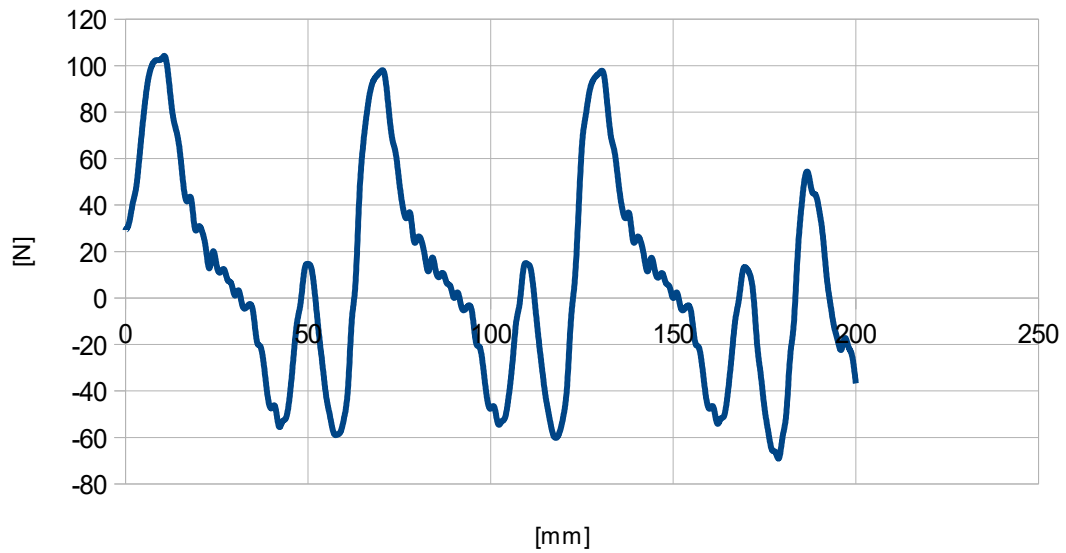
Obr. 2: Magnetický obvod s magnety tvaru hranolu

Na obr. 2 vidíte magnetický obvod s magnety tvaru kvádrů. Opět pomocí Lua skriptu zjistíme průběh síly F_x pro jednotlivé polohy magnetického tělesa a vyneseme do grafu. Graf 3 ukazuje, že průběh síly je značně nerovnoměrný a dosahuje jak kladných, tak záporných hodnot. Střední hodnota síly je 7,5N. To není mnoho, uvažíme-li, že šířka magnetů je 25mm, tj. 2,5x více než u prstencových magnetů. Tam byla průměrná hodnota F_x rovna téměř 4N. Můžeme tedy říci, že tato cesta není příliš efektivní. Tento nedostatek se pokusíme napravit tak, že horní řadu magnetů posuneme tak, aby mezery mezi magnety nebyly nad sebou v zákrytu (obr. 3). Graf 4 ukazuje, že průběh B v mezeře je nyní mnohem rovnoměrnější. Avšak podle grafu 5 je průběh F_x stejně nevyrovnaný a střední hodnota síly je ještě menší: 6,66N.

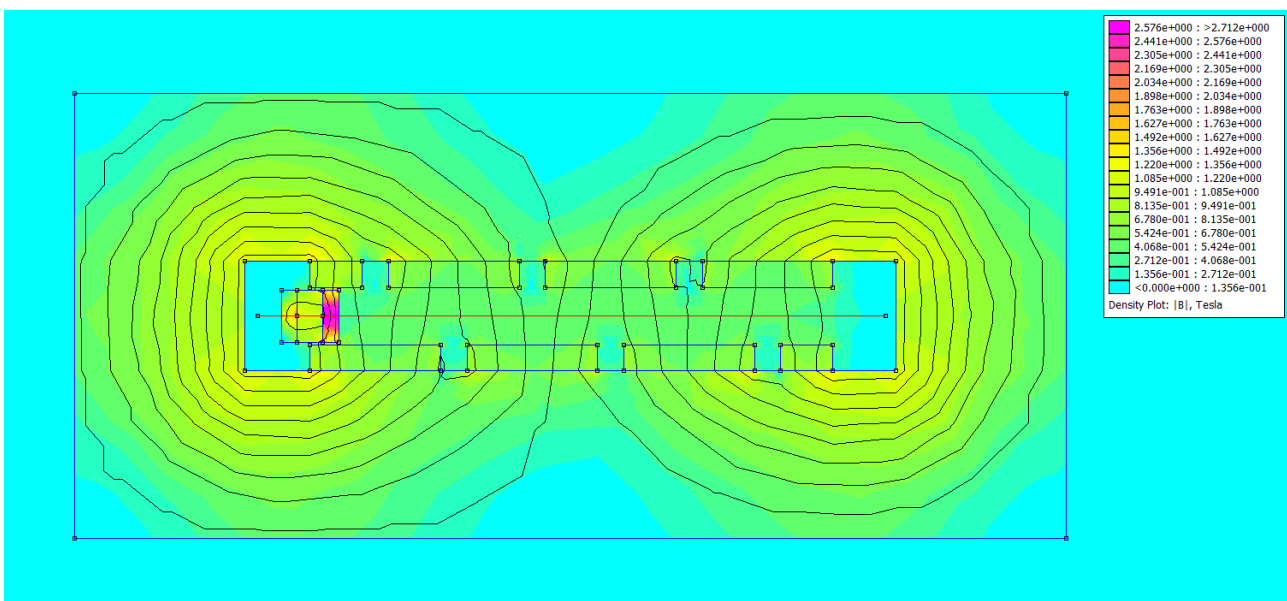
Tudý tedy cesta rozhodně nevede. Musíme proto přikročit k radikálnějšímu řešení. Toto řešení je poměrně prosté: na magnety jednoduše položíme železný plát, který bude mít dostatečnou tloušťku, aby došlo k homogenizaci pole. Simulace na obr. 4 ukazuje, že stačí plát o síle 10mm. Abychom dosáhli větší B v mezeře, zvětšili jsme magnety na dvojnásobnou výšku (20mm). Dále si na obr. 4 můžete všimnout, že jsme se vrátili k soudkovitému tvaru magnetického tělesa, protože magnetická indukce v mezeře je poměrně velká (graf 6).



