

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky



ASPEKTY ROZVOJA KRITICKÉHO MYSLENIA VO VYUČOVANÍ FYZIKY

doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.

Mgr. Anna Trúsiková

PaedDr. Tünde Kiss

KNIŽNIČNÉ A EDIČNÉ CENTRUM FMFI UK

Bratislava, 2021

Monografia vznikla s podporou MŠVVaŠ SR, grantu VEGA 1/0396/18 Aspekty rozvoja kritického myslenia v prírodovednom vzdelávaní.

Autori:

doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.

Mgr. Anna Trúsiková

PaedDr. Tünde Kiss

Recenzenti:

doc. RNDr. Viera Lapitková, PhD.

doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

Vydalo: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, Bratislava, 2021

© PaedDr. Klára Velmovská, PhD., Mgr. Anna Trúsiková, PaedDr. Tünde Kiss

ISBN 978-80-8147-100-1

OBSAH

ÚVOD	5
1 KRITICKÉ MYSLENIE	7
1.1 Vymedzenie pojmu „kritické myslenie“	7
1.2 Kognitívne operácie a kritické myslenie	12
1.2.1 Kognitívne zručnosti kritického myslenia	13
1.2.2 Afektívne dispozície kritického myslenia	18
1.3 Vzdelávacie procesy podľa revidovanej Bloomovej taxonómie	18
1.4 Miskoncepce o kritickom myslení	20
2 VÝSKUMY ZAMERANÉ NA KRITICKÉ MYSLENIE.....	26
2.1 Výskumy zamerané na rozvoj kritického myslenia	26
2.2 Učitelia a kritické myslenie.....	29
2.3 Kritické myslenie versus vedomosti	30
3 INDIKÁTORY NA POSUDZOVANIE ÚROVNE KRITICKÉHO MYSLENIA ...	35
3.1 Charakteristika indikátorov na posudzovanie úrovne kritického myslenia.....	35
3.2 Príklady úloh na indikátory na posudzovanie úrovne kritického myslenia.....	37
4 MOŽNOSTI ROZVÍJANIA KRITICKÉHO MYSLENIA.....	42
4.1 Rozvíjanie kritického myslenia využitím filmových ukážok.....	42
4.2 Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pomocou stratégie EUR na vyučovaní fyziky	46
4.2.1 E – evokácia	47
4.2.2 U – uvedomenie.....	47
4.2.3 R – reflexia	47
4.2.4 Využitie stratégie EUR na vyučovaní fyziky	49
4.3 Rozvíjanie kritického myslenia metódou sokratovského rozhovoru a kladením otázok	50
4.3.1 Typy otázok pre aplikáciu sokratovského rozhovoru	53
4.3.2 Problémové situácie, pri ktorých je možné využiť metódu sokratovského rozhovoru	56
4.4 Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pri experimentálnej činnosti	58
4.4.1 Aktivita zameraná na zisťovanie závislosti odporu vodiča od jeho vlastností	59
4.4.2 Príklad indikátorov na posúdenie kritického myslenia pri vybranej aktivite.....	61
4.4.3 Zhrnutie aktivity	63
5 ARGUMENTÁCIA AKO SÚČASŤ KRITICKÉHO MYSLENIA	64
5.1 Vymedzenie pojmov	66
5.1.1 Argumentácia	66
5.1.2 Argument.....	68
5.2 Podpora rozvoja argumentačných schopností v oficiálnych dokumentoch	74
5.3 Výskumy týkajúce sa argumentácie.....	76

5.4 Argumentačný text	80
5.5 Skúmanie spôsobilosti argumentovať v školskej praxi	86
5.5.1 Analýza vybraného tematického celku z hľadiska uplatnenia argumentácie	87
5.5.2 Testovanie výkonov žiakov v spôsobilosti argumentovať	90
ZÁVER.....	97
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	99
PRÍLOHY	112
Príloha A: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 1. časť ..	113
Príloha B: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 2. časť...	115
Príloha C: Pracovný list 1: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. dĺžka.	117
Príloha D: Pracovný list 2: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. prierez.....	119
Príloha E: Pracovný list 3: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. materiál.	121
Príloha F: Test pozostávajúci z úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie argumentácie	123

ÚVOD

Kritické myslenie má ako všeobecná kompetencia využiteľnosť v rôznych profesiách a oblastiach života. Patrí k nevyhnutnej výbave človeka žijúceho v 21. storočí. Organizácia OECD (The Organization for Economic Cooperation and Development) zdôrazňuje, že už dnes môžu školy pripraviť žiakov na technológie, ktoré ešte nie sú vymyslené, či pripraviť ich riešiť problémy, nad ktorými zatiaľ nikto neuvažuje (OECD, 2018, s. 2). Už dnes si však stále väčšie množstvo povolání vyžaduje uplatňovanie vedeckých princípov a vo väčšine profesií je dôležitá schopnosť riešiť problémy alebo rozhodovať sa. Práve kritické myslenie môže pomôcť v tom, aby človek zhodnotil dostupné informácie a zdroje odkiaľ pochádzajú, zvážil viaceré alternatívy, či uhly pohľadu, a potom problém vyriešil alebo sa správne rozhodol.

V Štátnych vzdelávacích programoch (ŠPÚ, 2015a, 2015b) sú charakterizované všeobecné ciele výchovy a vzdelávania. Nachádzame tam aj nasledovné: „rozvíjať u žiakov funkčnú gramotnosť a kritické myslenie“ (ŠPÚ, 2015a, s. 4) alebo „viesť žiakov ku kritickému mysleniu s uplatnením mnohostranného pohľadu pri riešení úloh“ (ŠPÚ, 2015b, s. 4). Po skončení základnej školy by mal žiak disponovať rôznymi kompetenciami, okrem iného „vyhľadá a využije viaceré informácie a možnosti pri plánovaní úloh a riešení problémov s uplatnením zásad kritického myslenia“ (ŠPÚ, 2015a, s. 5). Kompetencie následne rozvíja v ďalšom vzdelávaní a podľa Štátneho vzdelávacieho programu vie absolvent gymnázia „vyhodnotiť a zaujať kritický postoj k informáciám, vrátane masmediálnych informácií“ (ŠPÚ, 2015b, s. 5). Môžeme si teda všimnúť, že Štátne vzdelávacie programy deklarujú požiadavku na rozvoj kritického myslenia žiakov.

