

**»Mladi za napredek Maribora 2015«
32. srečanje**

VPLIV TEMPERATURE NA JAKOST MAGNETNEGA POLJA TRAJNIH MAGNETOV

RAZISKOVALNO PODROČJE: FIZIKA

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Avtor: LUKA EKART
Mentor: ALJOŠA KANCLER
Šola: PRVA GIMNAZIJA MARIBOR

Maribor, februar 2015

**»Mladi za napredek Maribora 2015«
32. srečanje**

**VPLIV TEMPERATURE NA JAKOST MAGNETNEGA POLJA
TRAJNIH MAGNETOV**

RAZISKOVALNO PODROČJE: FIZIKA

Raziskovalna naloga

PROSTOR ZA NALEPKO

Maribor, februar 2015

KAZALO VSEBINE

POVZETEK	5
SUMARY	6
ZAHVALA	7
DRUŽBENA ODGOVORNOST	8
1. UVOD	9
1.1 Namen raziskovalne naloge.....	9
1.2 Raziskovalno vprašanje.....	9
1.3 Hipoteza.....	9
2. O TRAJNIH MAGNETIH.....	10
2.1 Uporaba magnetov v zgodovini.....	11
2.2 Pojav magnetizma	11
2.3 Vrste magnetov	12
2.3.1 Neodim magneti	13
2.3.2 Feritni magneti.....	14
2.4 Namen uporabe.....	14
2.4.1 Magnetni trak in papir	14
2.4.2 Magneti za table - Pisarniški magneti.....	14
2.4.3 Magnetni nakit.....	15
2.5 Fizikalno delovanje magneta	15
3. EKSPERIMENT	18
3.1 Opis eksperimenta.....	18
3.2 Pripomočki.....	18

3.3 Obdelava rezultatov	18
4. Prikaz rezultatov, meritev in analiza	21
4.1 Feritni magneti	21
4.2 Neodim magneti	23
5. ZAKLJUČEK	24
6. VIRI IN LITERATURA	25

KAZALO SLIK

Slika 1: Magnetne silnice	10
Slika 2: Prikaz eksperimenta pri merjenju sile glede na odvisnost temperature	19
Slika 3: Prikaz eksperimenta pri merjenju sile glede na odvisnost temperature	19
Slika 4: Prikaz eksperimenta pri merjenju magnetnega polja glede na odvisnost temperature	20
Slika 5: Prikaz eksperimenta pri merjenju magnetnega polja glede na odvisnost temperature	20

KAZALO TABEL IN GRAFIKONOV

Graf 1: Relativna odvisnost jakosti magnetnega polja v odvisnosti od temperature, kot ga razlaga teorija	17
Graf 2: Odvisnost sile od temperature	21
Graf 3: Odvisnost magnetnega polja od temperature	22
Graf 4: Odvisnost sile v odvisnosti od temperature pri neodim magnetu	23
Graf 5: Odvisnost magnetnega polja v odvisnosti od temperature za neodim magnet.	23

POVZETEK

Magnete uporabljamo v vsakdanjem življenju, kjer pa se temperaturni pogoji močno spreminjajo, kar zagotovo vpliva na delovanje naprav, v katere so vgrajeni. Raziskovalna naloga razlaga, kako je jakost trajnih magnetov odvisna od temperature. V zapisu je predstavljeno, katere vrste magnetov poznamo ter pri tem ugotavljamo, da je ta pestrost ravno razlog za različne namene uporabe glede na pričakovano temperaturo delovanja.

Razlage obnašanja magnetov sem se lotil tako s teoretičnega kot tudi praktičnega raziskovanja. Teoretični del predstavlja najprej fizikalno razlago za namagnetenje snovi in pojem feromagnetizma, ter povezuje različna teoretična spoznanja in razlage o vplivu temperature na obnašanje feromagnetnih snovi.

Veliko težavnejše je bilo eksperimentalno raziskovanje vpliva temperature. Ob tem imam v mislih iskanje primernih magnetov, izbira načina merjenja, upoštevanje zunanjih dejavnikov... Za eksperiment primerna sta bila dostopna le magnet iz železa ter neodima. Odvisnost magnetnega polja sem raziskal z metodo direktnega merjenja magnetnega polja ter posredno z merjenjem magnetne sile na železno kotvo. Temperaturo sem reguliral z električnim grelnikom. Za izvedbo eksperimenta sem uporabil eksperimentalno opremo Vernier.

Meritve so predstavljene v grafih ter podprte z razlago. Rezultat raziskave nam pokaže, da se z višanjem temperature magnetno polje manjša. Analiza meritev pokaže določeno ujemanje s teorijo. Iz ugotovljenega lahko sklepam, da je moja hipoteza pravilna.

SUMARY

The magnets is used in everyday life, but the temperature conditions are variable, which certainly affects the operations of devices in which they are integrated. Research work explains how the strength of permanent magnets depends on the temperature. The work presented which types of magnets is known and that is the reason for the variety of different uses depending on the expected operating temperature.

Explanation of the behavior of magnets I started from a theoretical as well as practical research. The theoretical part represents the physical explanation for the magnetization of the substance and the concept of ferromagnetism, as well as linking different theoretical knowledge and interpretation of the impact of temperature on the behavior of ferromagnetic materials.

Much more difficult was experimentally investigate the influence of temperature on permanent magnets. Here I have in mind finding a suitable magnets, choice of method of measurement, taking into account external factors, etc. For the experiment were suitable only accessible magnet of iron and neodymium. The dependence of the magnetization, I researched the method of direct measurement of the magnetic field and, indirectly, by measuring the magnetic force on a steel armature. I regulate temperature by an electric heater. For the experiment I used the experimental equipment Vernier.

Measurements are presented in graphs and supported by an explanation. Results of this investigation shows that by increasing the temperature the magnetic field is going smaller. Analyses show a certain correlation with theory. From the findings may I conclude that my hypothesis is correct.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem vsem, ki so mi kakorkoli pomagali pri pisanju raziskovalne naloge; svojim profesorjem in staršem, ter svojemu mentorju za vodenje, ideje, pomoč pri izvajanju projektne naloge. Ves čas mi je stal ob strani in ima največ zaslug za moj uspeh.

