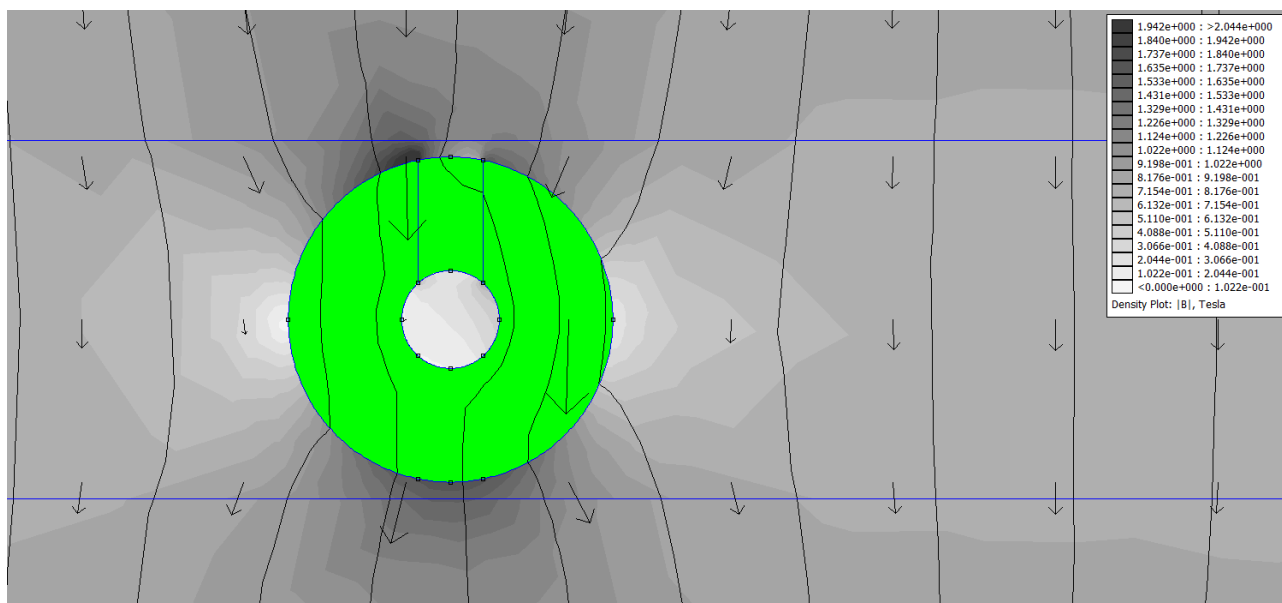


Toroid magnet motor II

© Ing. Ladislav Kopecký, červenec 2017

V první části článku jsme zkoumali možnost modelovat magnetické pole vodiče protékaného proudem pomocí permanentního magnetu a feromagnetického prstence. Došli jsme k závěru, že to provést lze a že se tento jev dá využít pro konstrukci motoru poháněného pouze permanentními magnety. Také jsme zkoumali, při jaké poloze magnetu v prstenci jsou silové účinky mezi vnějším magnetickým polem a tímto prstencem největší. Zjistili jsme, že je to při úhlu 90° , měřeno od kladné vodorovné osy x proti směru hodinových ručiček. Ve druhé části článku budeme hledat optimální konfiguraci prstence a magnetu/ů s cílem dosáhnout největší síly působící mezi prstencem a vnějším magnetickým polem.



