



Univerzita Komenského v Bratislave  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



**Mgr. Miroslava Urbašíková**

**Autoreferát dizertačnej práce**

**Spôsobilosti vedeckej práce v súťaži Turnaj mladých fyzikov**

**na získanie akademického titulu philosophiae doctor**

**v odbore doktorandského štúdia:**

**4.1.13 Teória vyučovania fyziky**

**Bratislava 2017**

**Dizertačná práca bola vypracovaná** v dennej forme doktorandského štúdia **na** Katedre teoretickej fyziky a didaktiky fyziky, na Oddelení didaktiky fyziky

**Predkladateľ:** Mgr. Miroslava Urbašíková  
Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava

**Školiteľ:** doc. RNDr. František Kundracik, CSc.  
Katedra experimentálnej fyziky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava

**Obhajoba dizertačnej práce sa koná \_\_\_\_\_ o \_\_\_\_\_ h**

**pred komisiou pre obhajobu dizertačnej práce v odbore doktorandského štúdia vymenovanou predsedom odborovej komisie prof. RNDr. Anna Zuzana Dubníčková, DrSc.**

**vo vednom odbore 4.1.13 Teória vyučovania fyziky**

**na Katedre teoretickej fyziky a didaktiky fyziky Fakulty matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, 842 48 Bratislava, v miestnosti \_\_\_\_\_**

**Predseda odborovej komisie:**  
prof. RNDr. Anna Zuzana Dubníčková, DrSc.  
Katedra teoretickej fyziky a didaktiky fyziky  
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky  
Univerzita Komenského v Bratislave  
Mlynská dolina, 842 48 Bratislava

## Úvod

Hlavnou myšlienkou práce je poukázať na dôležitosť neformálneho vzdelávania, ktoré je vlastne len doplnením formálneho vzdelávania. Je vôbec osožné pre študenta, alebo je to len vyplnenie voľného času? Lenže práve toto neformálne vzdelávanie je často motivujúcim faktorom, ktoré ovplyvňuje rozhodovanie človeka, akým smerom sa jeho život bude uberať (Pišút, 2012).

Reforma školstva priniesla zredukovanie počtu hodín fyziky na základných i stredných školách. A so zmenou učebného plánu, by mali prebiehať aj školenia pre učiteľov, aby vedeli uchopiť myšlienky reformy a aplikovať ich do vyučovacieho procesu, mali by byť ochotní sa ďalej rozvíjať a nebáť sa pracovať s informačnými a komunikačnými technológiami. Na Slovensku však chýba systematická práca s učiteľmi (Lapitková, 2008).

Preto by sme chceli vypracovať pracovné listy pre učiteľov, vďaka ktorým práca počas danej aktivity bude jasná a teda ľahko začleniteľná do vyučovania.

Ako je uvedené v štátnom vzdelávacom programe, prírodovedné poznatky sú interpretované aj ako neoddeliteľná a nezastupiteľná súčasť kultúry ľudstva. Nato, aby nejaké prírodovedné poznatky vôbec boli, musíme sa usilovať o to, aby sa fyzike po skončení jej základného kurzu venovalo viac študentov. Počet maturantov z fyziky za posledné roky klesá. Malé počty z nich sa hlásia na technicky zamerané vysoké školy, hoci je veľký dopyt práve po týchto technických povolaniach, takzvaných STEM - The Science, Technology, Engineering and Mathematics (Horváthová, 2015).

Podľa ŠVP je jedným z cieľov vzdelávania vo fyzike aj rozvoj schopnosti žiakov vedecky pracovať. Často sa to na školách realizuje vo forme laboratórnych cvičení, kde študenti robia pripravené experimenty, spracovávajú namerané výsledky a tie výsledky prezentujú vo forme protokolu. Na rozvoj ostatných prvkov (napríklad pozorovanie nového javu, formulácia hypotéz, návrh experimentu na potvrdenie alebo vyvrátenie hypotézy, kritické zhodnotenie výsledkov experimentu, prezentovanie a obhájenie svojej hypotézy, ...) pri súčasnej hodinovej dotácii neostáva dostatok priestoru. Preto dôležitú úlohu zohráva neformálne vzdelávanie.

Porovnali sme viaceré fyzikálne súťaže, ktoré prebiehajú na Slovensku a pre naše zameranie sú najvhodnejšie fyzikálne súťaže Fyzikálna olympiáda a Turnaj mladých fyzikov (konkrétne sa zameriavame na TMF). Tieto súťaže sme analyzovali z didaktického hľadiska. Pozreli sme sa aj na význam fyzikálnych súťaží pri vplyve na voľbu budúceho povolania vedca.

Súťaž Turnaj mladých fyzikov by sme chceli sprístupniť aj študentom, ktorí možno o fyziku nejavia veľký záujem, preto nepatria medzi potenciálnych súťažiacich. Ukázať im, že skúmanie vo fyzikálnej oblasti rozvíja aj logické a kritické myslenie, ktoré môže priniesť osoh aj im. Súťaž TMF okrem fyzikálneho pohľadu na svet rozvíja i komunikačné zručnosti, preto môže byť prínosom aj pre nefyzikov.

Tak ako iniciátori hnutia ‘Veda chce žiť!’, aj my sa domnievame, že veda a výskum sú dôležitým elementom pre spoločnosť. Chceme mať predsa vzdelaný národ, ktorý sa nebojí objavovať technologické inovácie. Chceme sa rozvíjať ďalej. Keďže je nedostatok študentov na vedných a technických smeroch, je dosť dôležité, aby sme vedu, a aj fyziku, vhodne propagovali. Veda je pre spoločnosť dôležitá a je správne ju podporovať a podnecovať aj študentov k tomu, aby sa venovali vede a išli študovať vedné disciplíny.

Kvôli vyzdvihnutiu správnych aspektov súťaží sme si potrebovali spraviť prehľad fyzikálnych súťaží prebiehajúcich na Slovensku a porovnať ich s cieľmi stanovenými v ŠVP. Keďže by sme chceli fyzikálne súťaže sprístupniť všetkým študentom, nielen tým, ktorí majú zvýšený záujem o fyziku, treba vybrať správne úlohy, ktoré budú pre nich vhodné z pohľadu časovej a vedomostnej náročnosti. Na výber vhodných úloh treba úlohy analyzovať a je potrebné vedieť aj to, ako takéto úlohy ohodnotiť. Preto je dôležité stanoviť si základné charakteristiky spôsobilostí vedeckej práce, na základe ktorých budeme vykonávať analýzu a kritériá hodnotenia.

Pre súťaž TMF sme sa rozhodli preto, lebo je od iných súťaží prebiehajúcich na Slovensku odlišná svojou podstatou. Je to súťaž, ktorá nepreveruje len nadobudnuté poznatky, ale ak sa venuje podstate nejakého fyzikálneho javu, tak sa tento fyzikálny jav skúma bádáním a objavovaním. Nie je dôležité len to, koľko toho súťažiaci vie na začiatku súťaže, ale koľko sa počas súťaže naučí a čo nové objaví. TMF je súťaž, ktorá má medzinárodné porovnanie, lebo jej poslednou etapou je medzinárodné kolo. Ďalšou súťažou s medzinárodným porovnaním je na Slovensku FO. My sme si však vybrali TMF, lebo je to súťaž, pri ktorej súťažiaci rozvíjajú nielen svoje fyzikálne, ale aj komunikačné vedomosti a zručnosti.

Ďalším cieľom je vytvoriť a implementovať metodické materiály, ktoré budú zjednodušením vybraných úloh zo súťaže TMF a budú tak využiteľné vo vyučovaní. Týmto nechceme oberať fyziku o vyučovacie hodiny, ktorých je podľa terajšej dotácie dosť málo, konkrétne 5. Táto dotácia hodín sa obvykle do vyučovania zaraďuje počas prvých 3 rokov štúdia na 4-ročnom gymnáziu, a to tak, že v prvom a druhom ročníku sú týždenne 2 hodiny a v treťom ročníku 1 hodina fyziky. Chceme ponúknuť inú formu, ako môže byť nejaký poznatok nadobudnutý a kvôli objavovaniu aj lepšie zapamätaný.