DRUŽBENA ODGOVORNOST

Od vsake raziskovalne naloge se pričakuje, da vsebuje tudi temelje družbene odgovornosti. To pomeni, da se zavzema za skupno izboljševanje sveta in pripomore k trajnemu razvoju človeške družbe. Družbena odgovornost je po definiciji Evropske unije iz leta 2011 »odgovornost za vpliv na družbo, ljudi, njihove organizacije in naravo«.

Zavedati se moramo, da okolica od nas zahteva določeno odgovornost, ki nam omogoča, da nam drugi ljudje zaupajo in nas tolerirajo kot resne in zanesljive ljudi. Če želimo dobro in uspešno delovati v svetu kot posamezniki ali v skupini, moramo odgovorno in brez škodovanja delovati v odnosu do narave, soljudi, dela/učenja. Moje mnenje je, da moja raziskovalna naloga zadostuje pravilom družbene odgovornosti, saj vsebuje:

- **Odgovornost za vpliv:** Tole načelo je seveda najpomembnejše, namreč raziskovalna naloga je bila izdelana z namenom ozaveščanja ljudi k boljšemu razumevanju delovanja magnetov. Raziskovalna naloga tudi vpliva na zavedanje, da je jakost magnetna odvisna od temperature, kar pomeni, da vse naprave, ki delujejo na osnovi magnetnega polja trajnih magnetov, pri višjih temperaturah delujejo drugače.
- **Transparentnost – preglednost podatkov:** Pri pisanju naloge sem skrbno pazil, da bi zajel čim več potrebnih podatkov, ki bi bili jasni in razumljivi vsakemu bralcu. Napisal sem jo pregledno in čitljivo. Dodal sem kazalo, vire in tudi grafikone/tabele/slike, ki še bolj nazorno prikazujejo moje delo.
- **Spoštovanje vladavine prava:** Moja raziskovalna naloga spoštuje pravno državo, saj se drži njenih zakonov in zapovedi.
- **Spoštovanje mednarodnih norm in obnašanja:** Pri svojem delu sem spoštovala mednarodne norme vedenja, hkrati pa sem upoštevala načelo spoštovanja pravne države.
- **Spoštovanje človekovih pravic:** Raziskovalna naloga spoštuje človekove pravice. V njej sem želel preveriti fizikalno znanje ljudi, hkrati pa jih pri tem naučiti, kar še morda do sedaj niso vedeli. Tako bi lahko prišli do spoznanj, ki bi jih lahko tudi širili.

1. UVOD

1.1 Namen raziskovalne naloge

Magnete uporabljamo v vsakdanjem življenju. Ker pa se temperaturni pogoji močno spreminjajo, to zagotovo vpliva na delovanje naprav, v katere so vgrajeni. V raziskovalni nalogi bom raziskal, kako vpliva temperatura na silo in magnetno polje magneta. Magneti so zgrajeni iz različnih materialov, najbolj razširjeni so feritni magneti, poznamo pa tudi magnete na osnovi neodima in niklja.

Na magnete ima vpliv temperatura, kar bomo tudi dokazali z preizkusom. Za to projektno sem se odločil, ker so magneti imeli velik vpliv v človeškem napredovanju ter jih uporabljamo vsakodnevno. Še posebej me zanima delovanje ter reakcije na spreminjanje pogojev magneta. Magneti imajo velik vpliv na delovanje naprav, kar bo v zaključku tudi razloženo.

1.2 Raziskovalno vprašanje

Na osnovi raziskave lahko predpostavimo, kakšna vrsta magnetov je za določeno uporabo primerna glede na pričakovano temperaturo delovanja. V določenih primerih, kot so raziskave v medicini ali pa natančni merilni instrumenti, želimo, da imamo zelo majhna odstopanja jakosti magnetnega polja od zahtevane vrednosti. Zato bom preizkušal, kakšna so odstopanja jakosti magnetnega polja in sile glede na spremenjeno temperaturo.

1.3 Hipoteza

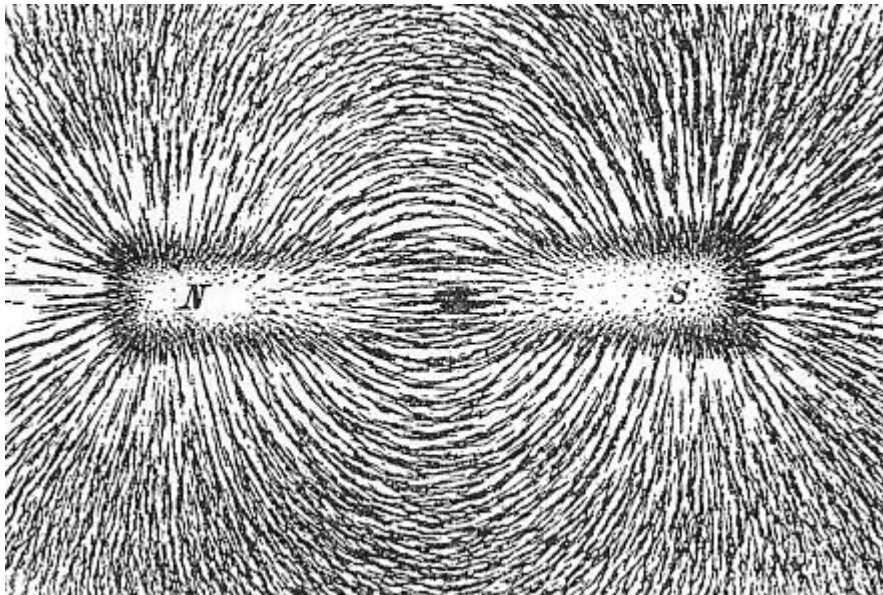
S to raziskovalno nalogo želim dokazati, da temperatura vpliva na magnetno polje in silo magneta. Pričakujem, da bo temperatura res vplivala na silo ter magnetno polje magneta in da se bodo rezultati med različno močnimi magneti razlikovali. Ugotovitve lahko apliciramo tudi na elektromagnete, saj le ti vsebujejo feromagnetna jedra.

2. O TRAJNIH MAGNETIH

Izraz za električno silo med gibajočimi se električnimi delci je sestavljen iz dveh členov:

- prvi je običajna električna sila, ki je odvisna le od nabojev delcev in od razdalje med njimi,
- drugi člen pa zraven nabojev in razdalj vsebuje tudi hitrost delcev. Drugi člen v splošnem izrazu za električno silo med gibajočimi se električnimi delci, ki je odvisen od hitrosti delcev, podaja t.i. magnetno silo. Magnetna sila je tisti del splošne električne sile, ki je odvisen od hitrosti delcev in deluje na daljavo. Njen vpliv na druge magnetne se razteza v daljavo (tudi skozi vakuum). Kakor pri električni sili vpeljemo električno polje kot prostor, v katerem deluje električna sila na druge naboje, vpeljemo v zvezi z magnetno silo magnetno polje.

