



**MATEMATICKO-FYZIKÁLNÍ
FAKULTA**
Univerzita Karlova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Ondřej Broža

**Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu pro Elektronickou
sbírku úloh**

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Koupilová Zdeňka, Ph.D.

Studijní program: Fyzika

Studijní obor: Fyzika zaměřená na vzdělávání

Praha 2018

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí této práce RNDr. Zdeňce Koupilové, Ph.D. za její dohled nad mojí prací, za cenné rady, kvalitní komentáře a připomínky.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona v platném znění, zejména skutečnost, že Univerzita Karlova má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 17. 5. 2018

podpis

Název práce: Řešené úlohy z elektřiny a magnetismu pro elektronickou sbírku úloh

Autor: Ondřej Broža

Katedra / Ústav: Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D., Katedra didaktiky fyziky

Abstrakt: Bakalářská práce se zabývá vytvořením řešených úloh z elektřiny a magnetismu pro Elektronickou sbírku úloh. V rámci této práce bylo vytvořeno celkem 15 úloh. Tyto úlohy svým obsahem spadají do podkapitol elektrostatika, stejnosměrný elektrický proud, stacionární magnetické pole a nestacionární magnetické pole. Ke každé z úloh bylo vytvořeno strukturované řešení. Práce se také zabývá elektronickou sbírkou řešených úloh z celkového kontextu, je zde popsáno technické řešení sbírky úloh z hlediska uživatele i tvůrce. Součástí je stručná charakteristika úloh, jež byly vytvořeny v rámci této práce, kde je popsána fyzikální problematika dané úlohy a propojení s ostatními úlohami v rámci sbírky. V příloze jsou pro ukázkou uvedena vybraná strukturovaná řešení. Všechny úlohy jsou dostupné na webových stránkách <http://reseneulohy.cz>, nebo na přiloženém CD.

Klíčová slova: elektronická sbírka, řešené úlohy, elektřina a magnetismus,

Title: Solved problems in electromagnetism for electronic collection of problems

Author: Ondřej Broža

Department: Department of Physics Education

Supervisor: RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D., Department of Physics Education

Abstract: The aim of this bachelor thesis is to create solution to physical problems in the field of electricity and magnetism for electronic collection. Within this thesis 15 problems were prepared. Problems are contained in the subchapters of electrostatics, DC electric current, stationary magnetic field and non-stationary magnetic field on the base of their contents. For every of these tasks was created structured solution. The thesis is also about the technical background of The Electronic collection. There is a characterization of all prepared tasks in the text of the thesis. In supplement there is shown structured solution of selected tasks. All tasks can be found on the website <http://reseneulohy.cz> or on attached CD.

Keywords: electronic collection, solved problems, electricity and magnetism

Obsah

1	Úvod	3
2	Charakteristika Sbírk	4
2.1	Historie Sbírk	4
2.2	Popis Sbírk	4
3	Přehled úloh	6
3.1	Elektrostatika	7
3.2	Stojnosměrný elektrický proud	9
3.3	Stacionární magnetické pole	11
3.4	Nestacionární magnetické pole	11
4	Závěr	12
5	Seznam použité literatury	13
6	Přílohy	14

1 Úvod

Bakalářskou práci na téma vypracování řešených úloh do Elektronické sbírky jsem si vybral z několika důvodů. Zejména jsem chtěl pracovat na něčem smysluplném, na něčem, co budou moci využívat další studenti. Dalším faktorem, který mě motivoval k výběru této práce, byla zkušenost se Sbírkou samotnou. V prvním ročníku bakalářského studia jsem se setkal s fyzikálními příklady, jež jsem neuměl řešit. Byly to povětšinou příklady vedoucí na použití přímé integrace. Díky několika úlohám ve Sbírce jsem problematiku sestavování integrálů pochopil a i v této práci několik úloh řeším metodou přímé integrace.