## **Ciele dizertačnej práce, výskumné otázky a hypotézy**

Úlohou fyzikálnych súťaží ako neformálneho vzdelávania je doplnenie a rozšírenie formálneho vzdelávania. Keďže ide o dobrovoľné a nepovinné vzdelávanie, zapájajú sa doň len tí študenti, ktorí oň majú naozaj záujem. Týchto súťaží sa zúčastňuje len malá časť študentov z celého Slovenska. Riešitelia fyzikálnych súťaží sa často stretnú so zaujímavými úlohami, ktoré majú prekvapivé výsledky, rozvíjajú ich vo viacerých oblastiach a dávajú im príležitosť dozvedieť sa o fyzikálnych javoch vo svete, v ktorom žijú. No študenti, ktorým sa možnosť súťažiť nenaskytla, o tieto zážitky prichádzajú. Našou snahou je tieto súťaže sprístupniť väčšej mase študentov, nielen tým, ktorí majú zvýšený záujem o fyzikálne

vzdelávanie, pretože počas riešenia fyzikálnych úloh študenti môžu pracovať obdobným spôsobom ako vedci a môžeme ich aktívne zapojiť do vzdelávania. Rozvoj spôsobilostí vedeckej práce je dôležitý pre pochopenie podstaty logického myslenia a dôkazov získaných vedeckými postupmi. V prírodovednom vzdelávaní by malo ísť o konštruovanie poznatkov študenta pomocou praktických činností.

FO má rôzne kategórie, z toho vyplýva, že ju môže riešiť každý, kto sa do nej prihlási. TMF však takúto možnosť neposkytuje. Nato, aby si študenti vyskúšali, čo riešitelia zažívajú počas fyzboj-a, by museli pracovať s upravenými úlohami, ktorých náročnosť nie je taká vysoká ako u úloh, ktoré sú na medzinárodných kolách.

Niekoľko úloh zo súťaže TMF by sme chceli natoľko zjednodušiť, aby mohli byť počas vyučovania použité všetkými študentmi, nielen nadšencami pre fyziku. Chceli by sme využiť niektoré aspekty neformálneho vzdelávania počas formálneho vzdelávania.

Podľa slov W. Harlen: „*Učenie je dávanie zmyslu novým skúsenostiam dieťaťom v spolupráci s inými*“ (Harlen, 2006). Vyučovanie fyziky by sa malo odohrávať v spolupráci so spolužiakmi alebo učiteľom, dokonca i rodičom alebo iným študentovi blízkym človekom. Súťaž TMF je tímová súťaž, preto je z tohto aspektu na učenie vhodným prostriedkom.

Hlavný cieľ dizertačnej práce

Naším **hlavným cieľom** je zaradiť vybrané úlohy zo súťaže Turnaj mladých fyzikov do vyučovacieho procesu. Úlohy by sme chceli využiť v zjednodušenej forme počas vyučovania na školách. Tým môžeme poskytnúť možnosť vyskúšať si atmosféru súťaže, obhajovať svoje riešenie a vyzdvihnúť najdôležitejšie zistenia počas experimentovania či vyskúšať si pracovať ako vedec aj študentom, ktorí sa tejto súťaže nezúčastnia.

Keďže je TMF v súlade so ŠVP, chceli by sme vyskúšať, či sa dajú zjednodušené úlohy aplikovať do vyučovacieho procesu. Integrovanie úloh TMF do vyučovania by mohlo byť nápomocné pri rozvoji vedeckého myslenia. Pretože študenti, ani ľudia, ktorí nepracujú vo vede často nevedia, čo je náplňou práce vedca a aké sú kroky k objaveniu niečoho nového, či k vysvetleniu niečoho nejasného. Moderný človek musí pri bežnom živote stále viac a viac používať stratégie a postupy vychádzajúce z vedeckých postupov.

Vytýčili sme si **čiasťkové ciele** potrebné na dosiahnutie hlavného cieľa:

- zistiť aký dopad má TMF a FO na voľbu kariéry študentov;
- analyzovať TMF úlohy, či majú v sebe potenciál na rozvoj SVP;
- zistiť úroveň SVP riešiteľov TMF a FO a študentov, ktorí neriešia TMF ani FO;
- vybrať vhodné úlohy a zjednodušiť ich, aby mohli byť použité počas vyučovania;
- napísať k vybraným úlohám metodické materiály, ktoré pomôžu učiteľom viesť a usmerňovať študentov pri vypracovávaní úloh;
- vyskúšať aspoň jednu úlohu vo vyučovaní;
- zistiť, či je možné tieto úlohy do vyučovania začleniť.

V našej práci by sme chceli zistiť, ako môže súťaž TMF študentom sprístupniť prácu vedca. Najskôr treba TMF úlohy analyzovať a zistiť, či vôbec v sebe majú potenciál na rozvoj SVP. Následne podľa časovej a vedomostnej náročnosti vybrať úlohy, ktoré sa dajú aplikovať vo vyučovaní.

Radi by sme poukázali na dôležitosť neformálneho vzdelávania. V úvode práve sa venujeme viacerým súťažiam, no našu pozornosť najviac zameriame na súťaže TMF a FO. Ide o súťaže, ktoré majú viaceré kolá a posledné je na medzinárodnej úrovni, vďaka tomu môžeme využiť medzinárodné porovnania.

FO je súťaž, ktorá má históriu už od roku 1967. Ide o riešenie úloh študentmi, čo je forma bežná pre fyzikálne vzdelávanie v rámci školy. Samozrejme, vo vyučovacom procese ide o úlohy jednoduchšie, než sú úlohy na olympiáde. Dá sa však povedať, že s niečím podobným sa študenti môžu stretnúť.

Našu pozornosť sústredíme hlavne na súťaž TMF, pretože táto súťaž u študentov rozvíja nielen poznatky z fyziky a fyzikálny pohľad na svet, ale aj prácu v tíme (čo zahŕňa napríklad komunikáciu, akceptovanie názoru iného, spoluprácu, ...), aj argumentovanie, obhajovanie si svojho riešenia pred odbornou porotou. Riešenie úloh súťaže TMF nebýva štandardnou súčasťou vyučovania, preto by sme chceli spracovať niekoľko vybraných úloh a niektoré z nich vyskúšať ako súčasť vyučovania.

Náš **výskumný problém** by sa dal sformulovať cez nasledujúce otázky:

- Aké ukazovatele vieme použiť na meranie dopadu neformálneho vzdelávania na študenta?
- Aké indikátory použiť na analýzu úloh z hľadiska SVP?
- Akým spôsobom vieme zistiť úroveň SVP u študentov?
- Ktoré úlohy sú vhodné na vyučovanie z hľadiska náročnosti?
- Aká je potrebná príprava na zaradenie úloh z TMF do vyučovania?
- Ako je pri súčasnej časovej dotácii možné zaradiť úlohy z TMF do vyučovacieho procesu?

## **Hypotézy**

Pre nami určené ciele sme sformulovali nasledujúce hypotézy:

H1 - Riešitelia fyzikálnych súťaží disponujú vyššou úrovňou spôsobilostí vedeckej práce než študenti, ktorí sa týchto súťaží nezúčastňujú.

H11 - Riešitelia fyzikálnych súťaží disponujú vyššou úrovňou spôsobilostí vedeckej práce než najlepšie hodnotení študenti.

H2 - Začlenenie úloh z TMF do vyučovacieho procesu fyziky je realizovateľné aj za súčasnej časovej dotácie.

## Impakt pôsobenia vo fyzikálnej súťaži na voľbu vedeckej kariéry

Našu analýzu (Urbašíková, 2014) sme zamerali na bývalých riešiteľov IPhO a IYPT. Tieto súťaže sme si vybrali preto, lebo sú medzinárodné, a teda sa do nich zapájajú naozaj šikovní študenti zo Slovenska, ktorí majú záujem o fyziku a chcú sa rozvíjať. Pracovali sme s rokmi 1988 až 2004. Na lepšie porovnanie sme analyzovali tie isté roky pre IYPT aj pre IPhO. IPhO síce existuje dlhšie, no IYPT len od roku 1988. Obe súťaže existujú aj dnes, lenže súťažiaci, ktorý sa jej zúčastnil minulý školský rok nemohol byť pre nás vhodným reprezentantom, pretože je takmer isté, že nemôže pracovať vo vede a publikovať svoje výsledky skôr než skončí vysokoškolské vzdelanie. A kým bývalý súťažiaci niečo publikuje, musí prejsť čas, kým urobí výskum, čo je približne 5 rokov po ukončení vysokej školy, preto sme analýzu ukončili rokom 2004.

