



HÁSKÓLINN Í REYKJAVÍK

EÐLISFRÆÐI 2 SKÝRSLA

**MFC**

*Davíð Haukur Sigurðsson*

davidhs21@ru.is

*Gylfi Már Hrafnsson*

gylfih20@ru.is

*Magnús Gunnar Karlsson*

magnusgk21@ru.is

Umsjón höfðu

Andrei Manolescu & Sigurður Ingi Erlingsson

24. febrúar 2025

# 1 Inngangur

## 1.1 Tilgangur

Í þessari tilraun skoðum við eiginleika segulsviðs í kring um einfalda spólu. Við framkvæmum tvær tilraunir, í annari þeirra mælum við segulsviðið við mismunandi spennugildi á einni spólu, og í hinni gerum við það nákvæmlega það sama nema bara með tvær spólur. Þar sem segulsviðið er mælt sem fall af staðsetningu á ás sem liggur hornrétt í gegn um miðju spólunnar.

## 1.2 Jöfnur

Jafna 1 er notuð til þess að finna segulsviðið samsíða x-ásnum.  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$  er segulsvörunarstuðull.

$$B_x(x) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(x^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (1)$$

Þegar tvær spólur sem eru staddar í  $x = \pm \frac{d}{2}$  er segulsviðið reiknað með jöfnu 2. + er notað þegar straumarnir í spólunum eru í sömu átt en - þegar straumarnir í spólunum eru í gagnstæða átt.

$$B_x(x) = \frac{\mu_0 N I R^2}{2((x + \frac{d}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \pm \frac{\mu_0 N I R^2}{2((x - \frac{d}{2})^2 + R^2)^{\frac{3}{2}}} \quad (2)$$

Til þess að finna styrk segulsviðsins í miðri spólunni notum við jöfnu 3.

$$|B(0)| = \frac{\mu_0 N I}{2R} \quad (3)$$

Spólur þar sem  $d = R$  eru kallaðar Helmholtz spólur. Jafna 4 er notuð til þess að reikna segulsviðið þegar Helmholtz spólur eru notaðar.

$$B_x(x) \approx \frac{8\mu_0 N I}{\sqrt{125}R} \quad (4)$$

## 2 Aðferð

### 2.1 Uppsetning og tæki

Í tilrauninni okkar notuðum við ýmsan búnað. Við notuðum aflagjafa, segulsviðsnema, tvær spólur og snúningsmæli (Rotary Motion Sensor eða RMS). Einnig notuðum við Capstone hugbúnað, tölvuviðmót og fjölmæli. Tilgangur snúningsmælisins er að mæla staðsetningu segulsviðsnemans. Áður en við byrjum á tilrauninni opnuðum við Capstone í tölvunni og tengdum viðmótið við hana. Snúningsmælirinn var stilltur í Digital Channel 1 - 2, gula tengið sett í tengi 1 og segulsviðsneminn í Analog Channel. Takkinn á segulsviðsnemanum var settur á Axial og x10 gain. Mælitíðnin var sett á 10 – 20 Hz, en það þýðir að 10 – 20 mælingar eru teknar á sekúndu. Í RMS mælingu er valið position og valið er hjól þar sem strengurinn er settur í stillingum. Í grafinu er valið position á x-ásnum og segulsvið á lóðréttum ás.

### 2.2 Framkvæmd

Tilraunin okkar skiptist niður í tvo hluta. Í fyrri hluta er skoðað hvernig segulsvið hagar sér í kringum eina spólu, en teknar eru mælingar við tvö ólík gildi á straumnum. Í seinni hluta tilraunarinnar er bætt annari spólu við kerfið, og þá skoðum við hvernig segulsviðið hagar sér í kringum tvær spólur.

#### 2.2.1 Fyrri hluti: Ein spóla

Í fyrri hluta tilraunarinnar mælum við í Capstone hvernig segulsviðið hagar sér þegar segulsviðsneminn fer í gegnum eina spólu. Hér eru teknar tvær mælingar. Segulsviðsneminn er staðsettur um 15 cm frá spólunni, kveikt er á aflagjafanum svo straumur flæðir í vírnum í spólunni. Síðan færum við segulsviðsnemann hægt í gegnum spóluna þar til hann er um 15 cm frá spólunni hinum megin við. Þetta er síðan endurtekið, en nú með öðru gildi á straumnum.