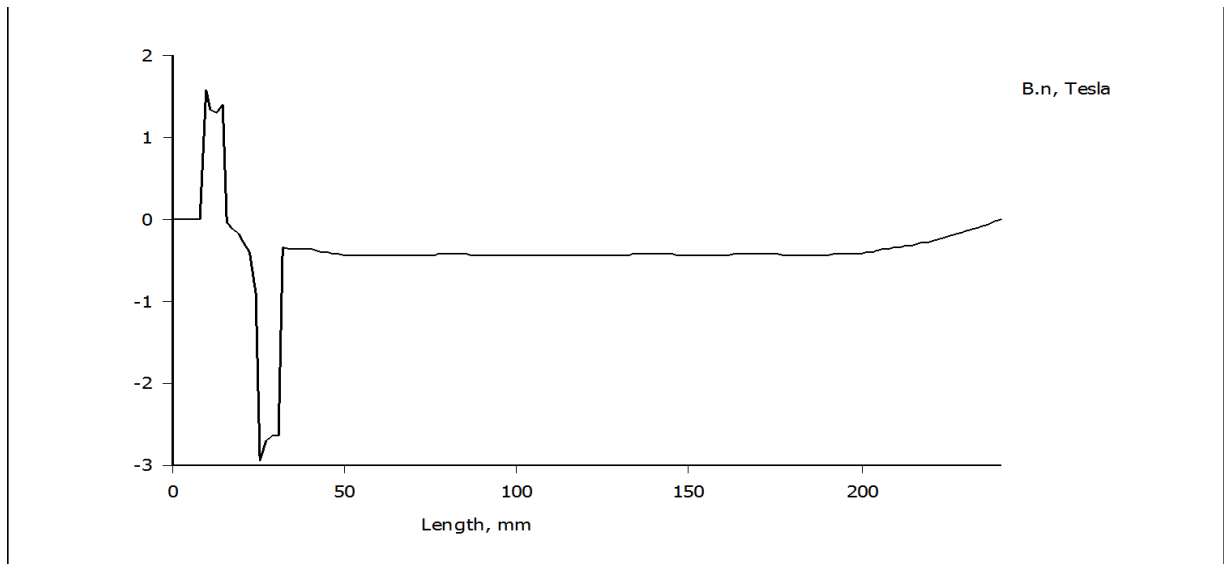
Graf 2: Průběh magnetické indukce B na obr. 2