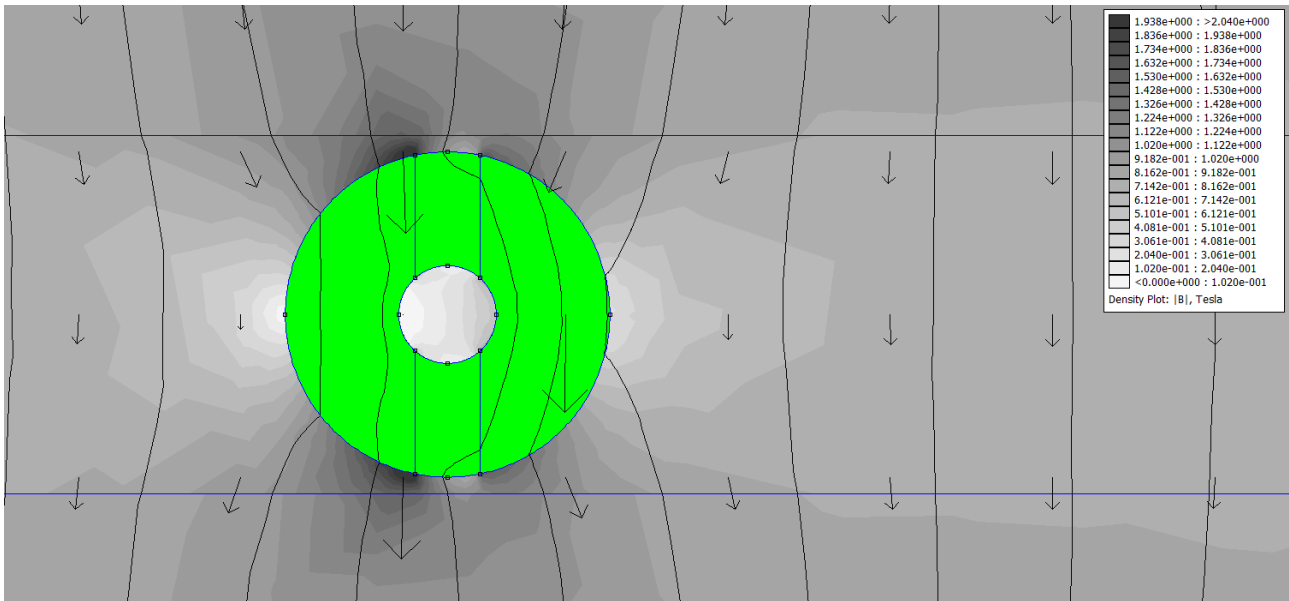
Obr. 1: Optimální poloha magnetu v prstenci



Obr. 2: Síla působící na prstencec s jedním magnetem

Vydeme z obr. 1 a nejdříve zjistíme velikost síly působící na prstencec (obr. 2). Dále přidáme další magnet, který bude orientován tak, aby zesiloval magnetický tok horního magnetu, tj. do políčka Magnetization Direction (směr magnetizace) zapíšeme hodnotu 180 (stupňů). Obr. 4 ukazuje, že po přidání druhého magnetu se síla zvýšila na 6,08 Newtonů. Přidání dalších dvou magnetů (celkově 4) nepřineslo zvýšení síly, ale pokles dokonce pod úroveň síly při jednom magnetu v prstenci. Dále jsem experimentoval s tloušťkou magnetu a zjistil jsem, že zde existuje přímá úměra mezi silou působící na prstencec a velikostí magnetu. Závěr je tedy ten, že cestou k optimalizaci je použití dva co největší magnety s ohledem na šířku mezery mezi magnety vnějšího pole. V zájmu použití co největších magnetů jsem opustil myšlenku, že se musí nutně jednat o kruhový tvar železa a zvolil jsem tvar krychle o hraně 20mm. Krychli ze železa jsem umístil doprostřed magnetického pole a

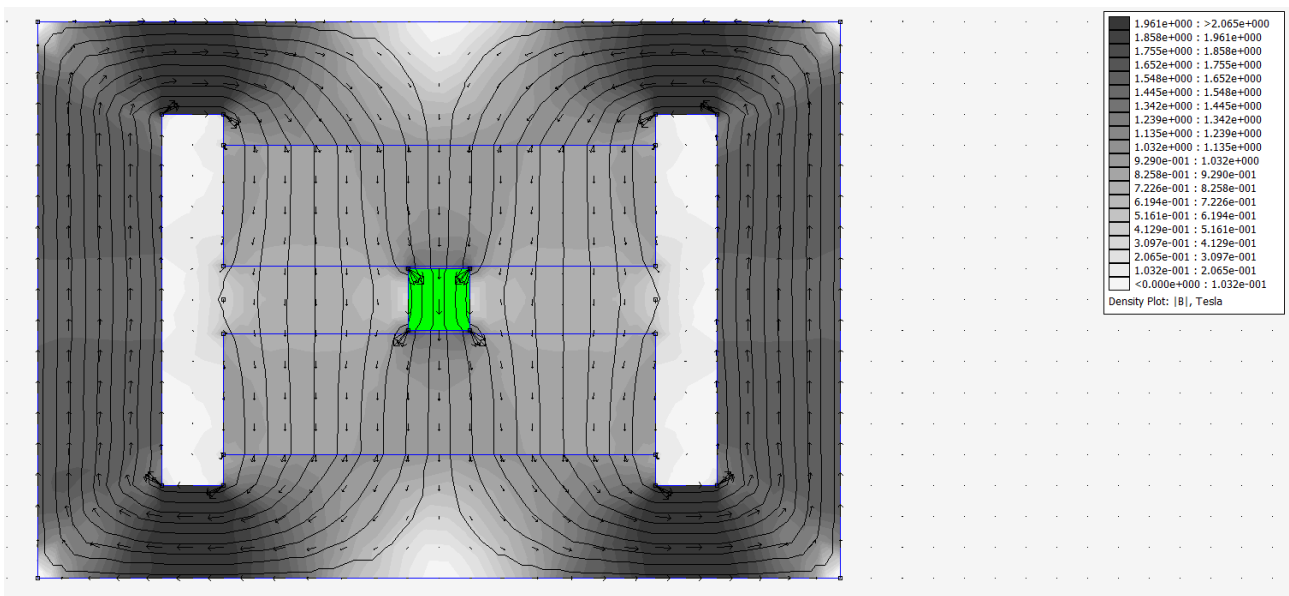
necha vypočítat sílu působící na krychli (obr. 6).