Naše výsledky sme získali tak, že sme mená zo zoznamov súťažiacich z IPhO a IYPT hľadali vo vedeckých databázach (Web of Science a Scopus). Ak sa tam meno súťažiaciho vyskytovalo, skontrolovali sme, či sa tam toto meno nevyskytovalo aj predtým, než sa súťažiaci súťaže vôbec zúčastnil, pretože mohlo ísť len o menovca.

Na základe našej analýzy a štatistického porovnania sme zistili, že súťaže IPhO a IYPT sú z hľadiska uplatnenia súťažiacich vo vedeckej oblasti štatisticky rovnocenné. Približne 75 % najlepších súťažiacich pracuje alebo pracovalo vo vede.

## Úroveň spôsobilostí vedeckej práce u študentov gymnázií

Tab. č. 1 Porovnanie dosiahnutej úrovne spôsobilostí vedeckej práce medzi riešiteľmi TMF a FO a neriešiteľmi

	Spôsobilosť formulovať hypotézy	Spôsobilosť experimentovať	Spôsobilosť tvoriť závery a zovšeobecnenia
riešitelia	52,78 %	71,43 %	51,52 %
neriešitelia	43,59 %	42,31 %	28,44 %
rozdiel	9,19 %	29,12 %	23,08 %

Z tabuľky č. 1 vidíme, že riešitelia súťaží TMF a FO sú úspešní najmenej na 50 %. Štatisticky majú na rovnakej úrovni rozvinuté všetky 3 skúmané spôsobilosti. U neriešiteľov je na rovnakej úrovni rozvinutá spôsobilosť formulovať hypotézy a spôsobilosť experimentovať.

Najväčší rozdiel medzi riešiteľmi a neriešiteľmi je práve v spôsobilosti experimentovať. My sme v tomto testovaní neoverovali praktickú zručnosť experimentovať, ale naplánovanie si experimentu, určenie premenných vystupujúcich v experimente, prípravu vhodných pomôcok a jasný postup práce. Rozdiel bol takmer 30 %, čo však nie je štatisticky významný rozdiel.

Rozdiel 23 % (nie je štatisticky významný rozdiel) bol v spôsobilosti tvoriť závery a zovšeobecnenia, kde študenti mali vyčítať informácie z grafov alebo tabuliek, podľa toho,

o ktorú úlohu išlo a potom na základe týchto informácií mali vysloviť záver. Pýtali sme sa ich aj na potvrdenie alebo vyvrátenie ich hypotézy, no toto nebolo vždy možné, pretože sme v závere neuviedli všetky možnosti riešenia danej úlohy, ale iba niektoré. Preto študenti, ktorí si sformulovali hypotézu, ktorá sa neopierala o nami uvedené výsledky merania, nevedeli svoju hypotézu potvrdiť alebo vyvrátiť. Za toto sme však nepriradili nižšiu úroveň. Sledovali sme najmä interpretáciu údajov a tvorbu záverov.

Najmenší rozdiel bol v úspešnosti spôsobilosti formulovať hypotézy, kde tento rozdiel nedosiahol ani 10 %, tento rozdiel spolu s predchádzajúcimi 2 rozdielmi nie sú štatisticky významné.

Pozrime sa na tieto údaje ešte do väčšej hĺbky a rozdelíme všetkých podľa úspešnosti na vrchnú a spodnú časť škály. Pri takomto rozdelení dostaneme výsledky v tabuľke č. 2.

*Tab. č. 2 Dôkladnejšie porovnanie úrovni SVP u riešiteľov TMF a FO a neriešiteľov*

	Spôsobilosť formulovať hypotézy	Spôsobilosť experimentovať	Spôsobilosť tvoriť závery a zovšeobecnenia
riešitelia	33,33 %	88,89 %	33,33 %
neriešitelia	29,49 %	37,18 %	11,54 %
rozdiel	3,84 %	51,71 %	21,79 %

Rozdiely medzi riešiteľmi TMF a FO a neriešiteľmi v spôsobilostiach formulovať hypotézy a tvoriť závery a zovšeobecnenia nie sú štatisticky významné, no rozdiel v spôsobilosti experimentovať je významný.

Z toho môžeme povedať, že spôsobilosť formulovať hypotézy je pomerne rozvinutá u študentov gymnázií, respektíve skonštatovať, že riešitelia TMF a FO majú dobré základy, s ktorými prichádzajú do súťaží. Súťaže ich však naučia správne si naplánovať experiment a prichystať sa na skúmanie problému, čo z vyučovania až do takej miery nemajú osvojené. Na základe 36 % neriešiteľov, ktorí sa k záveru vôbec nevedeli vyjariť, môžeme povedať, že súťaže u svojich riešiteľov rozvíjajú aj schopnosť tvoriť závery a zovšeobecnenia, ktorá sa počas vyučovania až tak nerozvíja.

Kvôli prehľadnosti a tomu, aby sme mohli vidieť všetky údaje veľa seba, uvádzame s týmito výsledkami aj tabuľku č. 3.

*Tab. č. 3 Porovnanie úrovni SVP u riešiteľov TMF a FO a jednotkárov*

	Spôsobilosť formulovať hypotézy	Spôsobilosť experimentovať	Spôsobilosť tvoriť závery a zovšeobecnenia
riešitelia	52,78 %	71,43 %	51,52 %
jednotkári	60,33 %	51,55 %	39,53 %
rozdiel	7,55 %	19,88 %	11,99 %



Štatisticky významné rozdiely medzi riešiteľmi TMF a FO a jednotkármi nie sú. Jednotkári sú tiež šikovní ako riešitelia. Dokonca spôsobilosť formulovať hypotézy sa javí ako trochu lepšie rozvinutá u jednotkárov, no ide o najmenší rozdiel medzi testovanými skupinami.

## **Využitie úloh zo súťaže Turnaj mladých fyzikov v prírodovednom vzdelávaní**

Úlohu 2009/4 s názvom *Duchovia* sme spracovali ako aktivitu na 4 vyučovacie hodiny, medzi ktorými sa ráta aj s domácou prípravou z hodiny na hodinu. Táto úloha je zameraná na vlastnosti fotoaparátov. Od súťažiacich na TMF sa vyžadovalo, aby preskúmali ako fotoaparát funguje a čo spôsobuje vznik „duchov“ na fotografiách. My sme v podstate túto úlohu nemerili, no vypracovali sme podrobný návod pre učiteľa, aby mohol študentom poradiť ako postupovať a čo skúmať. Pri takto pripravenej aktivite sa pracuje komplexne, teda sú v nej prítomné všetky spôsobilosti vedeckej práce. Študenti pracujú samostatne v skupinách nielen na hodinách fyziky, no i doma v rámci prípravy. Časová dotácia hodín fyziky však neumožňuje takýto typ aktivity jednoducho zaradiť do vyučovania.

Úloha o *camere obscura* bola na turnaji už dvakrát. Prvýkrát ako úloha 1988/3 *Camera obscura* a druhýkrát ako úloha 2008/3 *Pin-hole camera*. Všeobecne slovné spojenie *camera obscura* (lat. *tmavá komora*) znamená optické zariadenie, ktoré bolo predchodcom dnešného fotoaparátu. *Camera obscura* sa dá vyrobiť aj pomocou šošovky, no ak chceme úplne pôvodné zariadenie, malo by ísť iba o malú dierku, cez ktorú prechádzajú svetelné lúče, ktoré vytvárajú obraz na náprotivnej strane. Keď sa použije názov *pin-hole camera* - takzvaná dierková komora, jednoznačne ide o zariadenie bez šošovky. Od súťažiacich sa vyžadovalo, aby zistili podmienky optimálnej kvality obrazu. My sme úlohu zamerali skôr na samotnú konštrukciu zariadenia a na preskúmanie jeho vlastností. Úlohu sme pripravili ako domáci projekt, pri ktorom študenti pracujú v skupinách samostatne doma a na hodine fyziky odprezentujú svoje riešenia.