Cílem práce bylo seznámit se s Elektronickou sbírkou úloh, zejména s technickým řešením zadávání úloh a vytvořit strukturovaná řešení k vybraným úlohám z elektřiny a magnetismu, které svým obsahem a formou budou zapadat do úloh již existujících v Elektronické sbírce. [1]

První, tedy tato kapitola se zabývá celkovým popisem práce. Je zde uvedena motivace, cíl a struktura práce. Druhá kapitola pojednává o Elektronické sbírce. Je zde popsána historie Sbírky a její technické řešení z hlediska uživatelů i tvůrců úloh. Ve třetí kapitole je přehled úloh, jež byly v rámci této práce vytvořeny. U každé z úloh je uveden název a stručná charakteristika úlohy. Čtvrtou kapitolu tvoří závěr, jenž celkově shrnuje a zhodnocuje práci.

2 Charakteristika Sbírk

2.1 Historie Sbírk

Sbírk řešených úloh vznikla v roce 2006 jako malý projekt, jehož cílem bylo vytvořit okolo 40 řešených úloh z mechaniky a elektromagnetismu. Úlohy byly zejména na úrovni střední školy. [2]

V následujících letech začala být Sbírk známá mezi českými studenty a učiteli i díky jejich kladným ohlasům na její obsah rozvoj Sbírk pokračoval, zejména narostl počet úloh. Autoři Sbírk začali překládat úlohy do angličtiny, aby Sbírk zprostředkovali zahraničním studentům a pedagogům. V letech 2010 – 2013 bylo 89 úloh přeloženo do polštiny. [2]

Nyní na Sbírci pracuje tým lidí, v jehož středu jsou tři členové Katedry didaktiky fyziky – RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph.D., RNDr. Dana Mandíková, CSc., RNDr. Marie Snětinová, Ph. D. Nové úlohy jsou vytvářeny a překládány zejména studenty studijních oborů zaměřených na vzdělávání. Do vytváření Sbírk se zapojilo již více než 30 studentů.

2.2 Popis Sbírk

Základním znakem úloh ve Sbírci je strukturovanost. Řešení každé úlohy je zpravidla rozděleno do několika základních oddílů jako je: nápověda, řešení nápovědy, rozbor, řešení úlohy, odpověď a může se vyskytovat i komentář, či odkaz na jinou úlohu. Úlohy ve sbírce nejsou řešeny běžně používaným způsobem, jež bohužel často vypouští fyziku samotnou a zaměřuje se na to jak dosadit správné veličiny do správných vzorců. Na rozdíl od toho se autoři Elektronické sbírky snaží vést studenta k přemýšlení nad fyzikální podstatou problému a nezdíka studentovi nabízí i nějaký nový pohled na řešenou situaci.

V současnosti Sbírk obsahuje úlohy z Mechaniky (252), Termodynamiky a molekulové fyziky (167), Elektřiny a magnetismu (317), Optiky (62), Teoretické mechaniky (39), Fyziky mikrosvětla (77), Matematických metod ve fyzice (90), ale také Matematické analýzy (297), Lineární algebry (152) a Aritmetiky a algebry (15). Čísla v závorkách udávají počet úloh v kapitole ke dni 26. 4. 2018.

Ve sbírce existují dvě rozhraní, uživatelské (pro čtenáře) a administrátorské (pro vytváření úloh). Uživatelské rozhraní má podobu standardní webové stránky. V levé

části stránky se nachází menu, v němž se uživatel pohybuje mezi jednotlivými kapitolami a úlohami. Danou úlohu je možné vyhledat také pomocí kódu.

Otevře-li si čtenář konkrétní úlohu, zobrazí se mu zadání a struktura řešení, včetně nápověd a komentářů. Na pravém okraji stránky jsou zobrazeny ikony, jež slouží k charakteristice úlohy. V každé úloze se nachází odkaz vedoucí na kontaktní formulář na autora úlohy, díky čemuž může čtenář autora upozornit na nějakou chybu, zaslat nápad nebo jinou připomínku k dané úloze.