Magnetno polje ponazorimo z magnetnimi silnicami. Magnetna silnica je krivulja, katere tangente kažejo smer magnetnic v ravnovesnih legah. Za magnetno polje velja, da je gostota magnetnih silnic merilo za njeno jakost. Kjer so silnice gostejše, je magnetno polje močnejše, v šibkem polju pa so sosednje silnice zelo razmaknjene.



Slika 1: Magnetne silnice

Magnet je telo, ki okoli sebe ustvarja magnetno polje. Ime izvira iz imena železove rude magnetit. Magnet je sestavljen iz snovi, ki se med seboj privlačijo ali odbijajo z magnetnimi

silami. Vsak magnet ima dva pola, v bližini katerih je magnetna sila največja. Imenujemo ju severni in južni pol. Torej velja, da se enakoimenska magnetna pola različnih magnetov odbijata, raznoimenska pa privlačita. Tudi celotna Zemlja je velik magnet, njen južni magnetni pol je v bližini severnega geografskega pola, severni magnetni pol pa v bližini južnega.

2.1 Uporaba magnetov v zgodovini

Človeka že od nekdaj privlačijo nevidne sile, ki se prenašajo po prostoru, ne da bi jih zaznali z našimi čutili. Še toliko bolj, ker nimajo nikakršnega notranjega niti zunanjega vira napajanja ali obnavljanja. [5]

Najbolj priljubljena legenda za odkritje magnetov je o starejšem Kretskem ovčarju z imenom Magnes. Legenda pravi, da je Magnes pasel svoje ovce v območju severne Grčije imenovane Magnesia, pred približno 4.000 leti. Nenadoma so se mu čevlji s kovinsko konico močno prijeli na črn kamen, na katerem je stal. Da bi najdel vir te privlačnosti, je skopal zemljo. Najdel je ta naravni magnetski material z privlačno silo, ki je vseboval Fe_3O_4 . [8]

Magnetizem že tisočletja buri domišljijo ljudi in se uporablja za najrazličnejše namene, tudi za medicinske. Zdravilno moč naravnih magnetov so s pridom izkoriščali že stari Kitajci, Indijci in Grki okrog leta 600 pr.n.št. [5]

2.2 Pojav magnetizma

Poznamo dva vzroka, ki določata magnetne lastnosti atoma. Prvi je magnetni moment določen s kroženjem elektronov okrog atomskega jedra (tirno gibanje), drugi pa s kroženjem elektronov okrog lastne osi (spin elektronov). Oba načina gibanja elektronov sta zaradi osnovnega naboja elektronov povezana z električnim tokom in tako prispevata k nastanku magnetnega momenta.

Magnetna susceptibilnost (χ) nam pove, za koliko se relativna permeabilnost snovi razlikuje od permeabilnosti praznega prostora.

Trajni oz. permanentni magnet je izdelan iz feromagnetne snovi (kot so železo, nikelj in kobalt). Feromagnetizem je pojav, da je gostota magnetnega polja v snovi, ki smo jo postavili v magnetno polje, veliko večja od gostote magnetnega polja izven te snovi.

V takšnih snoveh, se lahko magnetni dipoli atomov in molekul uredijo znotraj makroskopskih Weissovih domen in ostanejo urejeni.

Zanimiva lastnost magnetov je, da se severni pol magneta vedno obrne proti severnemu geografskemu polu, ker je tam južni magnetni pol Zemlje in južni pol magneta proti južnemu geografskemu polu, ker je tam severni magnetni pol Zemlje.

V elektromagnetih električni tok ustvarja magnetno polje, ki teče po žici (navadno zviti v tuljavo). Magnetno polje preneha, ko tok izklopimo.

2.3 Vrste magnetov

Če opazujemo različne snovi v magnetnem polju, lahko pri vsaki ugotovimo magnetne lastnosti. Glede na izraženost magnetnih lastnosti oz. glede na obnašanje snovi v zunanjem magnetnem polju jih razdelimo v tri osnovne skupine.

V prvo skupino uvrščamo materiale, ki tako kot železo absorbirajo magnetni pretok tako, da doseže gostota magnetnega pretoka v snovi vrednosti, ki so lahko tudi nekaj stotisočkrat večje od magnetnega pretoka v zraku oz. v vakuumu. Ker ti materiali zelo pogosto vsebujejo železo, jih imenujemo feromagnetiki. Poleg železa in njegovih zlitin imajo takšne lastnosti tudi kobalt, nikelj, gadolinij in cela vrsta njihovih zlitin.

Pri mnogih drugih kovinah, kot npr. platina, aluminij, (bazične kovine) in mnogi plini, se gostota magnetnega pretoka v primerjavi z vakuumom in zrakom zelo malo poveča. To so paramagnetni materiali in jih uvrščamo v drugo skupino.

Tretjo skupino sestavljajo diamagnetni materiali, pri katerih je gostota magnetnega pretoka v notranjosti manjša od zunanje gostote magnetnega pretoka.

Uporaba magnetov v današnjem svetu:

- proizvodnjo mikrofонов, profesionalnih zvočnikov, slušalk, zvočnih pretvornikov na kitarah,
- proizvodnjo računalniških trdih diskov,
- proizvodnjo elektromotorjev,
- fiksiranje in vzmetenje raznih objektov,
- modelarstvo,
- nosilce za orodje,
- detektorje kovin,
- najrazličnejše poskuse,
- magnetno indukcijo in levitacijo,
- izdelavo nakita, zabavo in igro,
- čarovniške trike,
- okraševanje,
- magnetno terapijo,
- kot darilo

2.3.1 Neodim magneti

Neodim (NdFeB ali NIB) magneti so zaradi svoje moči in hkrati nizke teže in volumna v večini primerov primernejši od feritnih magnetov. So najmočnejši permanentni magneti, narejeni iz čiste zlitine materialov neodim, železo in bor. Praviloma se vedno uporabljajo pri modelarstvu, poskusih v fiziki in elektroniki ter povsod, kjer je pomembna trajnost magneta in velika energijska vrednost. Nosijo lahko tudi do 1300 kratnik lastne teže. Uporabljajo jih pri izdelavi zvočnikov, proizvodnji kuhinjskih pripomočkov, merilcev hitrosti, maketah, elektronskih napravah in podobno.