Za nepriame zisťovanie úrovne kritického myslenia žiakov môžeme považovať testovanie PISA, ktoré netestuje vedomosti žiakov na úrovni zapamätania, ale zisťuje ako žiaci dokážu vedomosti aplikovať pri riešení problémov, kriticky a logicky myslieť, pracovať s informáciami... (Miklovičová, Valovič, 2019, s. 6) Výsledky našich žiakov v tomto testovaní preukazujú klesajúci trend (Miklovičová, Valovič, 2019).

Učitelia sú na vyučovaní postavení pred neľahkú úlohu, kedy majú zo žiaka vychovať kriticky mysliaceho človeka. Ideál takého človeka charakterizovali odborníci z Americkej filozofickej asociácie v správe známej pod názvom „The Delphi Report“ (Facione, 1990) a domnievame sa, že je vhodné, aby boli učitelia oznámení s ich zisteniami.

Použitím rôznych východísk sme stanovili indikátory hodnotenia kritického myslenia vo vyučovaní fyziky, ktoré ilustrujeme na konkrétnych príkladoch z učebníc fyziky pre základné

školy (Lapitková et al., 2010, 2012a, 2012b, 2015a). V prevažnej miere ide o postupy súvisiace s empirickým modelom poznávania a s ním súvisiacou grafickou metódou zobrazovania.

Facione (1990, s. 4) a Kosturková (2016, s. 37) sa zhodujú v názore, že kritické myslenie sa dá rozvíjať na každom vyučovacom predmete, teda i na hodinách fyziky. Vychádzajúc z výskumov zameraných na kritické myslenie učiteľov, na vzťah medzi kritickým myslením a vedomosťami a na rozvoj kritického myslenia, uvádzame niekoľko možností rozvoja kritického myslenia, ktoré môžu byť použité vo vyučovaní fyziky. Konkrétne sa venujeme možnostiam jeho rozvoja pomocou filmových ukážok, využitím stratégie EUR, metódou sokratovského rozhovoru a kladením otázok a tiež pomocou experimentálnej činnosti.

Žiak uplatňuje v rámci experimentálnej činnosti princípy vedeckej práce, ktorá mu, okrem iného, môže poskytnúť praktické skúsenosti s využívaním dôkazov pri rozhodovaní. Nie je dôležitá iba schopnosť získať informácie, ale aj schopnosť analyzovať ich, posúdiť a stanoviť podložené závery. Pri predkladaní dôkazov, ktoré tvrdenia podporia alebo poprú, využíva žiak argumentáciu. Túto zložku kritického myslenia uplatňuje aj pri predpovediach, vyslovovaní hypotéz alebo pri vysvetľovaní rôznych javov a dejov.

Súhlasíme s názorom, že kritické myslenie je činnosť, ktorá sa rozvíja praktickým uplatňovaním (Gavora, 1995, s. 7) a teda aj schopnosť argumentovať, sa rozvíja tým, že ju žiak používa pri riešení problémov. V poslednej časti publikácie sa preto venujeme tejto schopnosti – uvádzame viaceré definície pojmov argument a argumentácia, rôzne štruktúry argumentačného textu, ktoré ilustrujeme na príkladoch z fyziky. Na záver opisujeme prieskum, ktorý bol zameraný na úroveň argumentácie.

1 KRITICKÉ MYSLENIE

1.1 Vymedzenie pojmu „kritické myslenie“

Kritické myslenie nie je nový fenomén. Jeho korene siahajú približne 2500 rokov dozadu až ku Sokratovi, ktorý prostredníctvom otázok viedol svojich žiakov k poznávaniu. Za pôvodcu novodobej tradície kritického myslenia je považovaný John Dewey (1859 – 1952). Bol to americký filozof, predstaviteľ chicagskej školy pragmatizmu a predstaviteľ reformnej pedagogiky. Je považovaný za najvplyvnejšieho amerického sociálneho filozofa a pedagóga. Dewey bol presvedčený, že účasť na zmysluplných projektoch a učenie sa praktickou činnosťou, či pomocou riešenia problémov, uľahčuje získavanie a osvojovanie vedomostí a podporuje kritické myslenie. Tiež tvrdil, že kritické myslenie sa začína tam, kde sa začína žiakovo zapojenie do problému. Podľa neho práve problémy podnecujú žiakovu prirodzenú zvedavosť a podporujú kritické myslenie (Novack, 1960). Medzník v ponímaní kritického myslenia prišiel v roku 1962, kedy Ennis publikoval článok s názvom „Koncepcia kritického myslenia“ (Ennis, 1962), kde sa zameral skôr na výsledok kritického myslenia, ako na proces kritického myslenia.

Ponímanie kritického myslenia sa líši podľa zamerania odborníkov. V ďalšom sa pozrieme na chápanie kritického myslenia z pohľadu pedagógov a psychológov.