Obr. 3: Prstenec se dvěma magnety



Obr. 4: Síla působící na prstenec se dvěma magnety



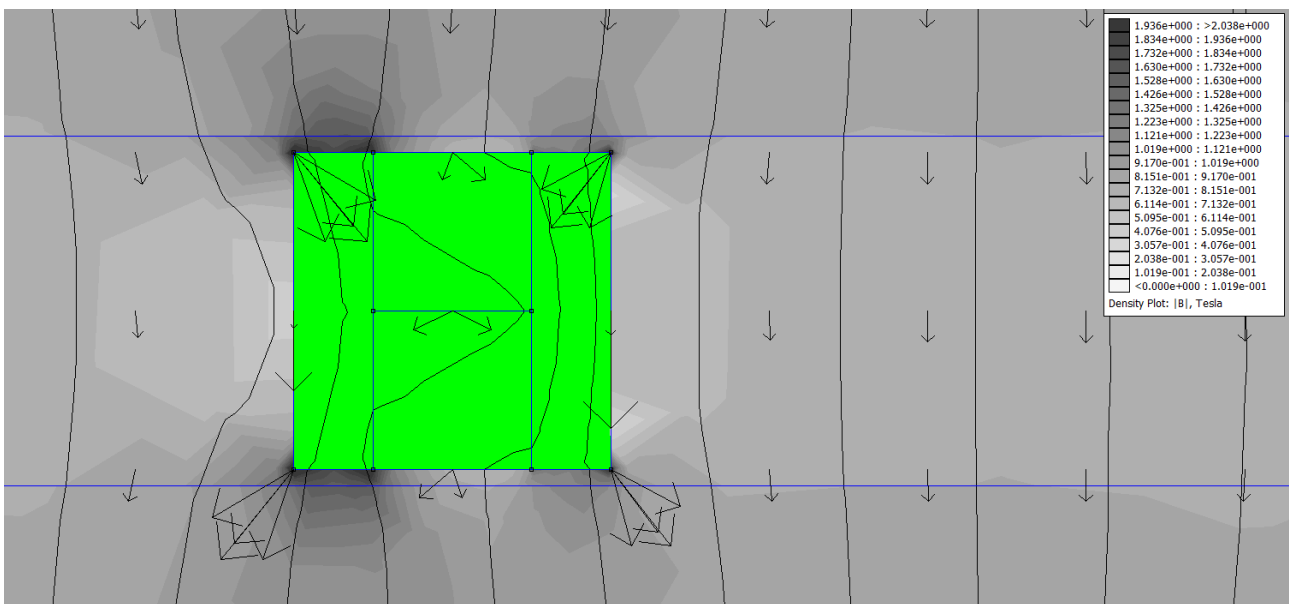
Obr. 5: Železná krychle v magnetickém poli