2.3.2 Feritni magneti

Feritni magneti so ponavadi najbolj ekonomična varianta magnetov, ki se najpogosteje proizvaja na svetu. Proizvaja se jih iz barijevega ferita ($\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$) ali stroncijevega ferita ($\text{SrFe}_{12}\text{O}_{19}$) v obliki izotropnih ali anizotropnih substanc. So sicer razmeroma težki z nizko gostoto magnetnega polja, a hkrati tudi trdni. Feritne magnete uporabljamo predvsem v: motorjih, generatorjih, elektronskih napravah (npr. zvočnikih, mikrofoni, alarmih), mehaničnih igračah in magnetnih ključavnicah (pohištvo), prijemalnih in veliko drugih napravah, predvsem teh, v primeru katerih je dovolj konstrukcijskega prostora, pa niti miniaturizacija niti visoka temperaturna stabilnost nista zahtevani.

2.4 Namen uporabe

2.4.1 Magnetni trak in papir

Magnetni trak in papir sta v zadnjih letih našla svoj prostor v vsaki boljše založeni shrambi domačega mojstra in ljubiteljskega umetnika ali ustvarjalca. So mešanica magnetnega granulata in plastične mase, lahko pa jih poljubno upogibamo in režemo. Praktično vsak lažji predmet z njimi hitro spremenimo v magnet in ga pritrdimo na steno (premazano z magnetno stensko barvo), hladilnik, napo ali katerikoli drug železni predmet.

2.4.2 Magneti za table - Pisarniški magneti

Namesto klasičnih zelenih tabel so danes tudi v šolah večinoma v uporabi bele table, ki jih lahko uporabljamo tudi za magnetno pritrjevanje papirja, pisal in še česa. Pisarniški pripenjalni magneti so različnih velikosti, materiala in moči, na tablo pa lahko pripnejo od enega do več deset A4 listov hkrati.

2.4.3 Magnetni nakit

Znanstveniki so dokazali, da terapija z magneti, kjer je gostota magnetnega polja med 500 in 20.000 gausi (to je enako od 0.05 T do 2 T), izboljšuje cirkulacijo krvi, zmanjšuje bolečine, izboljšuje koncentracijo, razpoloženje, spanec in podobno. Idealni magneti za izdelavo nakita so neodim magneti, saj se njihovo magnetno polje, v primerjavi z ostalimi magneti na daljša obdobja praktično ne zmanjšuje .

2.5 Fizikalno delovanje magnetna

Kot je bilo že zgoraj omenjeno, na feromagnetizem vpliva urejenost magnetnih momentov in domen. Na aktivnost dogajanja v sami snovi pa vpliva tudi temperatura, kar nam razlaga kinetična teorija plinov in fizika trdne snovi, kjer je temperatura povezana s kinetično energijo delcev:

$$E \approx \frac{3}{2} \cdot kT. \quad [1]$$

Zaradi kroženja elektrona okrog jedra govorimo o krožnem toku oz. o magnetnem dipolnem momentu.

Poleg magnetnega momenta zaradi kroženja elektrona okrog jedra, dobimo še magnetni moment zaradi vrtenja elektrona okrog lastne osi spin.

Iz tega lahko sklepamo, da višja temperatura pomeni večji kaos v snovi in s tem manj možnosti za urejenost. To nas napelje na zanimanje, ali temperatura vpliva na magnetizacijo snovi. To lahko ugotovimo s teoretičnim proučevanjem in eksperimentom. Po pregledu literature najdemo razlago tega pojava. Torej kako je magnetno polje odvisno od temperature.

Prvo dejstvo, ki ga najdemo, je, da feromagnetizem obstaja samo pod določeno temperaturo, imenovano Curieva temperatura (T_C). Ta temperatura je za različne snovi različna, kar je predstavljeno v tabeli (**Napaka! Vira sklicevanja ni bilo mogoče najti.**).

Osredotočimo se na temperaturo pod T_c . Odvisnost magnetnega polja pod temperaturo T_c je povezana z interakcijo Weissovih domen oz. območij, v katerih se magnetni momenti orientirajo v isto smer. To interakcijsko odvisnost, ki jo imenujejo tudi magnetna susceptibilnost, zapiše Currie - Weissov zakon:

$$\chi = \frac{C}{T-T_c}. \quad [2]$$

Ta vpliva na jakost magnetnega polja (B) snovi, ki je s temperaturo obratno sorazmerna:

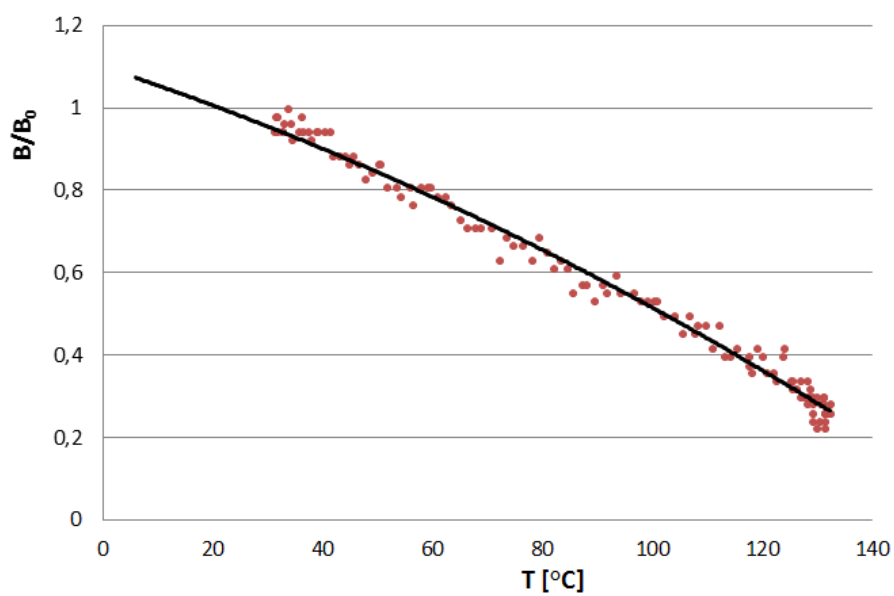
$$B \approx \frac{1}{kT}.$$

Tabela 1: Prikaz T_c pri različnih materialih

Material	T_c [K]
Iron (Fe)	1043
Cobalt (Co)	1400
Nickel (Ni)	627
Dysprosium (Dy)	88
MnBi	630
MnAs	318
MgOFe ₂ O ₃	713
Nd ₂ Fe ₁₄ B	590–752

Preveritev te teorije in eksperimentalni rezultati so podani tudi v grafu (Graf 1), kot jih podaja literatura [7].