Ako domáci projekt sme pripravili aj úlohu 2014/7 *Chladnička z hrncov*. Cieľom úlohy na turnaji bolo zistiť najlepší chladiaci účinok chladničky. Keďže už v zadaní je opísané vyparovanie, treba naň dať dôraz a preskúmať ako ho maximalizovať. Túto úlohu sme zaradili medzi domáce projekty, teda študenti by svoju samostatnú prácu mali upriamiť na sledovanie rôznych parametrov, od čoho vyparovanie závisí. Je na nich do akej miery úlohu preskúmajú a koľko parametrov budú sledovať.

Ďalšie úlohy sme pripravili vo forme laboratórneho cvičenia, ktoré sa dajú využiť počas jednej alebo dvoch vyučovacích hodín. Keďže sú viaceré SVP a venovanie každej z nich by zabralo viac než jednu vyučovaciu hodinu, k úlohe 2015/14 *Kruh svetla* vytvorili sme 2 varianty pre tú istú úlohu a v každom sme sa zamerali na rôzne spôsobilosti. Oba varianty by mali byť rovnako časovo náročné. Prvý variant je zameraný na formulovanie hypotéz, opisovanie vzťahov medzi premennými, interpretáciu dát a tvorbu záverov a zovšeobecnení. Druhý variant je zameraný na kontrolu premenných, tvorbu grafov a tabuliek,

experimentovanie a tvorbu záverov a zovšeobecnení. Oba varianty kladú dôraz na spôsobilosti vedeckej práce. Od súťažiacich sa očakávalo, aby vysvetlili kruhový tvar obrazca, aby zistili, od čoho závisí polomer obrazca, aby preskúmali tvar obrazca v závislosti od tvaru drôtu a aby preskúmali aj možný ohyb svetla na drôte. Preskúmať toto všetko zaberie veľa času, preto sme pripravili pracovné listy v 2 variantoch, ktoré študentov vedú k preskúmaniu toho, od čoho závisí polomer kruhu. Úlohu sme zjednodušili natoľko, že sa dá vyriešiť počas jednej dvojhodinovky v rámci laboratórnej práce.

K úlohe 1986/9 **Magnetická sila** sme pripravili jeden variant materiálov, ktorý sa tematicky zaraďuje do učiva pre základné školy. Úlohu sme upravili a ide v nej vlastne o skúmanie vlastností magnetu. Tiež ide o aktivitu vo forme laboratórnej práce počas vyučovania. Pôvodná úloha by sa mala riešiť s dôrazom na zmagnetizovanú a nezmagnetizovanú guľôčku. K nameraným a pozorovaným výsledkom by bolo potrebné vypracovať aj teoretické odôvodnenie. Takto komplexnú úlohu možno do vyučovania zaradiť len veľmi obtiažne, preto sme ju zjednodušili.

K niektorým aktivitám ponúkame aj ďalšie možnosti ich riešenia.

## **Naše skúsenosti s aktivitami**

Osobne sme počas vyučovania vyskúšali úlohu 1986/9 **Magnetická sila**. Pôvodné znenie úlohy sme zjednodušili a upravili pre študentov približne vo veku 12 - 13 rokov. Naše zadanie znie:

*Pomocou merania vzdialenosti preskúmajte magnetickú silu okolo magnetu! Odmerajte vzdialenosť medzi magnetom a pritiahnutým kovovým telesom.*

Študenti sa sami rozdelili do 4-členných skupín, aby sa im dobre pracovalo a aby si medzi sebou vedeli všetko dobre odkomunikovať.

Hoci v zadaní bola len práca s kovovým predmetom, nechali sme študentov, nech si vyskúšajú pôsobenie magnetického poľa magnetu aj na nekovový predmet.

Čo sme pozorovali počas práce študentov pri tejto aktivite, bolo, že študenti pri formulovaní hypotézy radi používajú konkrétne čísla, napríklad:

*Ku stredu magnetu sa predmet pritiahne zo vzdialenosti iba 5 cm, ale k pólom magnetu už zo vzdialenosti 10 cm.*

Takáto formulácia u študentov na základnej škole nie je zlá. Dodržali vzťah medzi premennými a tento predpoklad je založený na nejakej skoršej skúsenosti, ktorú študenti mali s magnetom, teda spĺňa spôsobilosť predpokladať, no hypotézou sa však nazývať nedá. Pri formulovaní hypotézy treba u študentov sledovať to, aby nezačínali so slovami: *Myslím si...* Naše skúsenosti sú také, že keď sa študentom povie, aby napísali svoj predpoklad, radi používajú takéto formulácie. Preto ich treba častejšie upozorňovať, aby na to dbali. Hoci vyjadrujú svoj predpoklad, je potrebné, aby s ním pracovali ako s faktom a počas svojej práce sa tento fakt snažili potvrdiť alebo vyvrátiť.

S vypísaním pomôcok nebol problém. Študenti celkom dobre vedia vymenovať, s čím pracovali, najmä ak sa jedná o tak jednoduchý experiment ako tento, kde sa pracuje s malým množstvom pomôcok. Niektorí študenti chceli byť veľmi poctiví a medzi pomôcky uviedli aj zošit a pero, poprípade kalkulačku, alebo iné pomôcky, ktoré na vypracovanie pracovného listu použili, no pre samotný experiment neboli dôležité. Za toto vyslovene netreba strhávať body, ale je dobré študentov upozorniť, že medzi pomôckami by sa mali nachádzať len také, ktoré sú potrebné na samotnú realizáciu experimentu.

Premenné študenti vedeli celkom správne pomenovať aj sami, no niektorí potrebovali menšiu pomoc vyučujúceho. Spoločne sme diskutovali o tom, čo merajú a skúmajú. Z toho potom sami skúsili určiť, ktorá premenná je nezávislá, ktorú menia oni a ktorá premenná je závislá, meniac sa podľa nezávislej premennej. Niektorí študenti na to rýchlo prišli sami, no študenti zameraní skôr na humanitné vedy, nie prírodovedné potrebovali väčšiu pomoc. Často sa stávalo, že študenti vôbec nevedeli určiť konštantnú premennú. Keď s ňou vyslovene nepracovali, alebo nevideli jej konkrétne pôsobenie, tak nevedeli pomenovať túto premennú, ktorá je pri experimentovaní dôležitá, no nie úplne viditeľná.

Ďalšou časťou je nakresliť obrázok, ktorý zobrazuje experiment a pomenovať jednotlivé časti. Študenti túto úlohu zvládli bez problémov. Veľa detí rado kreslí a boli šťastné, že môžu svoj umelecký talent predviesť aj v rámci fyziky. Vedeli všetko pomenovať. Kreslenie obrázka je vlastne prvým krokom k zaznamenaniu schémy aparatury vo vyšších ročníkoch. Je dôležité študentov upozorňovať, nech nezabúdajú na opis, pretože nejde o výtvarnú výchovu a prezentáciu umeleckého diela, ale o vedu, kde je potrebné byť exaktný a formulovať presné vyjadrenia.

Pri písaní jednotlivých krokov v postupe väčšina študentov používa formu *my sme urobili, takto sme postupovali, toto sme sem dali...* Nepíšu všeobecne postup, ktorý je aplikovateľný aj neskôr, ktorý môže využiť hocikto. Treba študentov viesť k tomu, aby písali zreteľne a jednoducho, no aby nič dôležité nevynechali. Vety typu: „*Zoberte si pracovný list a začnite podľa neho postupovať.*“ nie sú správne. Postup má byť jasný aj pre niekoho, kto takýto pracovný list nemá k dispozícii. Veď predsa sa tento experiment dá uskutočniť aj úplne osobitne, nie iba podľa návodu v pracovnom liste. Pracovný list na realizáciu experimentu nie je nevyhnutný. Študentov treba viesť k tomu, aby zbytočne nepísali dlhé a komplikované vety, treba však dbať na to, aby sa vyjadrovali presne. Nestačí uviesť len: „*Potom priložíte dĺžkové meradlo k magnetu.*“ Treba presne napísať, akým spôsobom ho tam treba priložiť, ako ho nasmerovať a kde je nula. Pri postupe je dôležité nezabúdať na opakovanie meraní. Vždy sa meria s nejakou chybou alebo odchýlkou, a preto čím viac meraní sa uskutoční, tým je meranie presnejšie. Na začiatku rozvoja SVP je však postačujúce robiť iba 2 opakovania, teda celkovo spraviť 3 merania, z ktorých sa vypočíta priemerná hodnota.