Administrátorské rozhraní slouží zejména k vytváření samotných úloh. Umožňuje také vkládat informace, které nejsou viditelné v uživatelském rozhraní, mohou to být různé komentáře a poznámky ohledně dalšího rozvoje úlohy nebo konstanty potřebné k vyřešení úlohy. Úlohy jsou ukládány do databáze MySQL. Texty úlohy jsou psány v XHTML a pro zápis matematických formulí je využito systému LaTeX. Sbíрку spravuje RNDr. Zdeňka Koupilová, Ph. D. V česky psaných úlohách se také zadává odkaz na multimediální encyklopedii Jaroslava Reichla [3].

Novinkou ve sbírce jsou interaktivní prvky (dále aplety) vytvářené v systému GeoGebra [4]. Projekty vytvořené v systému GeoGebra se vkládají na společný účet Sbířky na serveru systému GeoGebra, který byl za tímto účelem zřízen, a odsud jsou sdíleny přímo do stránek konkrétních úloh ve Sbířce. V rámci této práce byly vytvořeny dva aplety, jsou součástí úlohy RC obvod (kód úlohy: 2136).

Každá úloha je zařazena do vybrané kapitoly ve struktuře Sbířky. Pokud je to vhodné, úloha se může nacházet i ve více kapitolách. Úlohy jsou také rozděleny na základě obtížnosti, Sbířka rozlišuje 4 obtížnosti: základní škola (ZŠ), střední škola (SŠ), pokročilejší úloha pro střední školu (SŠ+) a vysokoškolská úloha (VŠ). U úlohy může být označena její další charakteristika, pokud se jedná o některý z méně obvyklých typů úloh: úloha řešená graficky, úloha řešená úvahou, úloha vyžadující neobvyklý trik nebo nápad, komplexní úloha, úloha s vysvětlením teorie a úloha, k jejímuž řešení je třeba vyhledat nějaké údaje. Dále je u každé úlohy vyznačena poznávací operace, kterou úloha rozvíjí. [5]

Kapitola Elektřina a magnetismus ke dni 8. 4. 2018 obsahuje 314 úloh rozdělených do 6 kapitol:

Elektrostatika (110)

Stejnoseměrný elektrický proud (71)

Stacionární magnetické pole (52)

Nestacionární magnetické pole (29)

Obvody se střídavými proudy (49)

Elektromagnetické pole (3)

3 Přehled úloh

Cílem této práce bylo vytvořit úlohy pro kapitolu Elektřina a magnetismus. V rámci této práce bylo vytvořeno 15 úloh. Jediným zdrojem zadání úloh pro mě byla sbírka úloh [6], jejímž autorem je vedoucí této práce. Považuji za důležité poznamenat, že tato sbírka je kolekcí zadání úloh z různých zdrojů a je využívána při cvičení k přednášce Fyzika II: Elektřina a magnetismus. Lze tedy předpokládat, že úlohy, které jsem v rámci této práce vytvořil, budou nějakým způsobem využity při výuce v dalších letech nebo poslouží studentům při domácí přípravě.

Úlohy byly vybírány tak, aby svým obsahem doplnili to, co ve sbírce chybí, popřípadě rozšířili témata stávající. Z vlastní zkušenosti mi ve Sbírci chyběli úlohy vedoucí na přímou integraci, z tohoto důvodu je několik mnou vypracovaných úloh, řešeno právě touto metodou.

Při vytváření úloh jsem dodržel styl a způsob značení ve Sbírci, aby mnou vytvořené úlohy zapadly do kontextu celé Sbírkky.

Při vytváření úloh jsem využíval zejména následující literaturu a zdroje: Bedřich Sedlák, Ivan Štoll, Elektřina a magnetismus [7], David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker, Elektřina a magnetismus [8].

Vytvořené úlohy jsou zařazeny v kapitolách okruhu Elektřina a magnetismus. V závorce uvádím jejich počet v jednotlivých kapitolách.