Graf 1: Relativna odvisnost jakosti magnetnega polja v odvisnosti od temperature, kot ga razlaga teorija



Na osnovi teoretičnih zapisov in izračunov sem se odločil za eksperiment, kjer lahko preverimo teoretične sklepe.

3. EKSPERIMENT

3.1 Opis eksperimenta

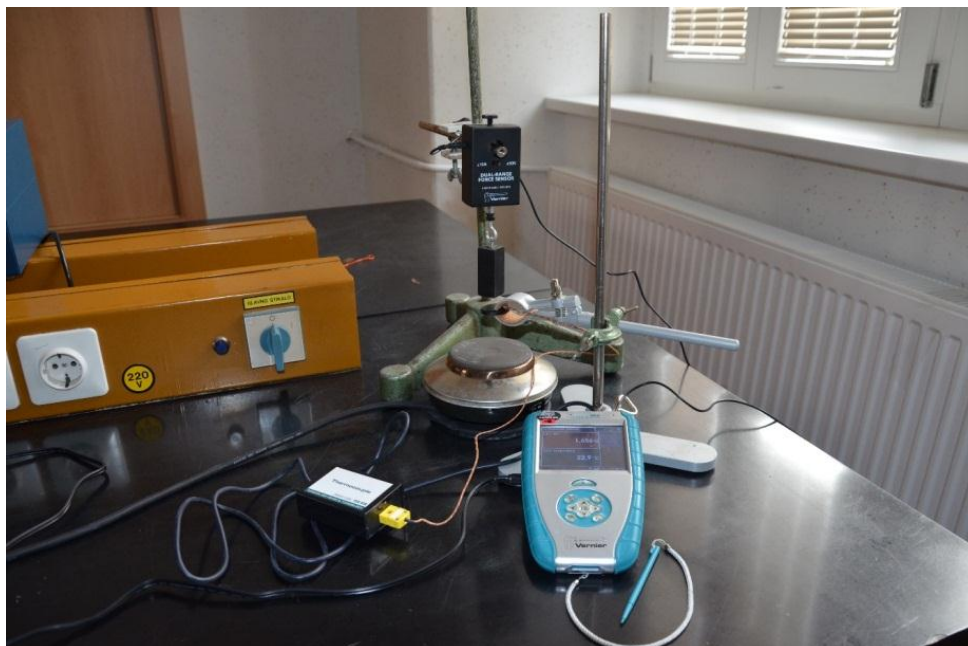
Z eksperimentom sem želel preveriti, kako temperatura vpliva na jakost magneta. Meril sem magnetno silo ter magnetno polje v odvisnosti od temperature. Pri eksperimentu sem imel težave pri merjenju neodim magneta, kajti magnet se je pri nekaj višji temperaturi od 75° razmagnetil. Neodim magnet je prav tako krhek in močan magnet, zato se lahko hitro prelomi. Feritni magnet ni tako močan, je pa trden. Meritve sem opravil v šolskem laboratoriju. Stojalo, ki je imelo pritrjene klešče, sem postavil nad grelnikom. Med klešče sem vstavil magnet in nad magnetom senzor za merjenje sile, ki je bil obešen na drugem stojalu. Senzor sem povezal z Vernier-om. Najprej sem izmeril silo pri sobni temperaturi in nato vklopil grelnik, ki je začel segrevati magnet. Magnet bi lahko segrel tudi tako, da bi ga potopil v vročo vodo, z namenoma določeno temperaturo, nato pa bi lahko meril njegovo spreminjanje sile ter magnetnega polja pri ohlajanju. Vendar pri tej metodi nebi mogel opazovat spreminjanje jakosti magneta pri segrevanju. Segreval sem določen čas in med segrevanjem sem lahko opazoval na zaslonu graf, ki je prikazoval, odvisno magnetne sile od temperature. Po iztečenem času segrevanja sem izklopil grelnik, da se je temperatura magneta začela postopoma nižati in sila magneta večat. Vse to se je zabeležilo v Vernier.

3.2 Pripomočki

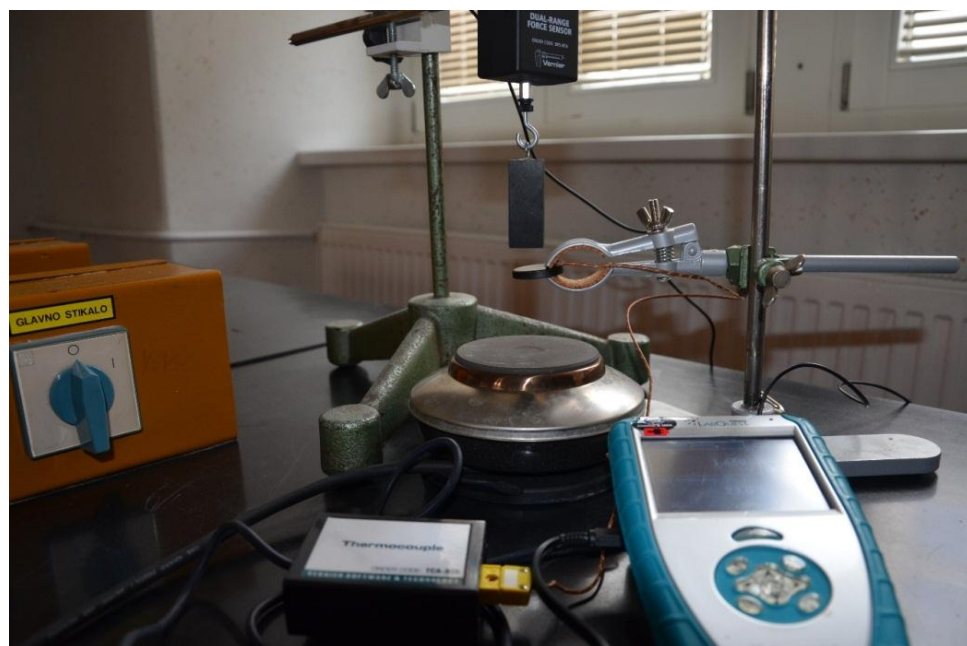
Pri izvedbi eksperimenta sem uporabil: dva različna magneta (neodim magnet, feromagnet), grelnik, senzor za merjenje mag. polja in senzor za merjenje sile, merilnik temperature (termočlen), stojalo ter klešče za pridržanje magneta med segrevanjem in Vernier napravo, ki zabeleži podatke [Slika 2, Slika 3, Slika 4 in Slika 5].