Lipman (1988, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) tvrdí, že kritické myslenie sa líši od nekritického myslenia v tom, že poskytuje len názory podoprené dôkazmi. Beyer (1987, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) odlišuje kritické myslenie od riešenia problému a od stratégie robenia rozhodnutí. McPeck (1990, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) charakterizuje kritické myslenie s ohľadom na prístup jedinca, ktorý nezávisle hľadá pravdu s cieľom nájsť záver. Zeidler et al. (1992, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) tvrdia, že pojem kritické myslenie je často používaný ako zastrešujúci pre riešenie problémov a všetky myšlienkové operácie. Paul (1993, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) definuje kritické myslenie ako spôsob myslenia zahrňujúci proces zavedenia intelektuálnych noriem k tomu, čo je prijímané. Ennis (1993, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) vidí kritické myslenie ako „správne zhodnotenie tvrdení“. Assaid (1995, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) definuje kritické myslenie s ohľadom na prepojenie príčin a dôsledkov, odvodzovanie, dedukovanie, zvažovanie dôvodov a na nestrannosť. Fisher a Scriven (1997, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) vidia pod kritickým myslením „šikovnú a aktívnu interpretáciu a hodnotenie pozorovaní a komunikácií, informácií a argumentácií.“ Al-Masree (2003, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) chápe kritické myslenie

ako precízny a presný objektívny výklad a zhodnotenie bez zaujatosti či predsudkov. Ghanem (2004, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) definuje kritické myslenie s ohľadom na schopnosť hodnotiť informácie a overovať názory. Kong (2005, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) píše, že kritické myslenie je „... duševný proces s cieľom osvetliť a tiež zhodnotiť činy a činnosti, s ktorými sa možno v živote stretnúť.“ Willingham (2008, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) poníma kritické myslenie ako proces, pri ktorom by jedinec mal „vidieť problém z viacerých aspektov, byť otvorený novým dôkazom, ktoré vyvracajú naše myšlienky, vecne uvažovať, požadovať, aby tvrdenia boli podporené dôkazmi, dedukovať a odvodzovať závery z dostupných faktov a riešiť problémy...“ Facione (2009, podľa Alosaimi et al., 2014, s. 31) si uvedomuje, že kritické myslenie „... dáva dobre zdôvodnené stanovisko k dôkazom, súvislostiam, konceptualizáciám, metódam a kritériám.“ V neskôr vydannej publikácii Facione (2011, s. 22) hovorí o kritickom myslení ako o „účelnom, rozvážnom rozhodovaní, ktoré sa prejavuje v logickej úvahe o dôkazoch, kontexte, metódach, štandardoch, a konceptualizácii prijatia toho, v čo veriť a čo robiť.“

Paul a Elder (2005, s. 7) definujú vo svojej príručke kritické myslenie nasledovne: „Kritické myslenie je proces analýzy a hodnotenia myslenia s cieľom zlepšiť ho. Kritické myslenie predpokladá znalosť najzákladnejších štruktúr v myslení (prvky myslenia) a najzákladnejšie intelektuálne štandardy pre myslenie (univerzálne intelektuálne štandardy). Kľúčom k tvorivej stránke kritického myslenia (skutočne zlepšujúcemu mysliu) je reštrukturalizácia myslenia ako výsledok analýzy a jeho efektívneho hodnotenia.“ Neskôr (Paul, Elder, 2009, s. 2) kritické myslenie považujú za „umenie analýzy a hodnotenia myslenia s cieľom zlepšiť ho.“

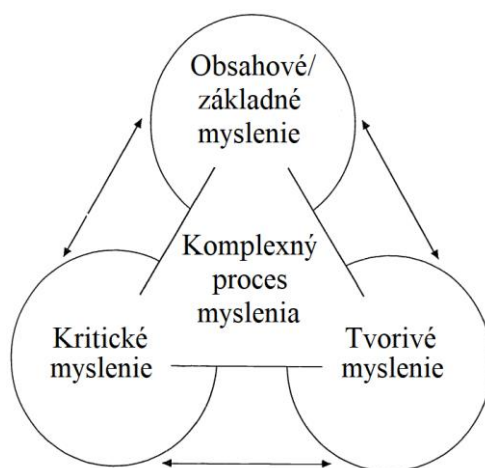
Stručné vymedzenie obsahu pojmu kritické myslenie možno nájsť napríklad aj v príspevku Johnsona (1985, s. 150), ktorý ho vníma ako „špecifický druh mentálnej aktivity umožňujúcej individuálne prijať rozumné rozhodnutie k tomu, čo robiť a v čo veriť.“ O`Hanlon (1988, s. 45) pod schopnosťou kriticky myslieť rozumie súbor zručností, ktoré obsahujú analytické, deduktívne a hodnotiace schopnosti jedinca.

Iný pohľad na problematiku kritického myslenia uvádza Halpern (1997, s. 15). Kritické myslenie definuje ako „použitie tých kognitívnych zručností alebo stratégií, ktoré zvyšujú pravdepodobnosť želaného výsledku. Tento termín je používaný na opis myslenia, ktoré je zámerné, odôvodnené a cielené.“

Na základe uvedených definícií teda môžeme vidieť, že pri pamäťovom učení žiak neuplatňuje kritické myslenie. Je to v súlade s názorom Kloostera (2000, s. 8). Ten ďalej tvrdí,

že porozumenie zložitým myšlienkam je nevyhnutná prípravná aktivita pre kritické myslenie. Tiež uvádza, že tvorivé alebo intuitívne myslenie nemožno považovať za kritické.

Odborníci z Iowy zaradili kritické myslenie spolu s tvorivým myslením a obsahovým/základným myslením medzi oblasti myslenia, ktoré podporujú a spolupôsobia s komplexným procesom myslenia. Navrhli *Integrovaný model myslenia*, ktorý je znázornený na obrázku 1.1.