Obr. 6: Síla působící na železnou krychli

Dále jsem do krychle umístil dva magnety ve tvaru hranolu o rozměrech 10 x 10 x 20mm (obr. 7) a zjistil sílu působící na krychli (obr. 8). Síla 7,73 Newtonů je největší síla, kterou se mi dosud podařilo vyvinout. Nicméně jsem nabyl dojmu, že vzhledem k velikosti magnetů by bylo možné dosáhnout ještě větší síly změnou tvaru tělesa. Po několika pokusech jsem dospěl k tvaru, jenž je zobrazen na obr. 9. Nakonec jsem zvolil tvar „soudku“, který má výšku i šířku 20mm. Tomu odpovídá úhel oblouku 105°. Při takto optimalizovaném tvaru jsem dosáhl síly přes 10 Newtonů (viz obr. 10). Pro úplnost jsem ještě obrátil polaritu magnetů a výsledná síla byla o něco menší (obr. 11). Teoreticky by obě síly měly až na znaménko mít stejnou velikost. Rozdíl je způsoben hlavně tím, že uprostřed pole na krychli bez magnetů působila síla cca 0,82 Newtonů. Když provedeme příslušnou korekci hodnot, tak se obě síly budou téměř sobě rovnat:

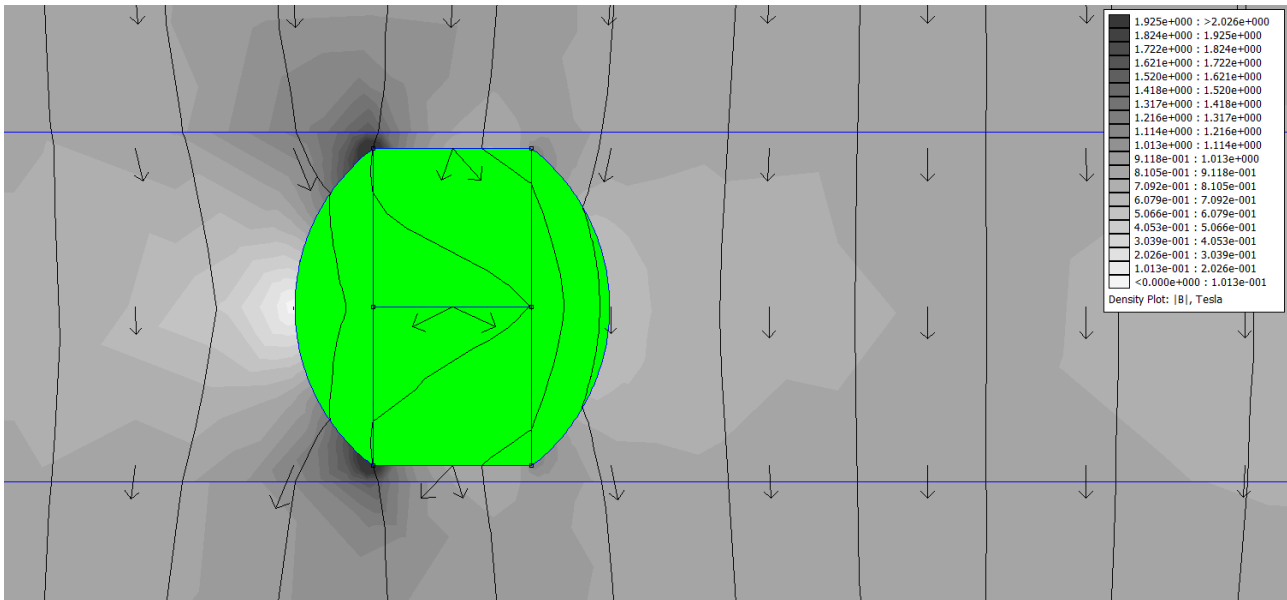
$$F_{x_1} = 10,7125 - 0,816615 = 9,895885 \text{ N}; \quad F_{x_2} = -8,73166 - 0,816615 = -9,548275 \text{ N}$$



Obr. 7: Železná krychle se dvěma magnety



Obr. 8: Síla působící na krychli s magnety



Obr. 9: Těleso ze železa s magnety po optimalizaci tvaru.



Obr. 10: Síla působící na těleso s magnety po optimalizaci tvaru



Obr. 11: Síla působící na těleso s magnety po obrácení polarity magnetů

Závěr

Přes omezené možnosti 2D simulace se podařilo prokázat, že tato cesta k motoru poháněnému pouze permanentními magnety může být velmi perspektivní. Pokud se výsledky získané simulací podaří zopakovat v realitě, potom by nic nemělo bránit v rozšíření této technologie, tedy pokud jde o technické překážky.