3.3 Obdelava rezultatov

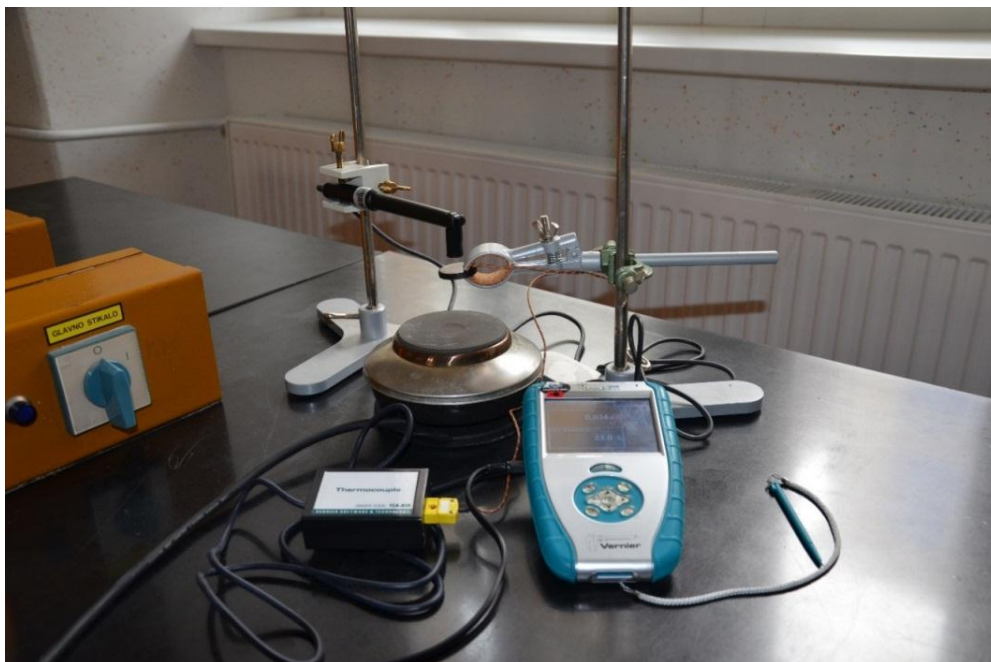
Rezultati so se zapisovali v Vernier napravi. Vernier je meril spremembo magnetnega polja ter silo magneta v odvisnosti od spremembe temperature. Rezultate sem nato prenesel na računalnik ter jih grafično oblikoval.



Slika 2: Prikaz eksperimenta pri merjenju sile glede na odvisnost temperature



Slika 3: Prikaz eksperimenta pri merjenju sile glede na odvisnost temperature



Slika 4: Prikaz eksperimenta pri merjenju magnetnega polja glede na odvisnost temperature



Slika 5: Prikaz eksperimenta pri merjenju magnetnega polja glede na odvisnost temperature

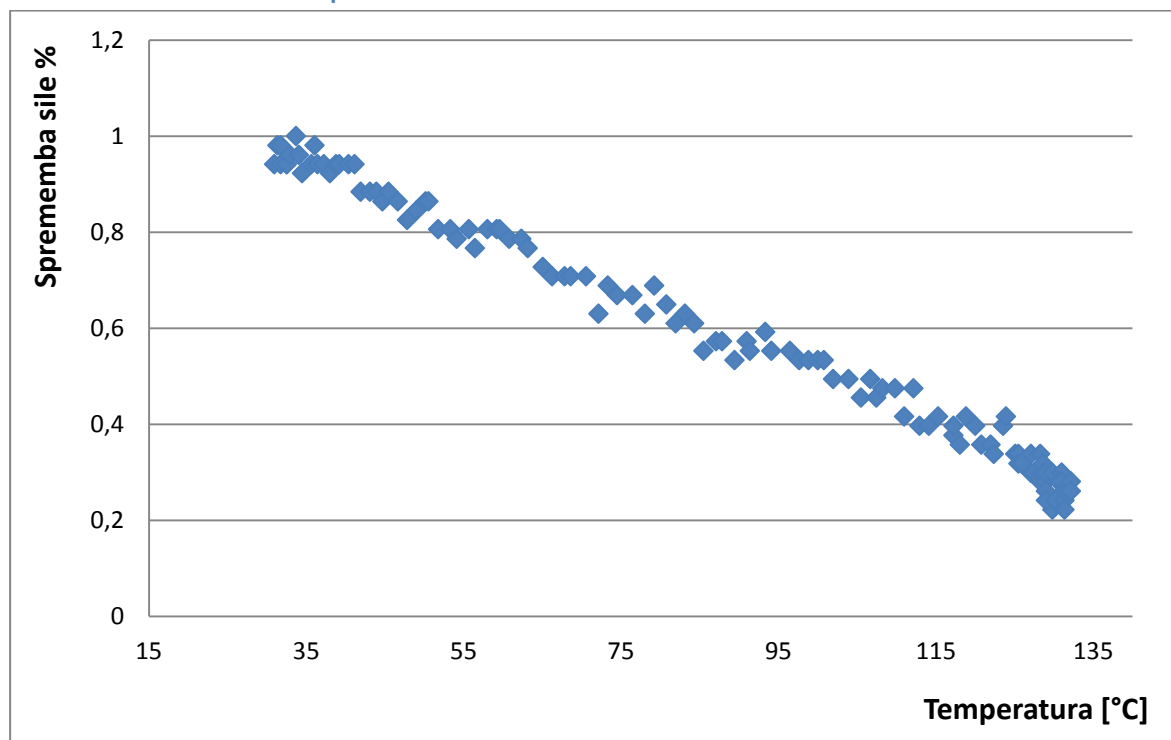
4. Prikaz rezultatov, meritev in analiza

Iz eksperimentalnih meritev sem izluščil podatke, ki jih lahko primerjam s teorijo. Grafi, ki so prikazani, so normirani na 100%, pri sobni temperaturi (20 °C). V analizo sta zajeta feritni in neodim magnet. Razlog, zakaj nisem vključil v eksperiment drugih magnetov je težka dobavljivost, visoka cena. Predvidevam, da bi se drugim vrstam magnetov enako kot feritnemu in neodim magnetu spreminjala sila in magnetno polje. T_c se zaradi majhnih napak pri merjenju v laboratoriju razlikuje od literature. Zaradi magnetov, ki je komercialen in ni takšne kvalitete, majhnih napak pri metodi merjenja itd. bi se rezultati po vsaki meritvi razlikovali.