Obr. 1.1 Integrovaný model myslenia (Iowa Department of Education, 1989, s. 8)

Hovoria, že obsahové/základné myslenie predstavuje zručnosti, postoje a povahové vlastnosti, ktoré sú potrebné na osvojenie prijatých informácií a na ich vybavenie po tom, ako boli naučené. Pod pojmom prijaté informácie chápu základný akademický obsah, všeobecné vedomosti a „sedliacky rozum“. Podľa ich charakteristiky obsahové/základné myslenie teda zahŕňa procesy učenia sa a vybavenia si poznatku. Ďalej hovoria, že kritické a tvorivé myslenie sa odlišujú od obsahového/základného myslenia v tom, že informácie spracovávajú a transformujú. Kritické myslenie zmysluplným spôsobom reorganizuje vedomosti osvojené prostredníctvom základného myslenia. Tvorivé myslenie následne ide ešte ďalej a použije prijaté a reorganizované vedomosti na vytvorenie nových. Komplexné myslenie charakterizujú ako viackrokové, strategické procesy, ktoré sú orientované na cieľ. Zaradujú medzi ne navrhovanie, rozhodovanie sa a riešenie problémov. Ďalej hovoria, že medzi jednotlivými oblasťami neexistujú absolútne hranice a oblasti sa navzájom ovplyvňujú. Keď človek myslí kriticky alebo tvorivo, často využíva obsahové/základné myslenie, aby si spomenul na príslušné informácie. Keď sa učí nejaký obsah, často je to posilnené tým, že o ňom kriticky alebo tvorivo uvažuje. Komplexný proces myslenia využíva všetky tri druhy myslenia – učenie sa a vybavenie si poznatkov, reorganizovanie a ide ešte ďalej za prijaté vedomosti (Iowa Department of Education, 1989, s. 7 – 9).

Odborníci ďalej rozdelili oblasť kritického myslenia na tri podkategórie. Každá z nich reorganizuje vedomosti svojim charakteristickým spôsobom. Uvádzajú nasledovné (Iowa Department of Education, 1989, s. 18):

- analýza, definovaná ako rozdelenie celku na zmysluplné časti a pochopenie vzájomných vzťahov. Zahŕňa: rozpoznanie vzorov, klasifikáciu, identifikáciu predpokladov a hlavných myšlienok, nájdenie postupností;
- spájanie, definované ako budovanie vzťahov v rámci a medzi systémami. Je rozdelené na: porovnávanie, dávanie do kontrastu, logické myslenie, deduktívne a induktívne odvodzovanie, určenie príčinných vzťahov;
- hodnotenie, definované ako posudzovanie na základe kritérií. Zahŕňa: hodnotenie informácií, stanovenie kritérií, určenie priorít, uvedomenie si omylov, overenie.

Integrovaný model myslenia na Slovensku prebrala a upravila Kolláriková (1995), keď Pedagogická fakulta UK v Bratislave riešila v spolupráci s Univerzitou v Severnej Iowe grant s názvom *Výchova ku kritickému mysleniu*. Medzi základné oblasti myslenia zaradila vedomostný základ, kritické myslenie a tvorivé myslenie. Autorka hovorí, že vedomostný základ „sa buduje operáciami potrebnými na osvojenie si informácií učením a na ich vybavenie z pamäti. I keď tieto operácie nie sú ešte myslením, začleňujeme ich do procesu, pretože tvoria jeho základ a východisko“ (Kolláriková, 1995, s. 25). Taktiež píše o silnej interakcii medzi oblasťami, o nemožnosti urobiť medzi nimi absolútne hranice a uvádza, že myslieť kriticky alebo tvorivo predpokladá mať určitý vedomostný základ (Kolláriková, 1995, s. 25). Avšak, na rozdiel od spolupracovníkov z Iowy, v upravenom modeli myslenia nezdôrazňuje, že učenie sa nejakého obsahu je často posilnené tým, že o ňom človek kriticky alebo tvorivo uvažuje (Iowa Department of Education, 1989, s. 9). Myslíme si, že práve táto časť poukazuje na lepšie prepojenie medzi jednotlivými oblasťami, a preto sme použili pôvodnú terminológiu, aj keď nie je v súlade so zaužívanou terminológiou Kollárikovej.

Na Slovensku skúma v súčasnosti kritické myslenie napríklad Kosturková, ktorá hovorí, že „kritické myslenie je zložitý proces myšlienkových operácií, ktorý stavia na vedomostnom základe edukanta a začína jeho postojom k myšlienke; ďalej schopnosťou pracovať s prijatou myšlienkou v širších súvislostiach a dospieť k záverom až po odôvodnenie svojho rozhodnutia so schopnosťou využiť prvky korektívneho a autoregulatívneho myslenia a učenia sa“ (Kosturková, Ferencová, 2019, s. 14).

Uviedli sme niekoľko definícií kritického myslenia, ktoré sa líšia v závislosti od zamerania ich autorov. Avšak odborníci sa zhodli v tom, že kritické myslenie možno chápať ako proces, ktorý vyžaduje vyššie kognitívne operácie. Zrejme najpriateľnejšie z hľadiska

teórie vyučovania fyziky definovali kritické myslenie Collins a O'Brien (2003), ktorí ho vidia ako schopnosť používať kognitívne procesy vyššej úrovne k hľadaniu významu v činnosti alebo deji. Podľa nich kritické myslenie používame „k posudzovaniu získaných dôkazov, nájdených zdrojov a vytvorených predpokladov, aby nám pomohlo rozhodnúť sa, čomu veriť a čo robiť. Používame ho k posudzovaniu myšlienok a určujeme pomocou neho, ktoré z nich prijať a ktoré odmietnuť. Kritické myslenie je spojené s racionalitou, rozumnosťou, reflexným myslením a s procesom vedeckého bádania.“ (Collins, O'Brien, 2003, s. 87 – 88).