Elektrostatika (8)

Stojnosměrný elektrický proud (4)

Stacionární magnetické pole (1)

Nestacionární magnetické pole (2)

Následuje přehled vytvořených úloh s jejich stručnou charakteristikou a upozorněním na případná další specifika. U každé úlohy je v závorce uveden kód a úroveň náročnosti.

3.1 Elektrostatika

Nabitá obruč (2004, VŠ)

V této úloze je úkolem vyjádřit elektrickou intenzitu a potenciál na ose homogenně nabitě obruče a následně ověřit platnost vztahu mezi elektrickou intenzitou a potenciálem. Úloha je v první části řešená metodou přímé integrace, v druhé části ověřuje vztah mezi elektrickou intenzitou a potenciálem.

Zejména druhá část je v úloze důležitá, jelikož zde studenti často dělají chybu, když si neuvědomí, že díky tomu, že znají průběh potenciálu jen podél osy obruče (označené jako osa z), mohou pomocí vztahu $\vec{E} = -\text{grad } \varphi$ z potenciálu φ vypočítat pouze z -ovou složku elektrické intenzity na ose obruče. (Stejně tak i v následujících úlohách 2007 a 2008.)

Součástí úlohy je také komentář zobrazující grafy průběhu elektrické intenzity a potenciálu podél osy obruče.

Úloha je provázána odkazem s analogickou úlohou, ve které se počítá elektrické pole obruče nabitě jen z poloviny. Další podobnou úlohou ve sbírce je úloha o nabitě kruhové desce.

Nabitá půl obruč (2008, VŠ)

V úloze je úkolem vyjádřit elektrickou intenzitu a potenciál na ose homogenně nabitě půl obruče a ověřit platnost vztahu mezi elektrickou intenzitou a potenciálem. Úloha je řešena přímou integrací.

Součástí úlohy je také komentář s výpočtem elektrické intenzity a potenciálu na ose kružnice nabitě jen na čtvrtině a také na obecném kruhovém oblouku o daném úhlu.

Nabitá kruhová deska (2007, VŠ)

V úloze je úkolem vyjádřit elektrickou intenzitu a potenciál na ose homogenně nabitě kruhové desky a ověřit platnost vztahu mezi elektrickou intenzitou a potenciálem. Úloha je řešená dvojím způsobem, jednak pomocí dvojné integrace, jednak využitím přechodu od nabitě obruče k nabitě kruhové desce.

Součástí úlohy je také komentář zobrazující grafy průběhu elektrické intenzity a potenciálu.

V úloze je také komentář ukazující limitní přechod od nabitě desky k nabitě rovině. Zejména výpočet potenciálu je důležitý, jelikož vede k nekonečnému výsledku, důvod takového výsledku je v úloze okomentován.

Spojování kondenzátorů I (2014, SŠ)

V této úloze je úkolem spočítat celkovou kapacitu zapojení kondenzátorů a dále určit napětí a náboj na jednotlivých kondenzátorech. Úloha je nejprve řešena obecně a poté numericky pro zadané hodnoty.

Komentář připojený na konci úlohy ukazuje, v jakém poměru se rozdělí náboje v paralelním zapojení a v jakém poměru se rozdělí napětí v sériovém zapojení.

Ve sbírce již úlohy podobného zaměření (Propojení dvou kondenzátorů 273, Jak spojit kondenzátory 178, Spojování kondenzátorů II 2015) byly zařazeny, tato úloha je tedy doplňuje a umožňuje procvičení látky na další úloze.

Spojování kondenzátorů II (2015, SŠ)

V této úloze je úkolem spočítat napětí a náboj na jednotlivých kondenzátorech a také celkovou kapacitu zapojení. Úloha je nejprve řešena obecně a poté numericky pro zadané hodnoty.