V ďalšej časti sa študenti učia správne odkomunikovať svoje namerané údaje. V nižších ročníkoch je potrebné viesť ich k správne zaznamenávaniu údajov do tabuliek. Vo vyšších ročníkoch pribudnú aj grafy. Pri zaznamenávaní do tabuliek majú študenti najskôr tabuľku s vyplnenou hlavičkou, no postupne sa musia osamostatniť a vedieť si navrhnuť

hlavičku samostatne a neskôr aj celú tabuľku. Niektorí študenti pracovali chaoticky a prvé namerané údaje preškrtili. Namiesto nich napísali iné, potom sa vrátili k pôvodným. V takto vyplnenej tabuľke sa veľmi ťažko vyzná samotný študent, nieto ešte učiteľ. Niektorí študenti chceli byť veľmi efektívni, povymýšľali si vlastné metódy ako merať, no potom sa v tom stratili a nezapisovali si údaje do správnych kolóniek. Rozdelili si prácu, že jeden člen bude merať toto, iný tamto. V skutočnosti však merali jeden cez druhého a meranie nebolo presné, navyše bolo nesprávne zaznamenané. Študenti by mali porozumieť tomu, že tabuľka slúži na to, aby sa k nameraným hodnotám mohli kedykoľvek vrátiť a aby ostala ich práca zaznamenaná. V prípade potreby tak neskôr môžu svoju prácu rozšíriť a nemusia merať všetko odznova. Takto pracujú vedci a k tomu chceme študentov viesť aj my.

Na vyplnenie celej tabuľky je potrebné uskutočniť aj výpočty priemeru. My sme pracovali so študentmi, ktorí boli na hodinách matematiky vedení k tomu, aby pracovali samostatne, nie s použitím kalkulačky. Priemery svojich meraní preto počítali na papieri, kde sme ľahko mohli skontrolovať ich postup, či správne uvažujú a či sa nepomýlili. Kalkulačka sa však nezakazuje a pri náročnejších výpočtoch je vhodnou pomôckou, no aj v prípade počítania na kalkulačke treba svoj postup do pracovného listu zaznačiť. Pri týchto jednoduchých experimentoch, a teda len počítaní priemeru, to nemá až taký veľký zmysel. Skôr ide o návyk, aby vo vyšších ročníkoch, kde bude treba pracovať s analytickými vzťahmi a dosadzovaním nameraných veličín, bola možná kontrola postupu výpočtu, pretože je výskyt chýb pravdepodobnejší.

Pri tejto aktivite išlo o pozorovanie, ako sa správa teleso v okolí magnetu. Na jej konci by mal byť študent schopný toto správanie opísať. Nemusí ísť o podrobný opis, čo presne sa počas merania dialo, kto o magnet zavadil a bolo treba merať znova. Naopak, treba vyzdvihnúť podstatu, že magnetická sila je pri póloch väčšia, pretože teleso je pritiažené z väčšej vzdialenosti. Nie všetci študenti vedeli vysloviť takéto zovšeobecnenie. K tomu treba postupne dospieť. Mali by sme však oceniť aj to, ak študenti uvedú, čo pozorovali - pri póloch bola vzdialenosť, z ktorej bolo teleso pritiažené väčšia než pri strede magnetu.

Po vyslovení zovšeobecnenia prichádza na rad vyhodnotenie. Tu treba byť sebakritický a vedieť posúdiť, či bola práca úspešná, či sa hypotéza potvrdila a či sme odpovedali na výskumnú otázku. Ak študenti pracovali s hypotézou, kde používali konkrétne čísla, stalo sa, že študenti svoju hypotézu považovali za nepotvrdenú, no išlo vlastne iba o rozdiel vo vzdialenosti (napríklad 2 cm), nie v tom, že by sa pri póloch teleso pritiaholo z menšej vzdialenosti než pri strede magnetu. Čiže principiálne bola ich hypotéza správna, ale kvôli konkrétnym údajom vystupujúcim v nej nepresná. Ďalej treba vedieť zhodnotiť svoje chyby počas merania. Študenti by mali vedieť zhodnotiť, či nejaké chyby nastali, čo sa udialo a navrhnúť, ako by sa to dalo robiť presnejšie. Pri mladších študentoch je chvályhodné aj to, keď opíšu svoju nepozornosť, no tento krok má rozvíjať neskoršiu schopnosť vedieť identifikovať systematické chyby, odchýlky, chyby prístrojov, a tak ďalej. Na konci pracovného listu je návrh na lepšie a presnejšie meranie. Ak študenti robili nejakú chybu, ktorá sa dá odstrániť, je dobré ju už v budúcnosti neopakovať. Ak bola ale chyba napríklad

len v tom, že mali meradlo s malou presnosťou, čo vlastne nebola pochybenie študentov, je dobré o tejto chybe uvažovať, nemusí však ovplyvniť ich ďalšiu prácu.

Na zhrnutie práce so študentmi počas tejto aktivity by sme chceli vypichnúť, že sa im práca v skupinách páčila, boli šikovní, vedeli sa orientovať v pracovnom liste a vedeli pracovať samostatne iba s menšou pomocou vyučujúceho, ale hlavne dospeli k záveru a pekne sa im podarilo pozorovať fyzikálny jav.

Úlohu *Camera obscura* sme tiež vyskúšali počas vyučovania. Študenti boli vo veku 14 - 15 rokov. Keďže išlo o študentov, ktorí ešte nie sú stredoškóoláci, nerobili sme s nimi úlohu v celom rozsahu. Študenti doma vyrobili komory, zozbierali informácie o princípe ich fungovania, napísali prácu na 500 slov a komory spolu s prácami doniesli na vyučovanie.

Túto úlohu sme do vyučovania zaradili po prebratí vlastností svetla pred celok o geometrickej optike. Na jej vypracovanie sme študentom nechali 2 týždne, nakoľko bolo treba samotnú dierkovú komoru vyrobiť a tiež napísať o nej prácu. Práca bola zadaná v rozsahu 450 - 500 slov, kde mali študenti opísať postup výroby svojej komory aj so všetkými pomôckami, ktoré pri výrobe využili a princíp jej fungovania. Komory mohli vyrábať spoločne v pároch alebo samostatne, no prácu odovzdal každý samostatne za seba.

Študenti sú v práci na internete zruční. Nemali žiaden problém vyhľadať si návody na výrobu zariadenia, ani získať informácie o jej fungovaní. Niektorí študenti vyrobili komoru so „zaostraním“, niektorí študenti iba obyčajnú komoru s fixnou vzdialenosťou medzi dierkou a tienidlom.

Opísali postup svojej práce a vypísali potrebný materiál, jednak ten, ktorý sa použil a spotreboval pri výrobe a jednak ten, ktorý sa využil len ako pomôcka pri práci, napríklad nožnice. Pekne vedeli opísať aj princíp fungovania dierkovej komory, na vysvetlenie ktorého použili názorný obrázok.

Túto úlohu sme poňali skôr teoreticky, poprípade študenti rozvíjali svoje manuálne zručnosti, avšak spôsobilosti vedeckej práce v nej primárne nevystupujú. Sú však v pozadí, pri výrobe zariadenia, kde je potrebné opísať postup. Obdobný postup sa využíva aj pri plánovaní experimentu. Tento postup bol však zjednodušený, pretože nebolo treba sledovať premenné, ani uvažovať o overení hypotézy. Študenti sa ale trénovali v dodržaní správnej následnosti jednotlivých krokov aj v tom, aby žiaden krok nevynechali.

Ďalšou spôsobilosťou, ktorá bola pri tejto úlohe prítomná, je spôsobilosť tvoriť závery a zovšeobecnenia. Úlohou študentov nebolo z nameraných alebo experimentálne získaných údajov sformulovať záver, no zistiť údaje o fungovaní zariadenia a vytvoriť z nich ucelenú myšlienku, ktorú prezentovali. Tiež išlo o pospájanie si informácií a ich zovšeobecnenie do záveru.