Posudzovanie získaných dôkazov, zdrojov, môžeme vo vyučovaní fyziky i vo fyzike chápať ako získavanie dát pri experimentálnom skúmaní javov – ich zaznamenávanie, spracovanie vo forme tabuľky, či grafu, analýzu fyzikálnych závislostí a ich interpretáciu. *Robiť predpoklady* môže znamenať aj „vyslovovať hypotézy“. Aby žiak neuvádzal domnienky, musí mať dostatok vstupných informácií. *Získané dôkazy* v podobe vykonaného pozorovania, merania alebo experimentu slúžia k overovaniu hypotéz. Len pomocou nich sa môže žiak vyjadriť k stanovenej hypotéze. *Posudzovať myšlienky* je potrebné pri vyslovení záveru. Pri tejto činnosti je dôležité, aby boli podrobené vlastnému hodnoteniu na základe vhodných hodnotiacich kritérií. Pri tejto činnosti by žiak mal využiť myšlienkové operácie ako sú analýza, syntéza, zovšeobecnenie a hodnotenie. V tomto ponímaní vidíme tri zložky kritického myslenia, a to vstup informácií, hodnotenie (zahŕňajúce tvorbu hodnotiacich kritérií) a vytváranie záverov. Rovnaký pohľad na uplatnenie kritického myslenia pri vykonávaní experimentov majú aj Lapitková et al. (2015b).

Organizácia OECD tvrdí, že žiaci budú v budúcnosti uplatňovať vedomosti v nepoznaných a stále sa vyvíjajúcich okolnostiach. K tomu však budú potrebovať okrem iného napríklad aj kritické myslenie. Tiež zdôrazňujú, že už dnes môžu školy pripraviť žiakov na technológie, ktoré ešte nie sú vymyslené, či pripraviť ich riešiť problémy, nad ktorými zatiaľ nikto neuvažuje (OECD, 2018). Podľa Gavoru (1995, s. 11) kritické myslenie nie je vrodené. Avšak viacerí odborníci sa zhodujú v názore, že sa dá rozvíjať na každej vyučovacej hodine (Facione, 1990, s. 4, Kosturková, 2016, s. 37). Čeretková et al. (2017, s. 34) hovoria, že „u kritického myslenia nie je možné, že sa ho naučíte a potom ho zabudnete, pretože nás neustále podnecuje k tomu, aby sme hľadali otázky a problémy a snažili sa pre odpovede a riešenia nachádzať vhodné zdôvodnenia a argumenty.“

Podľa Kollárikovej (1995, s. 35 – 39) sú zásady rozvoja kritického myslenia žiakov nasledovné:

- kritické myslenie možno rozvíjať v každom veku;
- výchova kritického myslenia má zahŕňať všetkých žiakov v triede;

- kritické myslenie sa môže rozvíjať vo všetkých predmetoch;
- výchova kritického myslenia je zámerný, cieľavedomý a dlhodobý proces;
- rozvoj kritického myslenia možno posilňovať dodržiavaním istých metodických odporúčaní;
- kvalita rozvíjania kritického myslenia je závislá od klímy, v ktorej výchovno-vzdelávací proces prebieha.

Na to, aby v škole došlo k rozvoju kritického myslenia, musia učitelia žiakom poskytnúť priestor na jeho uplatnenie, či už kladením správnych otázok, zadávaním vhodných úloh alebo iným spôsobom. Meredith a Steele (1995, s. 56 – 57) hovoria, že „naučiť niekoho kriticky myslieť nie je vôbec jednoduchou úlohou, ktorá sa nacvičí len v určitom ročníku a potom sa už k tomu netreba vracieť. Neexistuje nijaký zaručený sled krokov na jeho nacvičenie. Je však rad podmienok, ktoré musí vyučovanie splniť a žiak pochopiť, aby sa kritické myslenie účinne rozvíjalo. Podmienkou rozvoja kritického myslenia sú tieto prvky:

- Poskytnite žiakovi dostatok času a príležitostí, aby získal skúsenosti s kritickým myslením.
- Dajte žiakom možnosť, aby uvažovali.
- Akceptujte rôznorodé nápady a názory.
- Podporujte aktívne angažovanie sa žiakov do učenia.
- Vytvorte také prostredie, v ktorom sa žiaci nebudú báť riskovať a nebudú zosmiešňovaní.
- Neskrývajte svoje presvedčenie o schopnostiach žiakov vytvárať kritické úsudky.
- Oceňujte kritické myslenie.“

1.2 Kognitívne operácie a kritické myslenie

V roku 1990 vyšla správa Americkej filozofickej asociácie, na vypracovaní ktorej sa podieľali americkí experti na kritické myslenie pracujúci v oblasti filozofie, psychológie, vzdelávania, spoločenských vied, výpočtovej techniky i fyziky. Táto správa je známa aj pod názvom „The Delphi Report“ (Facione, 1990).

V správe (Facione, 1990, s. 2) definovali ideál kriticky mysliaceho človeka, ktorý je zvyčajne zvedavý, dobre informovaný, jeho dôvodenie je dôveryhodné, je nezaújatý, je flexibilný, spravodlivo zmýšľa pri hodnotení, čestný, ak čelí osobnej zaujatosti, obozretný pri posudzovaní, ochotný znovu zvažovať, v sporných otázkach sa vyjadrí zrozumiteľne, v komplexných záležitostiach je systematický, usilovne hľadá relevantné informácie, kritériá vyberá opodstatnene, zameriava sa na skúmanie a vytrvalo hľadá výsledky, ktoré sú tak presné, ako to predmet a okolnosti skúmania dovoľujú. Experti ďalej tvrdia, že vzdelávať dobrého kritického mysliteľa znamená smerovať k tomuto ideálu.

Odborníci uviedli špecifikáciu ideálneho kritického subjektu. Uvedomujú si však, že pravdepodobne žiadna osoba nedisponuje všetkými vyššie uvedenými vlastnosťami (Facione, 1990, s. 3). Ak chceme dosiahnuť tento ideál, tak je potrebné rozvíjať zručnosti aj dispozície. Odborníci zahrňujú do kognitívnych procesov vystihujúcich podstatu kritického myslenia kognitívne zručnosti (Facione, 1990, s. 4):

- (A) interpretovať (interpretation),
- (B) analyzovať (analysis),
- (C) hodnotiť (evaluation),
- (D) usudzovať (inference),
- (E) vysvetliť (explanation) a
- (F) sebaregulovať (self-regulation).