Úloha je náročnějšího charakteru. Klíčem ke správnému vyřešení je překreslení zadaného schématu do přehledné formy, ze které bude patrné, které kondenzátory jsou zapojeny paralelně a které sériově.

Ve sbírce jsou úlohy podobného zaměření (Propojení dvou kondenzátorů 273, Jak spojit kondenzátory 178, Spojování kondenzátorů I 2014) a úloha Netradiční obvody 3 (2153), kde je schéma zapojení rezistorů stejné jako schéma zapojení kondenzátorů v této úloze.

Ekvipotenciální plocha (2025, SŠ+)

V úloze řešíme situaci, ve které jsou v prostoru umístěny dva bodové náboje opačných znamének a různých velikostí. Úkolem je zjistit, jaký tvar bude mít plocha s nulovým potenciálem (resp. potenciálem stejným jako je v nekonečnu). Úloha je řešena pouze obecně bez číselných hodnot.

Ve výpočtu se využívá středoškolských znalostí z analytické geometrie, zejména vztah pro vzdálenost dvou bodů a středová rovnice kulové plochy.

V komentáři je ukázáno, jak vypočítat potřebné vzdálenosti bez užití vztahů z analytické geometrie, pouze pomocí Pythagorovy věty.

Urychlený elektron (2129, SŠ+)

V této úloze je úkolem vypočítat, jakou rychlostí se bude pohybovat elektron, jenž je urychlován zadaným napětím po uvedený časový okamžik. Dalším úkolem je zjistit, jakou dráhu tento elektron při urychlování urazí.

Úloha je řešena dvěma způsoby: pomocí energetických úvah a pomocí zkoumání silového působení. Hlavní rozdíl v těchto dvou přístupech spočívá v tom, že při výpočtu dosažené rychlosti pomocí zkoumání silového působení předpokládáme homogenní elektrické pole, zatímco při využití energetických úvah, tento předpoklad nutný není. Pro výpočet dráhy ale průběh pole již znát musíme v obou způsobech řešení, v úloze předpokládáme pole homogenní.

Podobnou úlohou ve sbírce je úloha Elektron nalétávající do elektrického pole (1017). Tato úloha byla zařazena, aby umožnila procvičení látky na dalším příkladu.

Pole nabitě roviny mnoha způsoby (2132, VŠ)

Zadání úlohy po řešitelovi požaduje, aby čtyřmi různými způsoby vypočetl elektrickou intenzitu v okolí homogenně nabitě nekonečné roviny.

Elektrická intenzita je v úloze vypočtena pomocí přímé integrace za využití polárních souřadnic, přímou integrací, kde rovinu uvažujeme jako soustavu mnoha přímk vedle sebe, integrací potenciálu a využití vztahu mezi intenzitou a potenciálem a nakonec je zde odkaz na řešení pomocí Gaussovy věty elektrostatiky (úloha Pole rovnoměrně nabitě roviny 443). Úloha tak umožňuje porovnání jednotlivých způsobů výpočtu.

3.2 Stejnoseměrný elektrický proud

Zapojování reálných zdrojů (2051, SŠ+)

Úloha se zabývá parametry zapojení dvou reálných zdrojů (tj. zdrojů s vnitřním odporem) zapojených jednak sériově a jednak paralelně. Úloha je řešena nejprve obecně a poté pro dané číselné hodnoty.

V úloze je komentář zabývající se antiparalelním zapojením dvou reálných zdrojů a také paralelním zapojením více zdrojů s vnitřním odporem.

Úloha je opatřena odkazem na úlohu (Paralelní zapojení reálných zdrojů 2149), kde je problematika spojování zdrojů řešena metodou lineární superpozice.

Paralelní zapojení reálných zdrojů (2149, SŠ +)

V této úloze je úkolem pomocí metody lineární superpozice zjistit elektromotorické napětí a vnitřní odpor zdroje, kterým bychom ekvivalentně nahradili zapojení n stejných paralelně zapojených zdrojů s daným elektromotorickým napětím a vnitřním odporem.