Touto aktivitou sme chceli odskúšať, či sú študenti schopní doma samostatne pracovať a dospieť k relevantným pozorovaniam, hoci išlo iba o pozorovania získané z internetu, prípadne encyklopédií alebo inej literatúry. Študenti zvládli aj spísať svoj postup a

informácie, ktoré o zariadení zistili, do formy vhodnej na prezentovanie. Počas tejto aktivity študenti pracovali s literatúrou a učili sa aj správne zaznamenávať použité zdroje.

Na konci úlohy sme mali zariadenia, *dierkové komory*, ktoré študenti doma samostatne vyrobili. Oboznámili sa s ich fungovaním a vedeli prezentovať princíp ich fungovania aj so samotným zariadením pred spolužiakmi v triede.

## **Hodnotenie spôsobilostí vedeckej práce**

V tejto podkapitole sme sa zamerali na podrobné spracovanie hodnotenia jednotlivých SVP aj s konkrétnymi príkladmi odpovedí. Tak, ako pri vyhodnocovaní úrovni SVP počas testovania, aj tu sme sa opierali o filozofiu MYP (IBO, 2014 - Science Guide).

Čím je študent vo vyššom ročníku, tým by mal byť na vyššej úrovni SVP. Keďže sú študenti v 1. ročníku gymnázií vlastne nováčikovia na škole a v jednej triede sa stretnú ľudia z viacerých škôl a rozličného prostredie, v ktorom boli vyučovaní, nemali by sme od nich vyžadovať najvyššiu úroveň. Na konci druhého a vyšších ročníkov by však mali byť schopní dosiahnuť aj túto úroveň.

## **Ďalšie úlohy**

V tejto kapitole sme sa venovali úlohám, ktoré sú síce inšpirované súťažou TMF, no nejde o konkrétne úlohy z nej. V úlohách je kladený dôraz na SVP a zručnosti potrebné na ich riešenie sú v súťaži vítané a očakávané.

Úlohu *Školské ihrisko* riešili študenti vo veku 11 - 12 rokov počas jednej vyučovacej hodiny. Merali šírku školského ihriska dvomi metódami. Jednou bolo odkrokovanie a druhou použitie dĺžkového meradla. Úlohou študentov bolo prejsť ihrisko z kroka na krok a spočítať koľko ich stôp sa na šírku ihriska zmestí. Potom svoje meranie potvrdili využitím dĺžkového meradla. Cieľom úlohy však bolo zistiť, ktorá metóda - metóda merania pomocou stôp alebo metóda merania v centimetroch - je presnejšia. Dĺžku v stopách premenili na centimetre, aby boli údaje porovnateľné. V súťaži TMF je dôležitý výber správneho meracieho prístroja, meranie s čo najmenšou odchýlkou a uvedomenie si chýb, ktoré môžu počas merania vzniknúť.

*Jednoduchý merací prístroj* zostrojili študenti vo veku 13 - 14 rokov. Vyrábali jednoduchý silomer. Pracovali v skupinách po 3 - 4 študentoch. K dispozícii mali pružinu a závažia známej hmotnosti. Postupne vešali závažia na pružinu a sledovali jej predĺženie. Merania si zaznamenávali a nakoniec vytvorili stupnicu silomeru. Ich úlohou bolo tiež zistiť silu, akou je náhodne zvolený predmet priťahovaný k zemi. Tým vlastne overili funkčnosť svojho vyrobeného prístroja. Cieľom tejto úlohy bolo to, aby si študenti uvedomili, že aj keď nemajú k dispozícii meracie prístroje, často sa dá vyrobiť improvizovaný merací prístroj, ktorý pri meraní pomôže. Samozrejme, takto vyrobený merací prístroj nie je veľmi presný, no ako vzor postačujúci. Bola to aktivita, pri ktorej študenti zistili, že výroba vlastného meracieho prístroja nie je vôbec náročná a netreba sa toho báť.

Úlohy o *naklonenej úrovne* sa v súťaži TMF objavili viackrát - z časti naplnená kotúľajúca sa plechovka alebo magnet. No my sme do vyučovania zaradili všeobecnú úlohu o naklonenej rovine. Pri úlohách zo súťaže ide o to, že kvapalina sa kotúľa vnútom plechovky a zvonku vidieť nerovnomerný pohyb. Na kotúľajúci sa magnet pôsobí magnetické pole Zeme, ktoré ho vychýľuje a magnet sa nekotúľa rovno, ale bočí. Nami upravenú úlohu riešili študenti vo veku 15 - 16 rokov počas 2 vyučovacích hodín v rámci laboratórnej práce a boli rozdelení do skupín po 3 - 4 študentoch. Úlohu sme poňali úplne jednoducho a študenti skúmali pohyb guľôčky, nie naplnenej plechovky a ani magnetu. V úlohe však bol kladený dôraz na SVP, hoci nešlo o samotnú úlohu z turnaja. Cieľom úlohy bolo pracovať vedeckým spôsobom, skúmať pohyb na naklonenej rovine. Hoci nešlo o konkrétnu úlohu zo súťaže TMF, riešením tejto úlohy študenti nadobúdali zručnosti, ktorú sú potrebné v súťaži.

Síce boli úlohy, ktoré sme študentom zadali, jednoduchšie a pre vekovú kategóriu, v ktorej sa študenti nachádzali, vhodnejšie, no pri ich riešení študenti využívali spôsobilosti vedeckej práce, ako by robili pri riešení zložitejších úloh z TMF.

## **Záver**

V štátnom vzdelávacom programe je kladený dôraz na rozvoj spôsobilostí vedeckej práce, no kvôli nízkej časovej dotácii začlenenie laboratórnych úloh, ktoré zahŕňajú všetky tieto spôsobilosti, je obtiažne a pre učiteľa často z hľadiska prípravy časovo náročné. Preto sme vypracovali niekoľko aktivít, ktoré využitie týchto spôsobilostí obsahujú. Vytvorili sme listy pre učiteľa s podrobným opisom aktivity, aby mal čo najmenšiu námahu s prípravou. Naším hlavným cieľom bolo využiť niekoľko úloh zo súťaže Turnaj mladých fyzikov v zjednodušenej forme počas vyučovania na školách. Tento cieľ sme rozdelili na niekoľko čiastkových cieľov.

Prvý cieľ, zistiť aký dopad má TMF a FO na voľbu kariéry študentov, považujeme za splnený. Venovali sme sa mu na začiatku práce, kde sme ukázali, že približne 75 % najlepších súťažiacich pracovalo alebo pracuje vo vede. Na zistenie tejto skutočnosti sme pracovali s vedeckými databázami (Web of Science a Scopus). Za prácu vo vede sme považovali to, ak bývalý riešiteľ TMF alebo FO publikoval a v týchto databázach sa jeho meno nachádza.

Ďalším cieľom bolo analyzovať, či sa v úlohách z TMF nachádza potenciál na rozvoj SVP. Pri posúdení SVP v úlohách sme sa opierali o prácu K. Žoldošovej. Zistili sme, že úlohy z TMF sú vedeckými problémami, preto v sebe majú potenciál na rozvoj SVP.