Prakticky jednomyselne (viac ako 95 % expertov) sa zhodli na zručnostiach analyzovať, hodnotiť a usudzovať. Silnú zhodu (viac ako 87 % expertov) dosiahli v zaradení zručností interpretovať, vysvetliť a sebaregulovať medzi kognitívne zručnosti potrebné ku kritickému mysleniu. Odborníci nepovažujú kritické myslenie za súbor vedomostí, ktoré treba žiakov naučiť, ako by to bol ďalší školský predmet. Rovnako ako čítanie a písanie by kritické myslenie malo mať aplikáciu vo všetkých oblastiach života a učenia (Facione, 1990, s. 4).

Pri rozvíjaní kritického myslenia, je dôležité zohľadniť aj rozvoj afektívnych dispozícií (postoj k životu a žitiu vo všeobecnosti, postoj k špecifickým otázkam a problémom). V prípade, že budú rozvinuté, je väčšia pravdepodobnosť použitia kritického myslenia i mimo školy, v osobnom živote (Facione, 1990, s. 13).

1.2.1 Kognitívne zručnosti kritického myslenia

V ďalšom uvádzame kognitívne zručnosti kritického myslenia, ku ktorým sú priradené podzručnosti podľa správy The Delphi report (Facione, 1990, s. 6 – 11).

A. Interpretovať (Interpretation) – zručnosť porozumieť a vyjadriť zmysel alebo význam širokej a rozmanitej škály skúseností, situácií, dát, udalostí, názorov, zvykov, presvedčení, pravidiel, postupov a kritérií.

A.1 Kategorizovať (Categorization)

- porozumieť alebo vhodne formulovať kategórie, rozdiely alebo štruktúry pre pochopenie, opis a charakteristiku informácií,
- opísať skúsenosti, situácie, presvedčenia, udalosti, atď. v súlade s príslušnou kategorizáciou, rozdielom alebo štruktúrou,

A.2 Vyhodnotiť význam (Decoding Significance)

- zaznamenať, zaoberať sa a opísať informačný obsah, afektívny význam, priame funkcie, zámary, motívy, účely, spoločenský význam, hodnoty, názory, pravidlá, postupy, kritériá alebo nezdôvodnené vzťahy vyjadrené konvenčnými komunikačnými systémami, ako je jazyk, sociálne správania, kresby, čísla, grafy, tabuľky, diagramy, znaky a symboly,

A.3 Objasniť význam (Clarifying Meaning)

- parafrázovať alebo sa explicitne, zohľadnením podmienok, opisu, analógie alebo obrazového prejavu, vyjadriť k významu slov, myšlienok, pojmov, tvrdení, správania, kresieb, čísiel, znakov, tabuliek, grafov, symbolov, pravidiel, udalostí alebo slávností,
- použiť dohodu, opis, analógiu alebo obrazové vyjadrenie na odstránenie mätúcich, neúmyselných nepresností alebo nejednoznačností, alebo navrhnúť primeraný postup na ich odstránenie,

B. Analyzovať (Analysis) – zručnosť identifikovať zamýšľané a skutočne dokázané vzťahy medzi tvrdeniami, otázkami, pojmami, opismi alebo inými formami reprezentácie, ktoré majú vyjadriť presvedčenia, úsudky, skúsenosti, dôvody, informácie alebo názory.

B.1 Skúmať myšlienky (Examining Ideas)

- určiť, akú úlohu zohrávajú alebo by mali zohrávať, rôzne vyjadrenia v kontexte argumentov, uvažovania alebo presvedčania,
- definovať pojmy,
- porovnávať alebo rozlišovať myšlienky, pojmy alebo tvrdenia,
- identifikovať otázky alebo problémy a určovať ich jednotlivé časti, a tiež identifikovať koncepčné vzťahy týchto častí k sebe navzájom a ich vzťahy k celku,

B.2 Odhaliť argumenty (Detecting Arguments)

- vzhľadom na súbor tvrdení, opisov, otázok alebo grafických reprezentácií, určiť, či súbor vyjadruje, prípadne má vyjadrovať, zdôvodnenie, ktoré podporí alebo vyvráti nejaké tvrdenie, názor alebo stanovisko,

B.3 Analyzovať argumenty (Analyzing Arguments)

- vzhľadom na vyjadrené dôvody alebo dôvody, ktoré majú podporiť, či poprieť nejaké tvrdenie, názor alebo uhol pohľadu, identifikovať a rozlíšiť: **(a)** zamýšľané hlavné závery, **(b)** predpoklady a dôvody uvedené na podporu hlavného záveru, **(c)** ďalšie predpoklady a dôvody uvedené na podloženie a podporu predpokladov a dôvodov určených na podporu hlavného záveru, **(d)** ďalšie nevyjadrené prvky zdôvodňovania, ako sprostredkujúce závery, nevyjadrené predpoklady alebo dohady, **(e)** celkovú štruktúru argumentu alebo zamýšľaného

reťazca zdôvodňovania, **(f)** akékoľvek položky obsiahnuté v súbore overovaných vyjadrení, ktoré nie sú určené ako súčasť vyjadreného odôvodnenia,

C. Hodnotiť (Evaluation) – zručnosť posúdiť spoľahlivosť tvrdení alebo iných foriem vyjadrenia, ktoré sú úvahou alebo opisom ľudského vnímania, skúsenosti, situácie, úsudku, presvedčenia alebo názoru; a posúdiť logickú stránku skutočne dokázaných alebo zamýšľaných vzťahov medzi vyhláseniami, opismi, otázkami alebo inými formami vyjadrenia.