Úloha je opatřena odkazem na úlohu (Metody řešení lineárních obvodů 1 1012), ve které je metoda řešení elektrických obvodů pomocí lineární superpozice vysvětlena.

K úloze je připojen komentář zabývající se praktickým využitím takového zapojení.

Tato úloha je rozšiřující k úloze Zdroj s vnitřním odporem (2051).

RC obvod (2136, VŠ)

V této úloze uvažujeme nenabíjí kondenzátor, jenž je na počátku připojen sériově přes rezistor ke zdroji stejnosměrného napětí. Úkolem je vyjádřit časový průběh proudu obvodem.

Úloha vede na řešení diferenciální rovnice prvního řádu s konstantními koeficienty a nulovou pravou stranou, jenž je řešena metodou separace proměnných.

V úloze jsou připojeny dva aplety vytvořené v GeoGebře, jenž zobrazují grafy průběhu elektrického proudu a napětí na kondenzátoru, pro různé hodnoty kapacity kondenzátoru, odporu rezistoru a napětí zdroje. Aplety tak umožňují zkoumat vliv těchto parametrů na průběh nabíjení kondenzátoru

Netradiční obvody 3 (2153 SŠ+)

V této úloze je úkolem určit celkový odpor zapojení. Dalším úkolem je určit napětí a proud na jednotlivých rezistorech.

Úloha svou tematikou i obtížností volně navazuje na úlohy Netradiční obvody 1 (276) a Netradiční obvody 2 (304). Úloha byla zařazena, aby umožnila procvičení látky na další, o něco obtížnější úloze.

Schéma zapojení rezistorů v této úloze je stejné jako zapojení kondenzátorů v úloze Spojování kondenzátorů II (2015).

3.3 Stacionární magnetické pole

Magnetické pole přímého vodiče (2133, VŠ)

V této úloze je úkolem pomocí Ampérova zákona odvodit vztah pro magnetické pole v okolí dlouhého přímého vodiče, kterým prochází daný proud.

Úloha je rozdělena na tři případy, kdy v prvním případě uvažujeme vodič jako velmi tenký přímý vodič, v druhém případě jako dlouhý přímý vodič o daném poloměru a ve třetím případě jako dlouhou přímou tlustostěnnou trubku o daných poloměrech. Ve druhém i třetím případě uvažujeme homogenní rozložení proudové hustoty v celém průřezu vodiče.

3.4 Nestacionární magnetické pole

Přímý vodič v magnetickém poli (2128, SŠ)

Cílem úlohy je procvičit si práci s Faradayovým indukčním zákonem. Úkolem je zjistit, jakou rychlostí se musí daný vodič pohybovat, aby napětí, které se na něm bude indukovat, mělo určitou hodnotu.

Úloha je řešena nejprve obecně a poté pro dané numerické hodnoty.

Tato úloha je doplňující k úloze Pohybující se vodič v magnetickém poli (60), jelikož po čtenáři požaduje jiný cíl výpočtu.

V úloze je připojen komentář zabývající se detailně vlivem směru pohybu vodiče na indukované napětí.

Proud indukovaný v kruhové smyčce (2135, VŠ)

V této úloze máme drátěný kruh o zadaném poloměru, jenž se otáčí okolo svého průměru v homogenním magnetickém poli o dané magnetické indukci. Osa otáčení je kolmá na magnetické pole a úhlová rychlost otáčení je konstantní. Úkolem řešitele je vyjádřit průběh indukovaného proudu a napětí ve vodiči. Dalším úkolem je určit maximální okamžité indukované napětí.

Rozšiřující otázky v této úloze mají vést řešitele k hlubšímu pochopení problematiky elektromagnetické indukce. Řešitel má nalézt alespoň tři způsoby, jakými lze zvýšit napětí na smyčce a odpovědět na otázku, zda je možné, aby se smyčka otáčela, a přitom se na ní neindukovalo napětí. Odpovědi na tyto otázky jsou v úloze podrobně komentovány.