K cieľu zistiť úroveň SVP riešiteľov TMF a FO a študentov, ktorí neriešia TMF ani FO, sme sa postavili cez testovanie, ktoré sme realizovali na 3 školách a vyplynulo z neho, že riešitelia dosiahli vyššiu úroveň spôsobilostí, no nešlo o štatisticky významný rozdiel. Prizaraďovaní konkrétnej spôsobilosti vedeckej práce do prislúchajúcej úrovne sme sa opierali o MYP guide, kde sú tieto úrovne veľmi dobre spracované. V hypotéze H1 sme predpokladali, že riešitelia fyzikálnych súťaží disponujú vyššou úrovňou spôsobilostí vedeckej práce než študenti, ktorí sa týchto súťaží nezúčastňujú. Hypotézu sme

vyhodnocovali porovnaním priemernej úspešnosti jednotlivých spôsobilostí vedeckej práce u riešiteľov TMF a FO a neriešiteľov. Úspešnosť riešiteľov bola lepšia než neriešiteľov, nešlo však o štatisticky významný rozdiel. Avšak na najvyšších úrovniach škály pri spôsobilosti experimentovať sa nachádzalo o takmer 52 % viac riešiteľov oproti neriešiteľom a išlo o štatisticky významný rozdiel v počte. Zvyšné dve spôsobilosti vedeckej práce - formulovať hypotézy a tvoriť závery a zovšeobecnenia síce percentuálne vyšli na vyššej úrovni, no nebol to štatisticky významný rozdiel, preto výsledkom testovania je, že sú tieto 2 spôsobilosti rozvinuté narovnako. Súťaže TMF a FO však rozvíjajú schopnosť plánovať experiment. Medzi 3 testovanými spôsobilosťami sa hypotéza potvrdila len pri jednej. V hypotéze H11 sme predpokladali, že riešitelia fyzikálnych súťaží disponujú vyššou úrovňou spôsobilostí vedeckej práce než najlepšie hodnotení študenti. Na jej vyhodnotenie sme porovnali riešiteľov TMF a FO a jednotkárov z fyziky v testovaných triedach. Úspešnosť nebola však štatisticky významne rozdielna. Riešitelia a jednotkári majú rovnako rozvinuté spôsobilosti vedeckej práce. Medzi riešiteľmi sa však nachádzali aj študenti, ktorí nie sú jednotkármi. Nami stanovenú hypotézu zamietame. Bolo by však zaujímavé urobiť testovanie pre jednotkárov, kde by sa porovнала úroveň riešiteľov oproti neriešiteľom. Mohli by sme urobiť porovnanie aj dvojkárov riešiteľov oproti dvojkárom neriešiteľom a popřípade aj porovnať úroveň trojkárov riešiteľov oproti trojkárom neriešiteľom. Z našej testovanej vzorky študentov sa takéto vyhodnotenie, žiaľ, nedalo uskutočniť.

Ďalšiemu cieľu, vybrať vhodné úlohy a zjednodušiť ich, aby mohli byť použité počas vyučovania, sme venovali ďalšiu časť práce, v ktorej sme opísali úlohy z TMF vo viacerých druhoch aktivít použiteľných počas vyučovania. Medzi týmito druhmi sa dajú nájsť aktivity ako vyučovacia sekvencia na 4 vyučovacie hodiny s domácou prípravou (úloha Duchovia), laboratórna práca (úlohy Kruh svetla a Magnetická sila) alebo domáci projekt (úlohy Camera obscura a Chladnička z hrncov). Úlohy sme vyberali tak, aby neboli náročné na pomôcky a dali sa zrealizovať iba študentmi ako domáci projekt bez výraznej asistencie učiteľa. Úlohy, ktoré sme spracovali ako aktivitu na laboratórnu prácu, sme vybrali tak, aby neboli časovo náročné a aby po niekoľkých meraniach bolo vidieť princíp pozorovaného javu.

Cieľ nadväzujúci na ten predchádzajúci, napísať k vybraným úlohám metodické materiály, ktoré pomôžu učiteľom viesť a usmerňovať študentov pri vypracovávaní úloh, sme naplnili taktiež v tej istej kapitole. Ako pomôcku na zaradenie úloh z TMF do vyučovania sme pripravili metodické listy a listy pre učiteľa pre každú aktivitu. K aktivitám, ktorým to umožňovala ich podstata, sme pripravili pracovné listy pre študentov. Splnenie cieľa, vyskúšať aspoň jednu úlohu vo vyučovaní, sme opísali v nasledujúcej kapitole. Mali sme možnosť odskúšať 2 nami vypracované aktivity a stretli sme sa s úspechom a nadšením študentov.

Posledný čiastkový cieľ, zistiť, či je možné tieto úlohy do vyučovania začleniť, podľa našich skúseností považujeme za splnený. V hypotéze H2 sme predpokladali, že začlenenie úloh z TMF do vyučovacieho procesu fyziky je realizovateľné aj za súčasnej časovej dotácie. Hypotézu sme overovali zaradením nami pripravených aktivít do vyučovania.



Vyučovacie hodiny, ktoré boli vyhradené na experimentovanie pri preberanom tematickom celku, sme využili na vypracovanie nami pripravenej laboratórnej práce. Študenti ju úspešne vypracovali. Hoci disponujeme malou časovou dotácia hodín fyziky, pri správnom naplánovaní vyučovacieho procesu, sa zjednodušené úlohy zo súťaže Turnaj mladých fyzikov dajú začleniť do vyučovania. Nechceme nahradiť vyčlenené hodiny a vynechať pôvodné učivo, ale zmeniť priebeh týchto hodín tým, že bude klásť väčší dôraz na aktívnu prácu študentov, a teda aj na spôsobilosti vedeckej práce. Bolo by však oveľa prínosnejšie mať k dispozícii viac hodín fyziky a pracovať tak na rozvoji SVP postupne a systematicky od nižších ročníkov až po maturitný, nielen okrajovo. S momentálnou časovou dotáciou je zmysluplné začlenenie úloh z TMF do vyučovania možné, ale veľmi obtiažne. Hypotézu preto považujeme za potvrdenú.

Prínos práce do didaktiky fyziky vidíme v pripravených aktivitách rôznych druhov, ktorými možno rozvíjať spôsobilosti vedeckej práce. Pripravené aktivity môžu byť počas vyučovania použité ako vyučovacia sekvencia počas 4 vyučovacích hodín, ako laboratórna práca alebo ako domáci projekt. Prínosom je aj vypracované hodnotenie jednotlivých spôsobilostí vedeckej práce s konkrétnymi príkladmi úrovni.

## **Summary**

The presented dissertation thesis is focused on the science process skills in the competition Young Physicists' Tournament and their possible implementation into the teaching process. The first step was to explore and understand the concept of the science process skills and to compare their occurrence in the goals of physics education. The National Curriculum places emphasis on the development of the science process skills. Developing these skills is a long and not very simple process. It is necessary to systematically work on it and lead the students to work independently and actively, that is similar to the work of the scientist. Problems from the competition Young Physicists' Tournament have the potential to develop the science process skills, they are the problems of scientific and technical practice, interesting and often come from everyday life situations. These problems, however, are demanding and mostly beyond the goal requirements for a final exam from physics at high school. In this dissertation thesis, we discuss several possibilities of assigning problems from the competition of Young Physicists' Tournament. The original problems from the competition are presented in a simplified form, which means that the task does not need to be solved in depth and completely independently, but students use worksheets for guidance and help. Since the tasks are inspired by the competition of Young Physicists' Tournament, their conclusion could be in the form of Physics Fights, which is the main characteristic of the competition. This thesis also contains methodological sheets and sheets for the teacher, which will help the teacher to correctly integrate the activity into the thematic unit. They will help him/her understand the main idea of activity and outline how to direct students. Two activities were tested during the education when the students worked on the worksheet and came to the expected conclusion. The thesis also includes an assessment of the science process skills with specific examples of student answers.

## Zoznam použitej literatúry

A IYPT (Archive International Young Physicists' Tournament) [online]. [cit. 27-03-2014]. Dostupné na: [archive.iypt.org/people](http://archive.iypt.org/people)

A IYPT (Archive International Young Physicists' Tournament - problems) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [archive.iypt.org/problems](http://archive.iypt.org/problems)

A TMF (Archív Turnaja mladých fyzikov) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [tmfsr.sk/sk/archiv/13](http://tmfsr.sk/sk/archiv/13)

ALLINSON, A., 2014. Inquiry-based science education and the International Young Physicists' Tournament. In: *IYPT Magazine* [online]. Vol. 01, 2014. pp. 4 - 9. [cit. 12-05-2017]. Dostupné na: [goo.gl/fjRM12](http://goo.gl/fjRM12)

BAZSO, A., URBAŠÍKOVÁ, M., [2016]. Aktivity modelujúce vedeckú prácu v rámci témy odraz a rozptyl svetla. In: *Tvorivý učiteľ fyziky IX*. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2016. [v tlači].

BEN.NETT, J., 2003. *Teaching and learning science. A guide to Recent Research and its Applications*. New York: Continuum, 2003. 1. vydanie. ISBN 0-8264-6527-7.