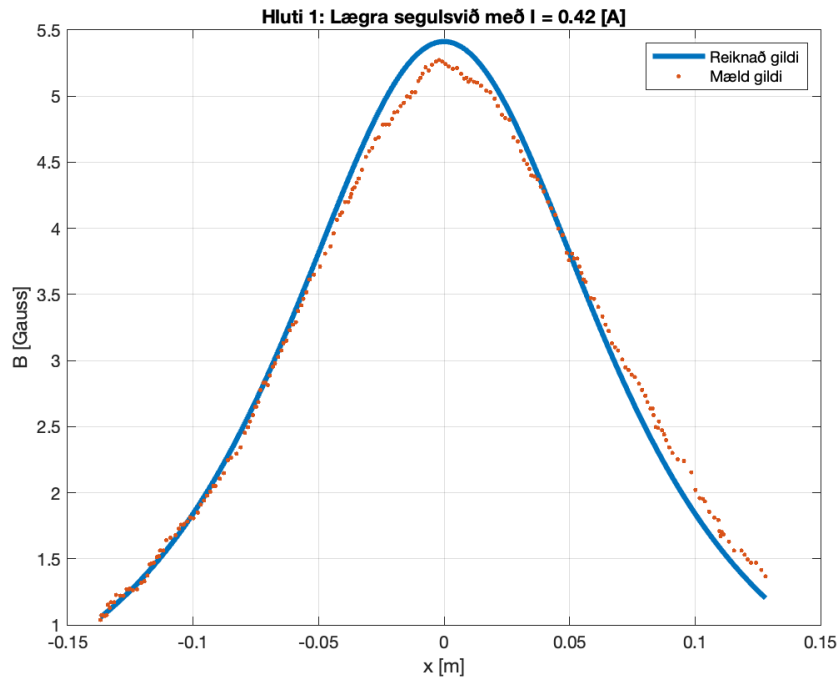
#### 2.2.2 Annar hluti: Tvær spólur

Í seinni hluta tilraunarinnar er annari spólu bætt við, og teknar eru þrjár mismunandi mælingar. Spólunum er stillt upp þannig að vegalengdin á milli þeirra, sem kallast  $d$ , er stærri en radíus spólanna,  $R$ , og eru spólurnar raðtengdar. Við færum segulsviðsnemann hægt í gegnum spólurnar líkt og við gerðum í fyrri hlutanum og mælum segulsviðið. Í fyrstu endurtekningu mælum við segulsviðið þegar straumurinn í spólunum er í sömu átt, en í annari endurtekningu mælum við segulsviðið þegar straumurinn fer í gagnstæða átt. Í þriðju endurtekningu færum við spólurnar nær hvor annari, þannig að vegalengdin á milli þeirra sé jöfn radíus spólanna, eða þannig að  $d$  sé jafngillt  $R$ . Hér er straumstefnan er eins.

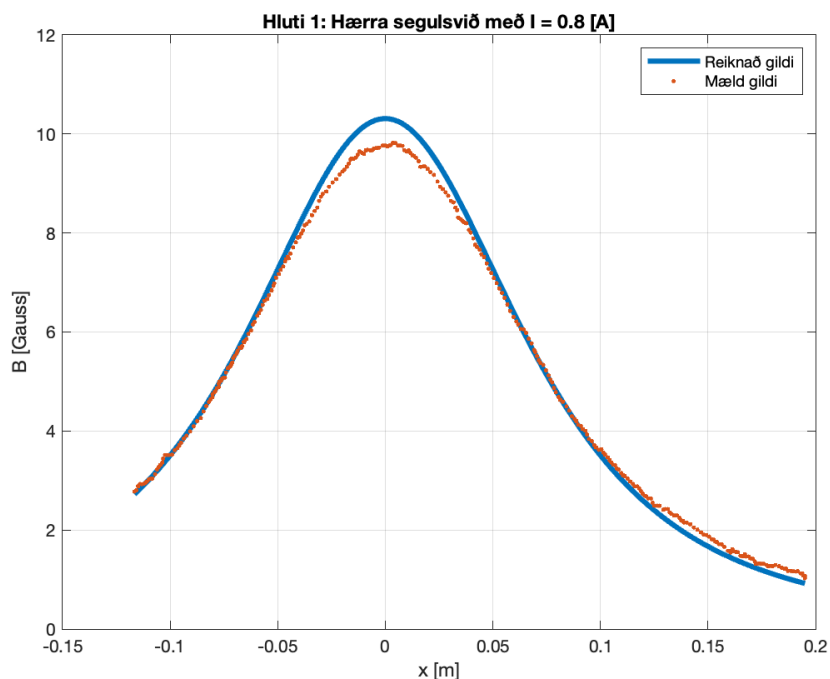
### 3 Niðurstöður og umræða

#### 3.1 Hluti 1

Gröfin voru teiknuð með MatLab og jafna 1 var notuð til að teikna feril fræðilegu gildi. Mældu gildin voru hliðruð þannig að  $x = 0$  þegar mælirinn var í miðju spólarinnar. Á gröfum 1 og 2 sést að jafna 1 fylgir feril mælipunktunum.



