

# Simulace čidla DN40 elektromagnetického průtokoměru

Autor: **Bc. Jakub Rosický**

Vedoucí práce: **Ing. Michal Kotek, Ph.D.**

Konzultant: **Ing. Lubomír Slavík, Ph.D.**

Ústav řízení systémů a spolehlivosti



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií

## Cíl práce

Hlavním cílem práce bylo vyrobení funkčního modelu elektromagnetického průtokoměru se zvýšenou citlivostí.

## Abstract

The point of the thesis is to enhance sensitivity of electromagnetic flow meter sensor. At first thesis describes influence of mechanical design of coils and clamps. Simulation software Ansys and Comsol Multiphysics is used to evaluate design changes. The functional model of flow meter is made according to the best calculated results. Functional model is then compared with simulation values, as well as with original flow meter on flow meter line.

## Úvod

Práce se zabývá studií elektromagnetického průtokoměru, který se využívá pro měření kapalin v potrubí. Princip průtokoměru je vysvětlen pomocí Faradayova indukčního zákona, kde v časově proměnném magnetickém poli proudí měřená kapalina a v rovině kolmé na magnetickou indukci  $B$  se indukuje napětí  $U$  mezi elektrodami.

## Metodika

Pro efektivnější a přesnější práci byly geometrie simulačních modelů vytvořeny v externím CAD programu SolidWorks. Podle původního čidla elektromagnetického průtokoměru byla vytvořena výchozí varianta geometrie průtokoměru. Dále byly vytvořeny čtyři varianty modifikovaných budicích cívek a dvě modifikované varianty svorníků. Tyto geometrie byly následně importovány do simulačních programů Ansys a Comsol Multiphysics. V simulačních programech byl vyhodnocen vliv mechanických úprav podle rovnice (1), která je odvozena z Lorentzova zákona.