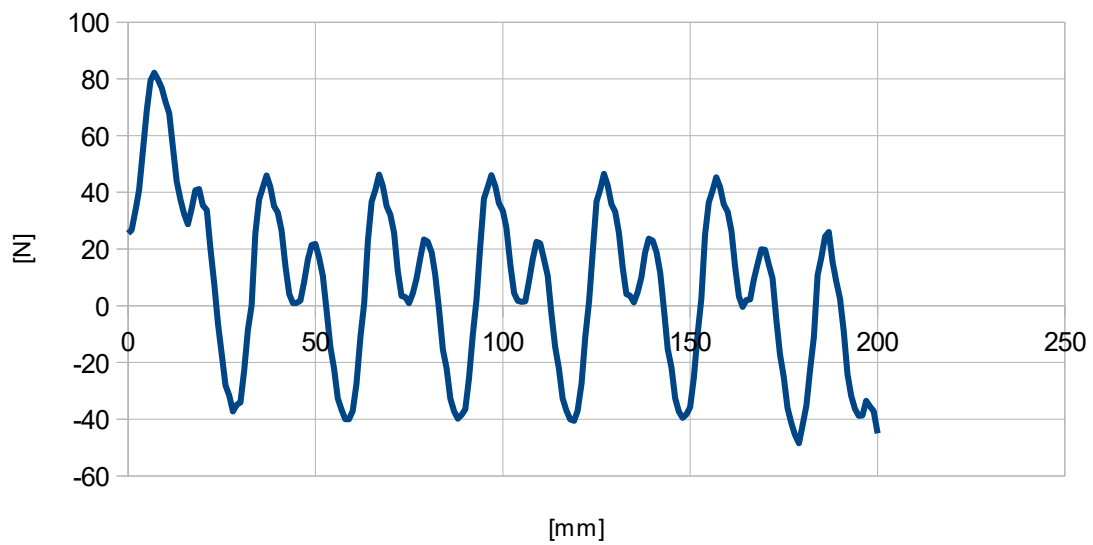
Graf 3: Průběh síly Fx na obr. 2



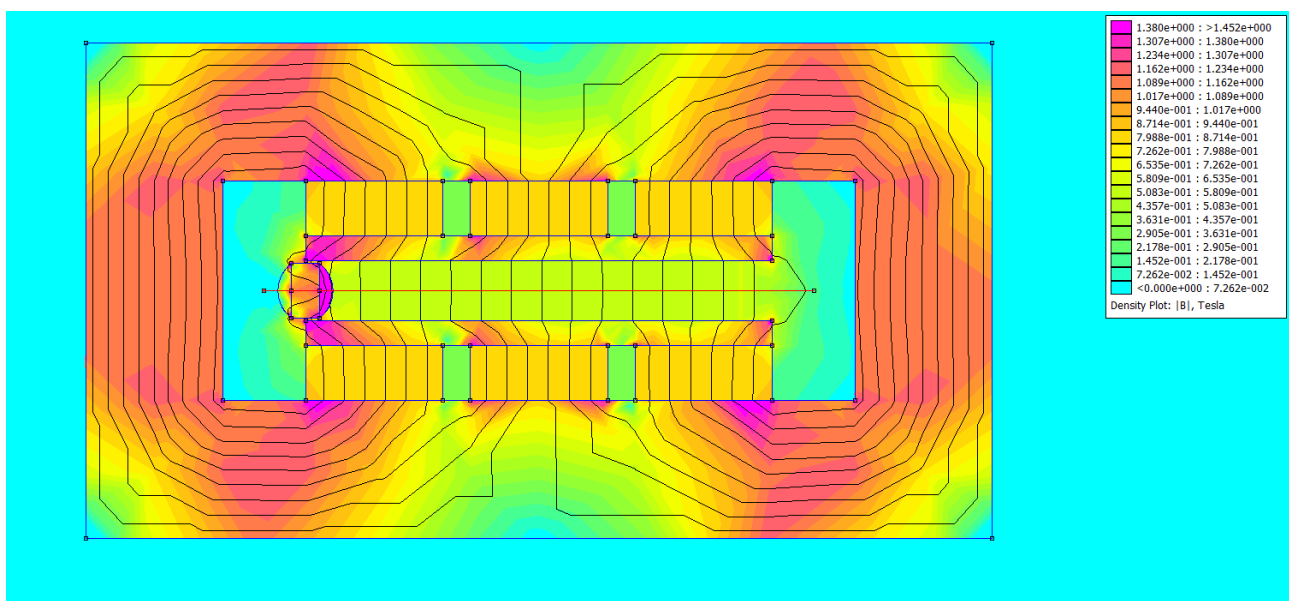
Obr. 3: Magnetický obvod s magnety tvaru hranolu – mezery se nekryjí