Mynd 1



Mynd 2

Jafna 3 sýnir fræðilega gildi segulsviðsins þegar mælirinn er í miðju spólarinnar, þar er segulsviðið

mest. Fræðilega gildi fyrir hæsta segulsviðið sést á töflu 1.

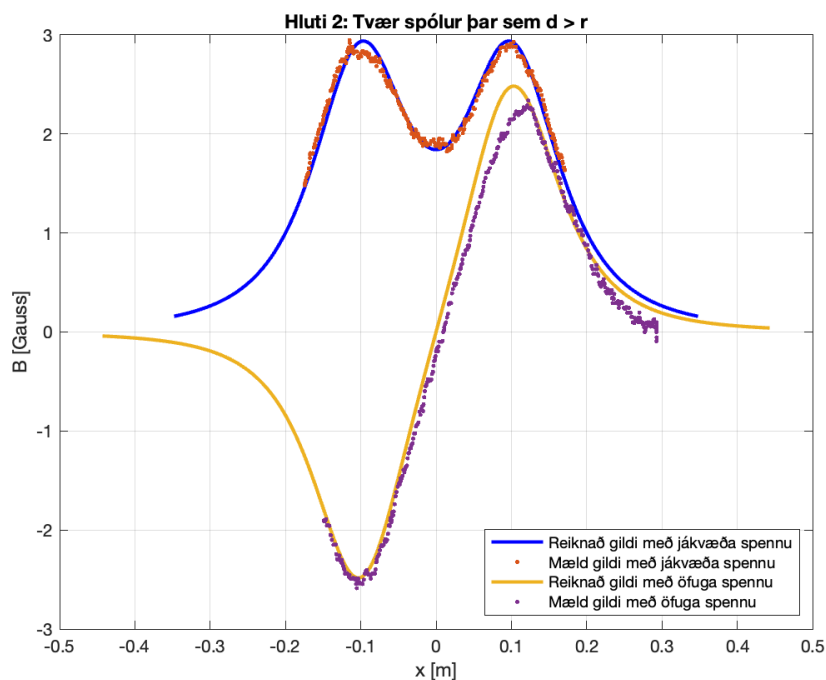
|                   | Hæsta gildi segulsviðs [G] | Fræðilega gildi [G] | Munur [G] |
|-------------------|----------------------------|---------------------|-----------|
| <b>I = 0.40 A</b> | 5.2734                     | 5.4132              | 0.1398    |
| <b>I = 0.75 A</b> | 9.8206                     | 10.3109             | 0.4903    |

Tafla 1

Sést á töflu 1 að það var ekki mikill munur á milli fræðilegu og mælda gildi. Athyglisvert að sjá hinsvegar að fræðilega gildið var herra en mælda gildið sem vísir á villu í framkvæmd tilrauninnar eins og að mælirinn var ekki alveg í miðju spólarinnar.

### 3.2 Hluti 2a

Graf 3 sýnir mældu punkta fyrir tvær spólur þar sem fjarlægð milli spólanna (  $d$  ) er meiri heldur en radius spólanna (  $r$  ). Jafna 2 var notuð til að teikna fræðilegu gildi fyrir spólu með öfuga og sömu spennu. Svo eins og í hluta 1 voru mældu gildin hliðruð þannig að  $x = 0$  í miðpunkti milli tveggja spólana. Hérna sést að jafna 2 passar við mældu gildin.