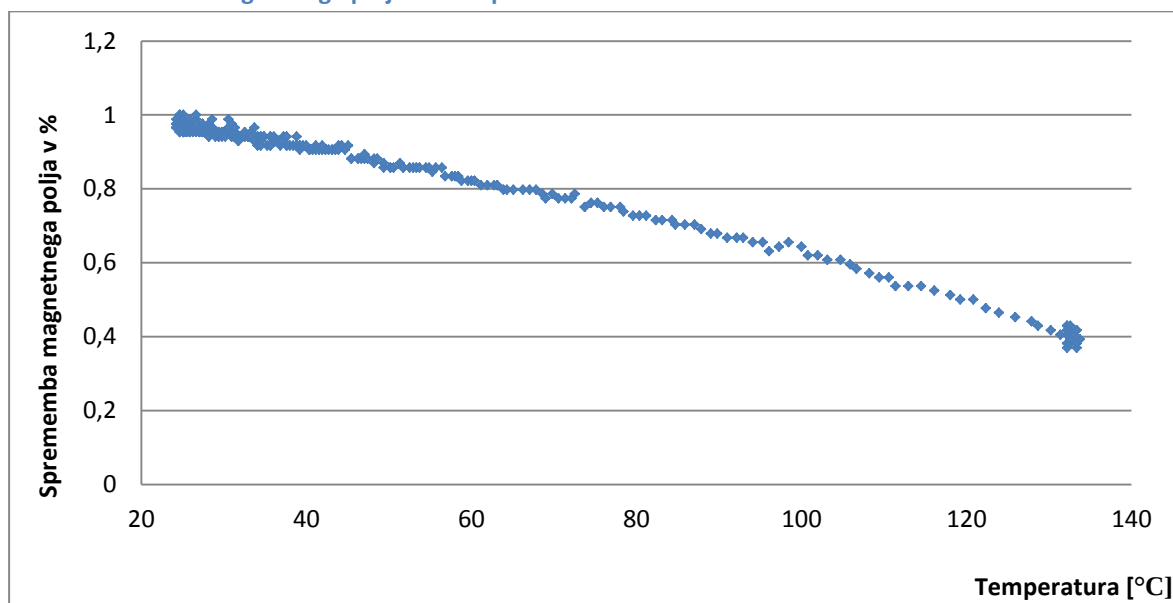
4.1 Feritni magneti

Za feritni magnet opazimo, da vrednost sile pade za 50% pri $T = 80^\circ\text{C}$ (Graf 2); kar nam potrdi v mejah napake tudi primerjava magnetnega polja v odvisnosti od temperature (Graf 3). Razvidno je, da se za vsakih 10°C izgubi 10% sile. Temperatura bi padla na T_c približno pri 170°C . Vendar je potrebno upoštevati, da ne gre za linearno odvisnost.

Graf 2: Odvisnost sile od temperature



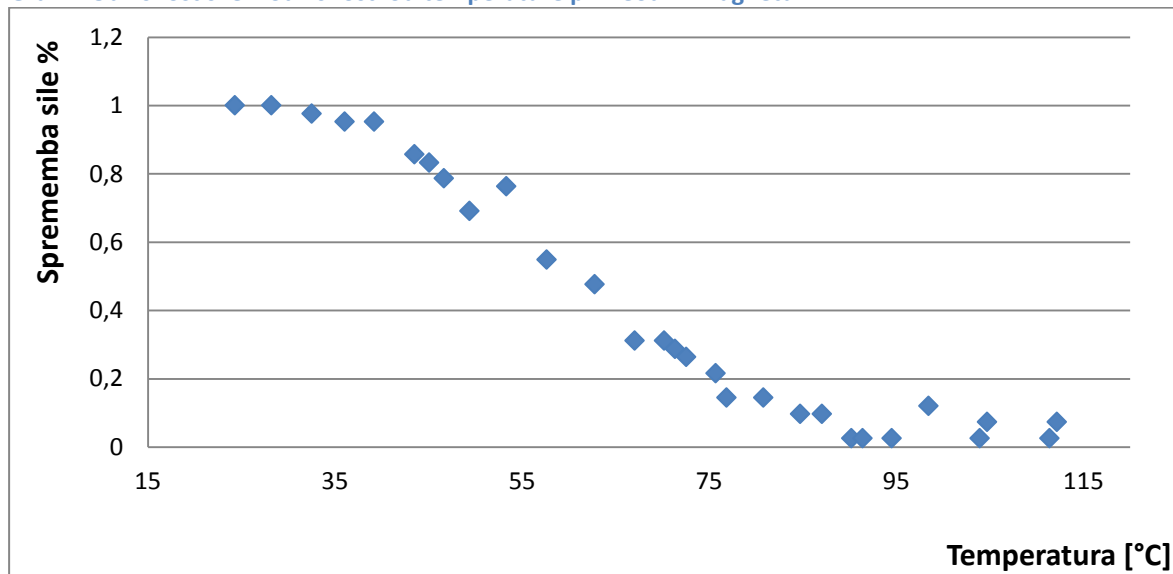
Graf 3: Odvisnost magnetnega polja od temperature