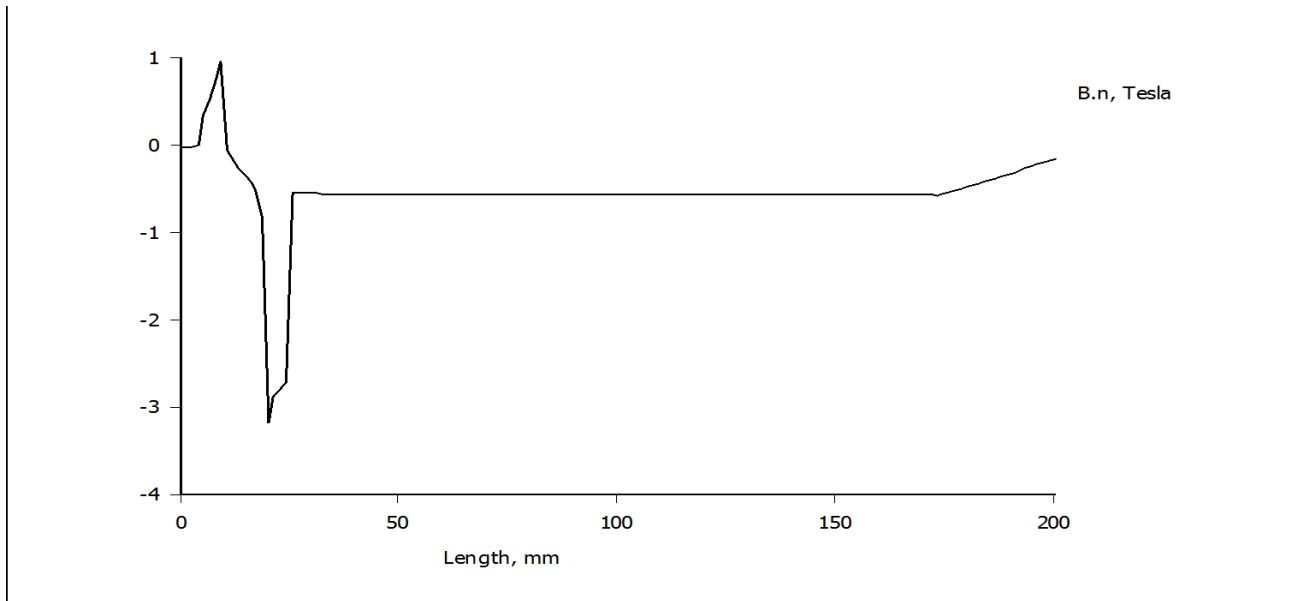
Graf 4: Průběh magnetické indukce B na obr. 3



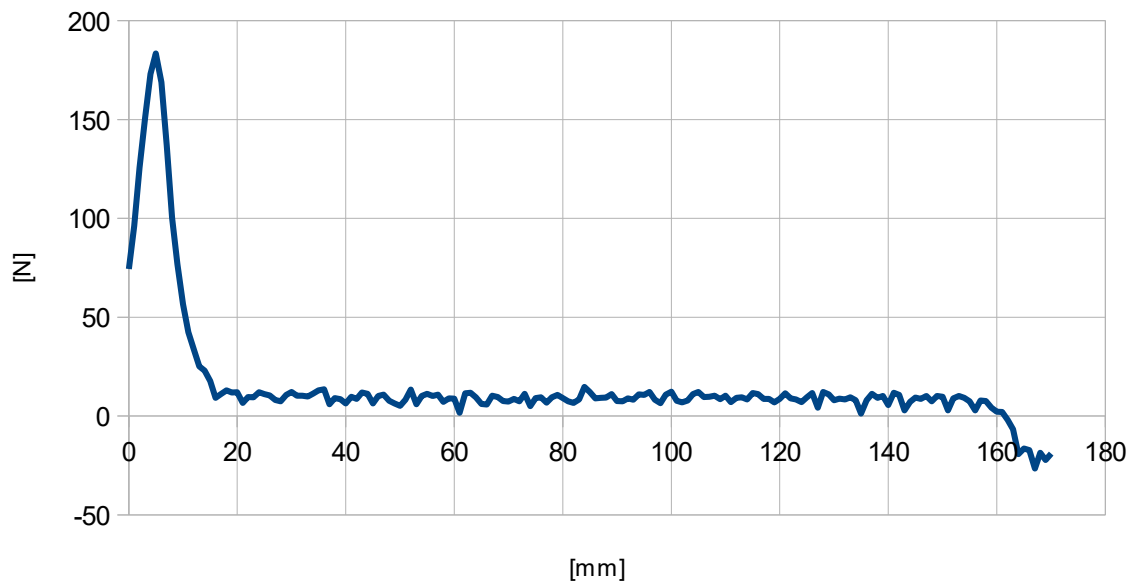
Graf 5: Průběh síly Fx na obr. 3



Obr. 4: Magnetický obvod s homogenizací magnetického pole



Graf 6: Průběh magnetické indukce B na obr. 4



Graf 7: Průběh F_x simulace na obr. 4

Průběh síly F_x po homogenizaci magnetického pole najdete v grafu 7. Střední hodnota je 15,5N.

Na závěr tedy můžeme říci, že už nejsme vázáni na dostupnost prstencových magnetů požadovaných rozměrů, ale že umíme vytvořit magnetický motor z magnetů různých tvarů.