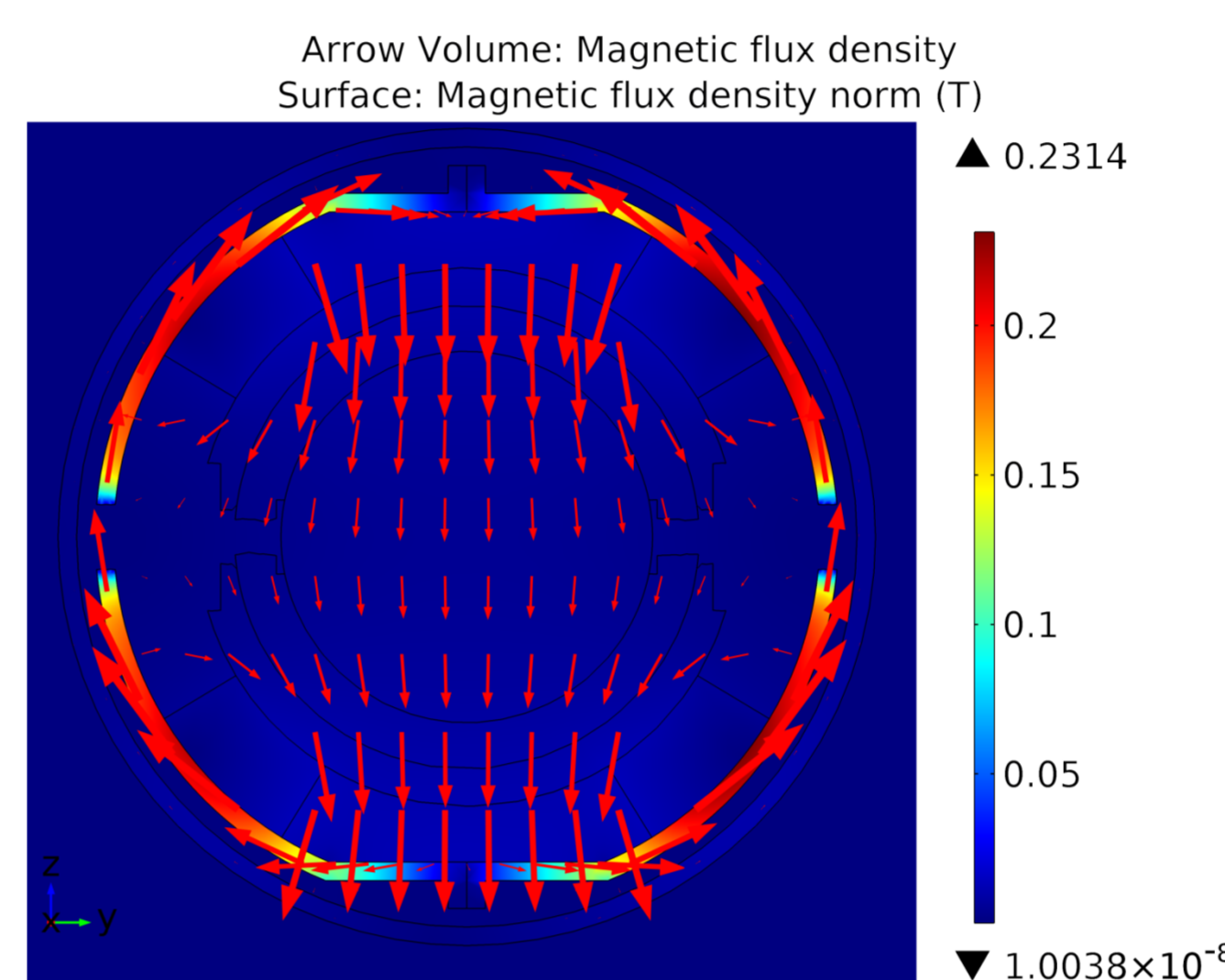
$$U = v \cdot B \cdot D \quad (1)$$

Výsledné napětí mezi elektrodami je označeno symbolem  $U$ . Symbol  $v$  je rychlost proudění kapaliny, magnetická indukce je označena symbolem  $B$  a  $D$  je průměr potrubí.