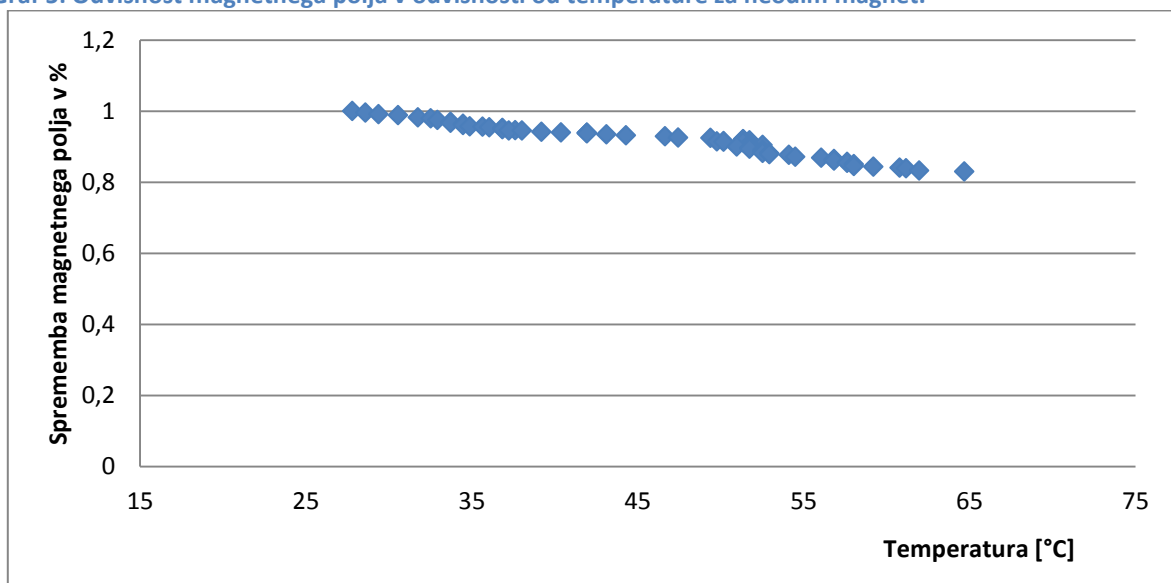
4.2 Neodim magneti

Podobno spreminjanje vrednosti sile, ob spreminjanju temperature opazimo pri neodim magnetu. Nekateri neodim magneti imajo lastnost, da se njihova jakost magnetnega polja izgubi (razmagnetni) pri temperaturah nekaj višjih od 75°, kar sem ugotovil pri prvi meritvi, zato sem v nadalje magnet segreval samo do te temperature. Temperatura bi padla na T_c približno pri 590 K oz. 317°C. Tega nemoremo videti na grafu, kajti ta magnet se je razmagnetil že pri 75°C. To je vidno tudi na grafu (Graf 4).

Graf 4: Odvisnost sile v odvisnosti od temperature pri neodim magnetu



Graf 5: Odvisnost magnetnega polja v odvisnosti od temperature za neodim magnet.



5. ZAKLJUČEK

Za to raziskovalno sem se odločil, ker me je zanimalo, kako temperatura vpliva na jakost magnetnega polja. Odločil sem se uporabiti dva različna magneta, na katerih sem preveril vplivnost temperature. Eksperiment sem izvedel na neodim ter feritnem magnetu. Pri feritnem magnetu ni bilo težav pri merjenju njegove sile in magnetnega polja v odvisnosti od temperature. Neodim magnet, ki je močnejši magnet od feritnega, pa je tudi krhkejši, se zelo hitro skrha ali zlomi pri večjih silah. Ima tudi posebnost, da se razmagnetni pri temperaturah nekaj večjih od 75°C. Spoznal sem tudi, da se različnim magnetom različno hitro spreminja jakost polja v odvisnosti od temperature.

Na osnovi hipoteze, ki pravi, da temperatura vpliva na magnetno polje in silo magneta, lahko svojo hipotezo potrdim. Iz rezultatov lahko spoznam, da se eksperiment ujema s teorijo. Magnetu se spreminja jakost, če se spreminja njegova temperatura.

To raziskovalno nalogo bi lahko še nadgradil tako, da bi preizkusil vpliv temperature na drugih magnetih, jih na druge načine segreval in ohlajal, jim meril silo in magnetno polje s katero drugo napravo oz. načinom, kot pa z Vernierjem itd.

S podobnim načinom bi lahko naredil eksperiment z elektromagneti (v tuljavo zvito žico vstavljen paramagnetni ali feromagnetni material). Raziskali bi, kako se spreminja magnetno polje v odvisnosti od električnega toka in kako široka je histereza, procentualno, koliko magnetizacije zadrži histereza.

Ob opravljanju te raziskovalne naloge sem pridobil veliko znanja o magnetih in in njihovem delovanju glede na spreminjanje njihove temperature. Menim, da je ta raziskovalna naloga dober povod za nadaljevanje raziskovanja o magnetih.

6. VIRI IN LITERATURA

Literatura:

- [1] **KLADNIK**, Rudolf. 1998. *Fizika 3*. 3. izdaja. Ljubljana: DZS. ISBN 86-341-1620-4.
- [2] **MLAKAR**, Tatjana. 2012. *Družbena odgovornost. Uspeh: glasilo Gospodarske zbornice Dolenjske in Bele Krajine*, jun. 2012, št. 16, str. 6-7. ISSN 2048181506.
- [3] **KLADNIK**, Rudolf. 2013. *Fizika za srednješolce 3, Svet elektronov in atomov*. 1. izdaja. Ljubljana: DZS. ISBN 978-86-341-1620-5
- [4] **KRAUT**, Bojan. 1973. *Strojniški priročnik*. 4. izdaja.
- [5] **THUILE**, Christian. 2010. *Kako se zdravimo z magnetnimi polji*. Ljubljana: Ara. ISBN 978-961-6005-88-3.
- [6] **HRIBERNIK**, Božidar. *Uvod v magnetne materiale*. Univerza v Mariboru. 1991.

Spletni viri:

- [7] **EVGENY**, Y. Tsymbal. *Magnetic properties of materials. Section 16*. (dostopno na www.unl.edu 15.12.2014)
- [8] **GENO**, Jezek. History of magnets. 2013. [online]. (Citirano 5.2.2015). Dostopnost na naslovu: <http://www.howmagnetismwork.com/history.html>
- [9] Magnetizem. Wikipedija, prosta enciklopedija. [online]. (Citirano 8.2.2015). Dostopno na naslovu: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Magnetizem>
- [10] Široka uporaba magnetov. Svet magnetov. [online]. (Citirano 8.2.2015). Dostopna na naslovu: <http://www.svetmagnetov.com/uporaba.html>