Mynd 3

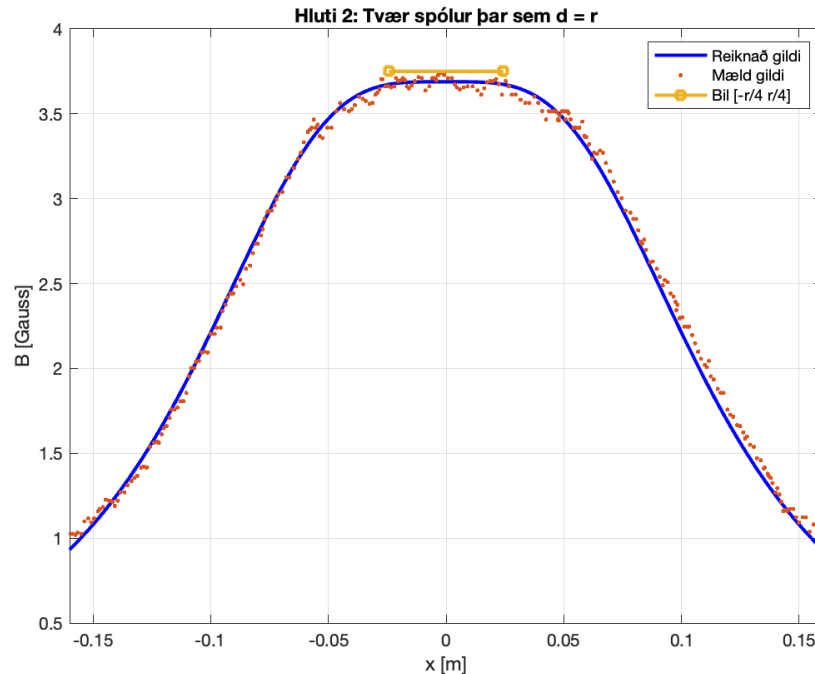
|                    |                  | Mælda gildi segulsviðs [G] | Fræðilega gildi [G] | Munur [G] |
|--------------------|------------------|----------------------------|---------------------|-----------|
| <b>Öfug spennu</b> | <b>Hágildi</b>   | 2.3376                     | 2.7066              | 0.3690    |
|                    | <b>Lágildi</b>   | -2.5879                    | -2.7066             | 0.1187    |
| <b>Sama spennu</b> | <b>Hágildi 1</b> | 2.9480                     | 2.7066              | 0.2414    |
|                    | <b>Hágildi 2</b> | 2.9297                     | 2.7066              | 0.2231    |

Tafla 2

Tafla 2 sýnir munin á fræðilegu útgildum og mældu gildin af segulsviðinu.

### 3.3 Hluti 2b

Graf 4 sýnir mældu punkta fyrir tvær spólur þar sem fjarlægð milli spólanna ( $d$ ) er jöfn radius spólanna ( $r$ ). Jafna 2 var notuð til að teikna fræðilegu gildi og mældu gildin voru hliðruð þannig að  $x = 0$  í miðpunkti milli tveggja spólana. Á graf 4 sést að jafna 2 passar við mældu gildin.



Mynd 4

Mæligildin frá  $-R/4$  til  $R/4$  voru svo tekin og með notkun MatLab var fundið meðalgildi þar ásamt staðalskekkju. Segulsviðið á því bili var fundið sem  $3.572 \pm 0.001$  Gauss. Ef það er borið saman við fræðilega gildið með að nota jöfnu 4 þá er fræðilega gildið 3.689 Gauss. Munurinn á fræðilega gildi og mældu er 0.117 sem vísir að það voru einhverjar villur í framkvæmd tilraunarinnar eins og til dæmis að mælirinn var ekki alveg í miðju spólarinnar.

## 4 Samantekt og niðurstöður

Í þessari tilraun skoðuðum við segulsvið í kring um einfalda spólu. Tilrauninni var skipt í tvo hluta, annars vegar þar sem ein spóla var notuð og hins vegar þegar tvær spólur voru notaðar.

### 4.1 Fyrri hluti

Í fyrri hlutanum mældum við segulsviðið á einni spólu við mismunandi spennugildi. Við þessar mælingar kom í ljós að segulsviðið sem myndast er háð straumnum á spólunni. Vegna þessarar tengingar kom í ljós að þegar straumurinn í spólunni var aukinn þá hækkaði segulsviðið í samræmi við það. Einnig fylgdi jafna 1 feril mældu gagnapunktana og jafna 3 var líka tiltölulega rétt þar sem mesti munur á há punktum var 0.4903 G sem vísir að eitthverjar villur voru í framkvæmd tilraunarinnar eins og að mælirinn var ekki alveg í miðju spólarinnar.

### 4.2 Seinni hluti

Tvær spólur voru í kerfinu okkar í seinni hluta tilraunarinnar, og þrjár mismunandi mælingar voru teknar. Þegar að fjarlægðin milli spólanna var lengra en radius spólanna þá sést að það myndast bil, þar sem að segulsviðið lækkar. Þegar að fjarlægðin er jöfn radius spólanna þá sést að fast segulsvið myndast á milli þeirra. Jafna 3 sýndi var í samræmi við mældu gögn þar sem munur getur verið vegna

villum í framkvæmd tilraunarinnar. Mesti munur þar var 0.3690 G. Jöfnurnar sem notað var í útreikningum fylgdu mældu gögnunum, þó svo að í tilrauninni voru mældu gildi alltaf aðeins lægri en fræðilegu gildin. Það stafar líklega af því að segulsviðsneminn hafi ekki verið alveg í miðju spólanna. Í Helmholtz spólunni var fræðilega gildi segulsviðsins náð með jöfnu 4 á bili  $[-\frac{r}{4}, \frac{r}{4}]$ . Meðalgildið á þessu bili fyrir mældu gildin var  $3.572 \pm 0.001$  G.