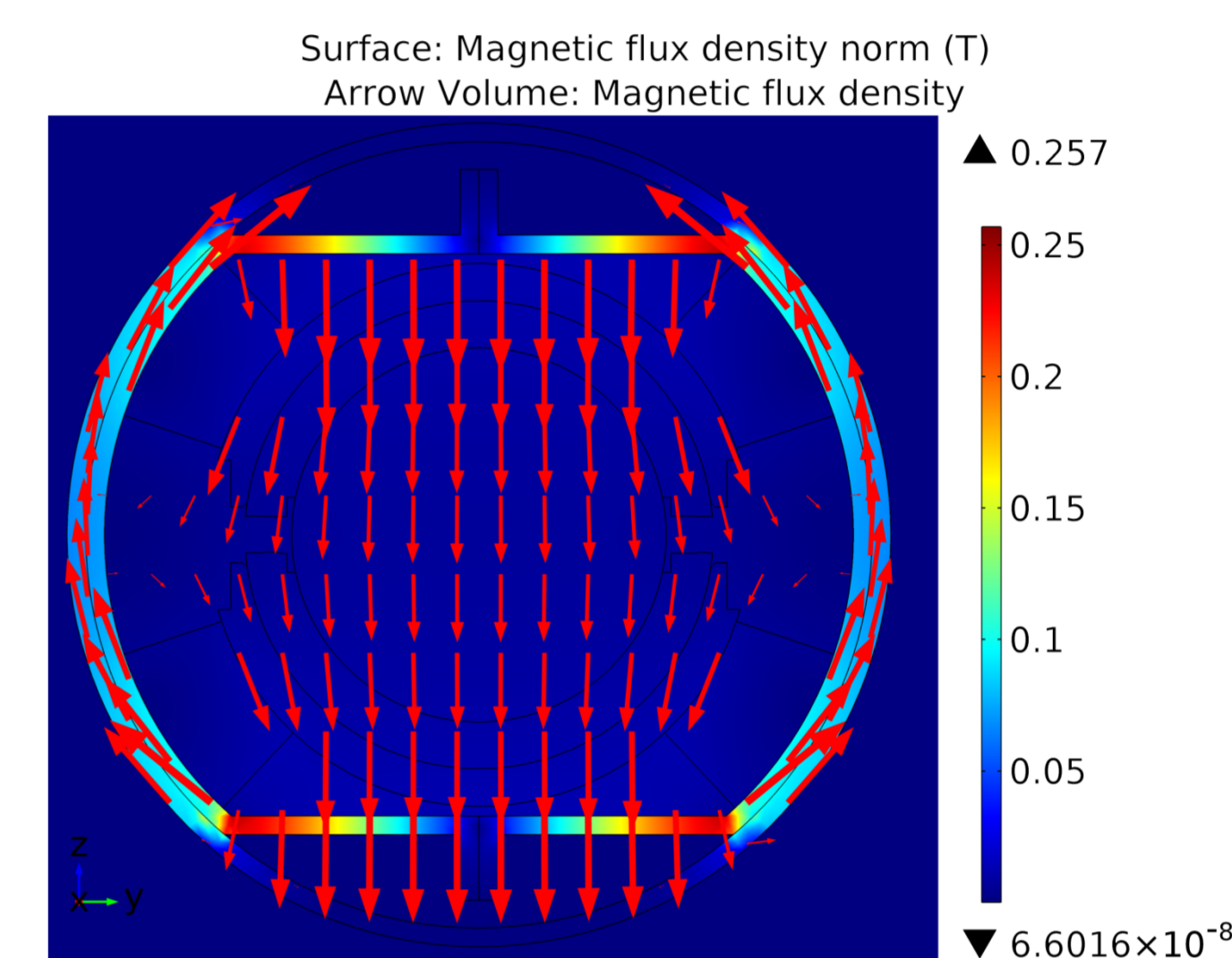
Nejprve byl řešen vliv mechanických úprav u budicích cívek. Podle napětí  $U$  byla vybrána nejlepší varianta budicích cívek. Stejně bylo postupováno i u svorníku. Podle nejlepší varianty budicích cívek a svorníku byl vyroben funkční model elektromagnetického průtokoměru. Nakonec byl funkční model porovnán na průtokoměrné lince s původním průtokoměrem.

## Výsledky

Podle vypočtených výsledků ze simulací byla vybrána nejlepší geometrie, která byla určena k vyrobení funkčního modelu průtokoměru (Obr. 3).