BLAŠKO, M., 2013. *Kvalita v systéme modernej výučby*. Košice: Katedra inžinierskej pedagogiky Technickej univerzity, 2013. 1. vydanie. ISBN 978-80-553-1281-1.

BOŠKO, L. 2009. *Archive International Young Physicists' Tournament - solutions* [online]. [cit. 24-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/do10Zo](http://goo.gl/do10Zo)

CK TMF (Celoštátna komisia Turnaja mladých fyzikov), 2010. *Organizačný poriadok Turnaja mladých fyzikov* [online]. Bratislava: CK TMF, 2010. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/HpCaAX](http://goo.gl/HpCaAX)

DEMKANIN, P., HOLÁ, K., KOUBEK, V., 2006. *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2006. 140 s. ISBN 80- 89186-10-6. Dostupné na: [goo.gl/K4ygxw](http://goo.gl/K4ygxw)

ESTABLISH (European Science and Technology in Action Building Links with Industry, Schools and Home) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [www.establish-fp7.eu](http://www.establish-fp7.eu)

FKS (Fyzikálny korešpondenčný seminár), [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [fks.sk](http://fks.sk)

FO (Fyzikálna olympiáda) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [fo.uniza.sk](http://fo.uniza.sk)

FTÁČNIK, M., 2009. *Turnaj mladých fyzikov - Úvodné sústreďenie* [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/TPPAse](http://goo.gl/TPPAse)

HARLEN, W., 1999. Purposes and Procedures for Assessing Science Process Skills. In: *Assessment in Education: Principles, Policy, Practice*. Vol. 6, 1999, No. 1, pp. 129 – 145.

HARLEN, W., 2006. *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12*. London: SAGE, 2006. 264 s. ISBN 978-1-4129-0872-6.

HELD, L. et al., 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania: IBSE v slovenskom kontexte*. Trnava: Pedagogická fakulta Trnavskej Univerzity v Trnave, 2011. 138 s. ISBN 978-80-8082-486-0.

HORVÁTHOVÁ, M., 2015. *Kontextuálny prístup k vyučovaniu fyziky* [dizertačná práca]. Bratislava: FMFI UK, 2015. 171 s.

CHALUPKOVÁ, S. 2011. *Využitie vedomostí žiakov získaných mimo školy v školskom vyučovaní fyziky*. Bratislava: KEC FMFI UK, 2011. 111 s. ISBN: 978-80-89186-88-4.

IBO (International Baccalaureate Organization), 2014. International Baccalaureate Diploma Programme *Physics guide*. Geneva, Switzerland: International Baccalaureate Organization, 2014. 158 s.

IBO (International Baccalaureate Organization), 2014. International Baccalaureate Middle Years Programme *Science guide*. Geneva, Switzerland: International Baccalaureate Organization, 2014. 53 s.

IPhO (International Physics Olympiad) [online]. [cit. 27-03-2014]. Dostupné na: [ipho.phy.ntnu.edu.tw](http://ipho.phy.ntnu.edu.tw)

IUVENTA (Slovenský inštitút mládeže) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [iuventa.sk](http://iuventa.sk)

IYPT (International Young Physicists' Tournament) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [iypt.org](http://iypt.org)

KLUIBER, Z., 1996. Turnaj mladých fyziků. In *Knihovnička fyzikální olympiády č.25*. Hradec Králové: ASTRA, 1996. ISBN 80-7401-805-2.

KOUBEK, V. et al., 2011. *Žiacke spôsobilosti vo vyučovaní fyziky na gymnáziu – hodnotenie a klasifikácia*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011. 134 s. ISBN 978-80-7165-861-0.

LAPITKOVÁ, V., et al., 2008. Reformné kroky vo vyučovaní fyziky na základnej škole a gymnáziu. In: *Pedagogické spektrum*. Roč. 17, č. 2 (2008), s. 38-56. ISSN 1335-5589.

LAPITKOVÁ, V., et. al., 2011. *Hodnotenie žiackych výkonov v reformovaných prírodovedných programoch základnej školy*. Prešov: Vydavateľstvo Michala Vaška, 2011. 121s. ISBN 978-80-7165-862-7.

LIŠKOVÁ, M., 2012. Rozvoj kľúčových kompetencií žiakov nižšieho sekundárneho vzdelávania v oblasti starostlivosti o zdravie. In: *Prírodovedné vzdelávanie formou projektového vyučovania*. Nitra: FPV UKF, 2012. ISBN 978-80-558-0149-0.

NAKWON CHOI, 2009. *Archive International Young Physicists' Tournament - solutions* [online]. [cit. 24-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/aT1MrW](http://goo.gl/aT1MrW)

OK TMF (Odborná komisia Turnaja mladých fyzikov), 2014. *Propozície k organizačnému poriadku predmetovej súťaže Turnaj mladých fyzikov pre 22. ročník, školský rok 2013/ 2014* [online]. Bratislava: OK TMF, 2014. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/2mQPrT](http://goo.gl/2mQPrT)

OK TMF (Odborná komisia Turnaja mladých fyzikov), 2009. *Úlohy pre 17. ročník TMF* [online]. Bratislava: OK TMF, 2009. Dostupné na: [goo.gl/C4zoWS](http://goo.gl/C4zoWS)

PIKOFYZ [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [pikofyz.sk](http://pikofyz.sk)

PISA (The Programme for International Student Assessment), 2017. *PISA 2015 Results* [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [www.oecd.org/pisa](http://www.oecd.org/pisa)

PIŠÚT, J. 2012. Vzdelávacie cesty špičkových vedcov na Slovensku. In: *Československý časopis pro fyziku*. ISSN 0009-0700. Sv. 62. č. 5-6 (2012). s. 472-476

SK FO (Slovenská komisia Fyzikálnej olympiáda), 2010. *Organizačný poriadok* [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/Bi4vpb](http://goo.gl/Bi4vpb)

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2009. *Štátny vzdelávací program: Fyzika – príloha ISCED 3A* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2009. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/Uy0aWo](http://goo.gl/Uy0aWo)

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2012. *Inovatívne prístupy vo vzdelávaní prírodovedných predmetov* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2012. [cit. 20-02-2014]. Dostupné na: [goo.gl/AesKAS](http://goo.gl/AesKAS)

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014. *Inovovaný štátny vzdelávací program pre 2. stupeň základných škôl: Fyzika* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2014. [cit. 27-05-2017]. Dostupné na: [goo.gl/ovnvKJ](http://goo.gl/ovnvKJ)

ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav), 2014. *Inovovaný štátny vzdelávací program pre gymnáziá so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom: Fyzika* [online]. Bratislava: ŠPÚ, 2014. [cit. 27-05-2017]. Dostupné na: [goo.gl/soql0e](http://goo.gl/soql0e)

TMF (Turnaj mladých fyzikov) [online]. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [tmfsr.sk](http://tmfsr.sk)

URBAŠÍKOVÁ, M., 2016. The Impact of a Development of Ability to Science Process Skills on Choice of Career in Science. In: *DIDFYZ 2014 - Vymedzenie obsahu školskej fyziky*. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, 2016, s. 337-340. ISBN 978-80-558-1080-5.

ŽOLDOŠOVÁ, K. 2010. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania* [online]. Trnava. [cit. 15-04-2017]. Dostupné na: [goo.gl/W1wudg](http://goo.gl/W1wudg)

### **Zoznam publikačnej činnosti autora vo vzťahu s problematikou**

URBAŠÍKOVÁ, M., KUNDRACIK, F., 2014. Meranie metabolizmu kvasiniek. In: *Fyzikálne listy*, Roč. 19, č. 2 (2014), s. 9-11. ISSN 1337-7795. Spoluautorstvo: 50 %

URBAŠÍKOVÁ, M., 2016. The Impact of a Development of Ability to Science Process Skills on Choice of Career in Science. In: *DIDFYZ 2014 - Vymedzenie obsahu školskej fyziky*. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa, 2016, s. 337-340. ISBN 978-80-558-1080-5.

BAZSO, A., URBAŠÍKOVÁ, M., [2016]. Aktivity modelujúce vedeckú prácu v rámci témy odraz a rozptyl svetla. In: *Tvorivý učiteľ fyziky IX*. Bratislava: Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2016. [v tlači]. Spoluautorstvo: 50 %