C.1 Posudzovať tvrdenia (Assessing Claims)

- rozpoznať faktory relevantné pre posúdenie dôveryhodnosti zdroja informácií alebo názorov,
- posúdiť kontextovú relevantnosť otázok, informácií, zásad, pravidiel alebo postupov,
- posúdiť prijateľnosť, či úroveň dôvery v pravdepodobnosť alebo pravdivosť akéhokoľvek vyjadrenia zážitku, situácie, úsudku, presvedčenia alebo názoru,

C.2 Posudzovať argumenty (Assessing Arguments)

- posúdiť, či prijateľnosť predpokladov argumentu dovoľuje vyjadrený záver argumentácie prijať ako pravdivý alebo prijať ako pravdivý s veľkou pravdepodobnosťou,
- predvídať alebo sformulovať otázky, či námietky a posúdiť, či poukazujú na významné oslabenie hodnoteného argumentu,
- rozhodnúť, či sa argument opiera o nepravdivé alebo pochybné predpoklady alebo dohady a potom rozhodnúť, ako veľmi ovplyvňujú jeho silu,
- posúdiť zdôvodnené a mylné závery,
- posúdiť preukázanú silu predpokladov a domnienok argumentu z pohľadu určenia jeho prijateľnosti,
- určiť a posúdiť preukázanú silu úmyselných aj neúmyselných dôsledkov argumentu z pohľadu hodnotenia jeho prijateľnosti,
- určiť, do akej miery môžu dodatočné informácie posilniť alebo oslabiť argument,

D. Usudzovať (Inference) – zručnosť určiť a zaistiť prvky potrebné na vyvodenie odôvodnených záverov; vytvoriť domnienky a hypotézy; zvážiť relevantné informácie a vyvodiť dôsledky vyplývajúce z dát, tvrdení, princípov, dôkazov, rozhodnutí, presvedčení, názorov, konceptov, popisov, otázok, či iných foriem vyjadrení.

D.1 Spochybňovať dôkazy (Querying evidence)

- najmä rozpoznať predpoklady, ktoré vyžadujú podporu a formulovať stratégiu pre hľadanie a získavanie informácií, ktoré by mohli túto podporu poskytnúť,

- vo všeobecnosti posúdiť, ktoré informácie sú relevantné pri rozhodovaní o prijateľnosti, vierohodnosti alebo relatívnom prínose danej alternatívy, otázky, výsledku, teórie, hypotézy, alebo potrebného vyhlásenia, a stanoviť dôveryhodné vyšetrovacie stratégie pre získanie týchto informácií,

D.2 Domýšľať alternatívy (Conjecturing alternatives)

- formulovať viacero alternatív na riešenie problému, stanoviť sériu predpokladov týkajúcich sa otázky, navrhnúť alternatívne hypotézy o javoch, rozvíjať celý rad rôznych plánov na dosiahnutie nejakého cieľa,
- načrtnúť predpoklady a navrhnúť širokú škálu možných dôsledkov rozhodnutí, stanovísk, stratégií, teórií, alebo presvedčení,

D.3 Načrtnúť závery (Drawing Conclusions)

- použiť vhodné spôsoby usudzovania pri určovaní toho, ktorý postoj, názor alebo uhol pohľadu by mal byť prijatý v danej záležitosti alebo probléme,
- vzhľadom na súbor tvrdení, opisov, otázok alebo iných foriem reprezentácie, vyvodiť so správnou úrovňou logickej sily ich deduktívne vzťahy a dôsledky, alebo predpoklady, ktoré podporujú, zaručujú alebo vyplývajú z nich,
- úspešne uplatniť rôzne typy uvažovania, ako napríklad uvažovať analogicky, aritmeticky, dialekticky, vedecky, atď.,
- určiť, ktorý z možných záverov je najviac zaručený alebo podporovaný dôkazmi, alebo ktorý by mal byť zamietnutý alebo považovaný za menej pravdepodobný na základe daných informácií,

E. Vysvetliť (Explanation) – zručnosť uviesť výsledky uvažovania; podprieť odôvodnenia preukázateľnými, koncepčnými, metodologickými, logickými a kontextovými úvahami, na ktorých boli výsledky založené; a prezentovať svoje odôvodnenie v podobe presvedčivých argumentov.

E.1 Uviesť výsledky (Stating Results)

- predkladať presné vyjadrenia, opisy alebo iné formy reprezentácie výsledkov procesu uvažovania s cieľom analyzovať, vyhodnocovať, usudzovať z výsledkov alebo monitorovať výsledky,

E.2 Zdôvodňovať postupy (Justifying Procedures)

- predložiť preukázateľné, koncepčné, metodologické, logické a kontextové stanoviská, ktoré boli použité pri formovaní interpretácií, analýz, hodnotení alebo záverov tak, aby bolo možné presne zaznamenávať, vyhodnocovať, opísať alebo zdôvodniť tieto procesy pre seba

ako aj iných, alebo ich využiť k náprave uvedených si nedostatkov vo všeobecnej rovine uskutočňovaných procesov,

E.3 Prezentovať argumenty (Presenting Arguments)

- uviesť dôvody pre prijatie nejakého tvrdenia,
- splniť podmienky k spôsobu, konceptualizácii, dôkazom, kritériám alebo kontextovej účelnosti deduktívnych, analytických a hodnotiacich názorov,

F. Sebaregulovať (Self-Regulation) – zručnosť vedome sledovať svoje kognitívne činnosti, prvky použité v týchto činnostiach, vyvozené výsledky, najmä pri uplatnení zručností analyzovať a hodnotiť vlastné odôvodnené rozhodnutia s cieľom spochybniť, potvrdiť, uznať, alebo opravovať argumentáciu, či výsledky.