4 Závěr

V rámci této bakalářské práce se mi podařilo naplnit vytyčené cíle. Bylo vytvořeno celkem 15 úloh se strukturovaným řešením z oblasti elektřiny a magnetismu, zapadajících svým obsahem do již dříve zveřejněných úloh v podkapitolách elektrostatika, stejnosměrný elektrický proud, stacionární magnetické pole a nestacionární magnetické pole. Některé z úloh jsou řešeny více způsoby, avšak z důvodů přehlednosti nebyly odděleny do několika samostatných úloh, přestože svým několika úloham odpovídají. V jedné z úloh bylo vyzkoušeno vytvoření apletu v systému GeoGebra, což je ve sbírce nově zaváděnou věcí a bylo v rámci této práce testováno.

V textu bakalářské práce byla zpracována stručná charakteristika Sbírk, kde se v jednotlivých podkapitolách věnuji jednak historii a také celkovému popisu fungování Sbírk.

Důležitou částí práce je kapitola zabývající se jednotlivými úlohami, jež byly v rámci této práce vytvořeny. V této kapitole je seznam úloh a jejich krátký popis včetně upozornění na případná specifika a zařazení do kontextu celé Sbírk.

V průběhu vytváření této práce jsem se seznámil s Elektronickou sbírkou řešených úloh a naučil jsem se pracovat s jazyky XHTML a LaTeX, pomocí nichž byly úlohy sepsány do Elektronické sbírky. Také jsem se seznámil s vektorovým grafickým editorem CorelDraw Graphics Suite.

Jako budoucího učitele fyziky mě tato práce posunula zejména v hlubším fyzikálním přemýšlení. Nikdy jsem neměl problém s řešením fyzikálních úloh, ale scházelo mi detailnější pochopení souvislostí. Tato práce mi přinesla nové zkušenosti v oblasti sepsávání učebních textů. Předpokládám, že tyto nově získané zkušenosti využiji ve své budoucí učitelské praxi.

V návaznosti na tuto bakalářskou práci by bylo vhodné rozšířit Sbírk o další úlohy. Sbírk by také mohlo posunout vytváření nových apletů.

5 Seznam použité literatury

- [1] *Sbírka řešených úloh z fyziky* [online]. [cit. 2018-04-28]. Dostupné z:
<http://reseneulohy.cz/cs>
- [2] KOUPILOVÁ, Zdeňka, Dana MANDÍKOVÁ a Marie SNĚTINOVÁ. *Electronic collection of solved physics problems to encourage students' active approach (not only to self study)*. European Journal of Physics, 2017.
- [3] *Encyklopedie fyziky* [online]. [cit. 2018-04-28]. Dostupné z:
<http://fyzika.jreichl.com/>
- [4] *GeoGebra - Dynamic Mathematics* [online]. [cit. 2018-04-28]. Dostupné z:
<https://www.geogebra.org/>
- [5] KÚRTOVÁ, Alica: *Fyzikální úlohy k rozvoji různých poznávacích operací*, diplomová práce, vedoucí Vojtěch Žák, MFF UK 2014.
- [6] KOUPILOVÁ, Zdeňka. *Cvičení k přednášce – interní materiál*
- [7] SEDLÁK, Bedřich a Ivan ŠTOLL. *Elektrina a magnetismus*. Vyd. 3., V nakl. Karolinum 2. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-2198-2.
- [8] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Brno: VUTIUM, 2000. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 80-214-1868-0.

6 Přílohy

V příloze této práce jsou uvedeny tři mnou vytvořené úlohy. Úlohy jsou určeny pro internetové rozhraní a jsou z něj vytištěny. Tomu odpovídá i jejich vzhled a kvalita.

Další přílohou je CD s textem práce a všemi vytvořenými úlohami. Aktuální verzi všech úloh naleznete na <http://reseneulohy.cz/>.