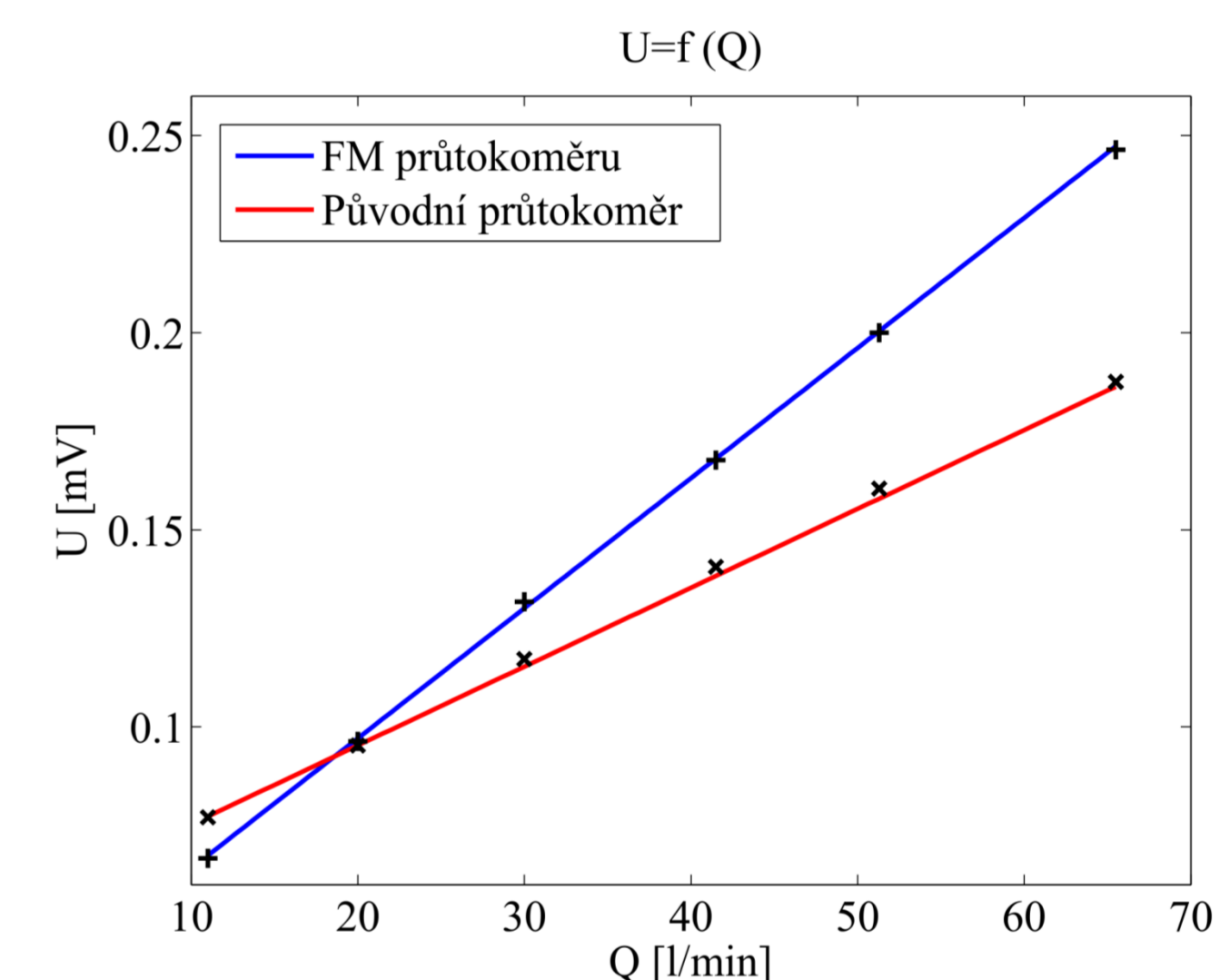
Obr. 1. Vektorové rozložení magnetické indukce  $B$  u původního průtokoměru v rovině kolmé na směr proudění kapaliny v úrovni elektrod



Obr. 2. Vektorové rozložení magnetické indukce  $B$  u funkčního modelu průtokoměru kolmé na směr proudění kapaliny v úrovni elektrod



Obr. 3. Funkční model (FM) průtokoměru bez krytu



Obr. 4. Závislost objemového průtoku  $Q$  na výsledném napětí  $U$  mezi elektrodami

Z experimentálního měření na průtokoměrné lince byly změřeny kalibrační přímky původního průtokoměru (2) a funkčního modelu (3).

$$y_P = 0,002x + 0,0553 \quad (2) \quad y_{FM} = 0,0033x + 0,0311 \quad (3)$$

## Závěr

Podle vypočtených hodnot ze simulací programy Ansys a Comsol Multiphysics byla vybrána nejlepší varianta budicích cívek a svorníku pro realizaci funkčního modelu. Citlivost funkčního modelu průtokoměru byla zvýšena o 65 % oproti původnímu průtokoměru.

## Reference

- [1] Ďaďo, S.; Bejček, L.; Platil, A.: *Měření průtoku a výšky hladiny*. BEN - technická literatura, 2005, ISBN 80-7300-156-X
- [2] ANSYS *Magnetostatic Guide*. ANSYS inc. 2012
- [3] Comsol Multiphysics *Magnetic Field Interface Guide*. Comsol inc. 2012

## Poděkování

Práce byla řešena s podporou projektu TUL FM SGS 2013/78000 v rámci specifického vysokoškolského výzkumu na rok 2013.

## Kontakt

Bc. Jakub Rosický

jakub.rosicky@tul.cz