F.1 Skontrolovať sám seba (Self-examination)

- zamyslieť sa nad vlastným uvažovaním a overiť výsledky aj správne použitie a uplatnenie kognitívnych schopností,
- urobiť objektívne a premyslené metakognitívne sebahodnotenie vlastných názorov a dôvodov na ich prijatie,
- posúdiť, do akej miery je vlastné myslenie ovplyvnené nedostatkami vo vedomostiach, stereotypmi, predsudkami, emóciami alebo inými faktormi, ktoré obmedzujú objektivitu a racionalitu.
- zamyslieť sa nad vlastnou motiváciou, hodnotami, postojmi a záujmami s cieľom zistiť, či sa uvažujúci snaží byť nezaujatý, spravodlivý, dôkladný, objektívny, rešpektujúci pravdu, rozumný a racionálny vo svojich analýzach, interpretáciách, hodnoteniach, záveroch alebo vyjadreniach,

F.2 Opraviť sám seba (Self-correction)

- keď skontrolovanie samého seba odhalí chyby alebo nedostatky, vytýčiť si odôvodnené postupy, ak je to možné, k náprave alebo korekcii týchto chýb a ich príčin.

V spomínanom dokumente je zručnosť interpretovať chápaná ako „čítanie s porozumením“, teda analytický prienik do niečieho textu, ktorý je vždy uvádzaný ako prvý krok komunikácie s textom. Domnievame sa, že by nemal byť nazvaný finálnym pojmom „interpretovať“. Napríklad teoretici hermeneutiky sa prakticky zhodujú v názore, že interpretácia je finálna fáza recepcie textu, pochopenie zmyslu jej existencie. (Germušková, 2014, s. 41). Preto by mali byť zručnosti interpretovať a hodnotiť spojené alebo aspoň dané do tesnej súvislosti.

1.2.2 Afektívne dispozície kritického myslenia

Pre aplikáciu kritického myslenia sú dôležité nielen dobré predpoklady v kognitívnych zručnostiach, ale i uplatnenie istej miery relevantných afektívnych dispozícií. Odborníci ich delia nasledovne (Facione, 1990, s. 13):

Postoj k životu a žitiu vo všeobecnosti

- zvedavosť vzhľadom na širokú škálu otázok,
- záujem stať sa a zostať všeobecne dobre informovaný,
- citlivosť na príležitosť použiť kritické myslenie,
- dôvera ku procesom logického skúmania,
- sebadôvera vo vlastné schopnosti zdôvodňovať,
- nezaujatosť voči rozdielnym pohľadom na svet,
- flexibilita pri zvažovaní alternatív a názorov,
- porozumenie pre názory iných ľudí,
- objektívnosť v posudzovaní argumentácie,
- čestný postoj k vlastnej zaujatosti, predsudkom, stereotypom, egocentrickým alebo sociocentrickým tendenciám,
- obozretnosť pri nevyjadrení, vyjadrení alebo pozmeňovaní úsudkov,
- ochota znovu zvážiť a prehodnotiť názory, ak poctivé uvažovanie naznačuje, že zmena je nutná.

Postoj k špecifickým otázkam a problémom

- jasnosť vo formulácii otázok alebo záujmov,
- usporiadanosť v práci so spleťtým problémom,
- vytrvalosť pri hľadaní relevantných informácií,
- rozumnosť pri výbere a použití kritérií,
- starostlivosť pri zameraní pozornosti na dôležité,
- vytrvalosť napriek vyskytujúcim sa problémom,
- presnosť, ktorú téma a okolnosti povoľujú.

1.3 Vzdelávacie procesy podľa revidovanej Bloomovej taxonómie

V revidovanej Bloomovej taxonómii si môžeme všimnúť niekoľko zmien. Na rozdiel od pôvodnej verzie, je revidovaná taxonómia dvojdimenzionálna a zahŕňa dimenziu poznatkov a kognitívnych procesov. Ďalšia zmena nastala v poradí posledných dvoch úrovní v dimenzii

kognitívnych procesov a názvy kognitívnych úrovní boli preformulované na činnostné slovesá (Anderson, Kratwoohl, 2000).

Charakteristiky kognitívnych úrovní uvedieme podľa Stobaugh (2016, s. 13 – 50). Prvá úroveň, *zapamätať si*, zahŕňa vyvolanie informácie z pamäti. Od žiaka sa očakáva, že si zapamätá informáciu, ktorá mu bola prezentovaná v nejakej konkrétnej forme a neskôr si na ňu bude vedieť v podobnej forme spomenúť. Autorka tiež uvádza, že žiaci riešia úlohy na úrovni *zapamätať si* výnimočne dobre, nakoľko sa od nich neočakáva, že budú veľmi uvažovať. Avšak dodáva, že vedomosti, ktoré si žiak osvojil na úrovni *zapamätať si* sú pokladané za nevyhnutný základ pre komplexnejšie myšlienkové procesy.

Druhá úroveň, *porozumieť*, je považovaná za počiatok samostatného myslenia. Žiaci na tejto úrovni prijímajú informácie podané ústnou, písomnou alebo grafickou formou a dávajú im zmysel. Podľa autorky prebieha väčšina vyučovania a učenia v školách práve na tejto úrovni, nakoľko učitelia dávajú žiakom úlohy, kde majú zosumarizovať, čo bolo povedané, prepojiť tému s predchádzajúcimi vedomosťami, uviesť ďalšie príklady nejakého pojmu alebo myšlienky a vytvoriť prepojenia medzi viacerými pojmami.

Tretia úroveň revidovanej Bloomovej taxonómie je *aplikovať*. Učiteľ ukáže na určitom príklade kroky, podľa ktorých môžu žiaci postupovať. Tí ich následne použijú pri riešení iných úloh a problémov.

Štvrtá úroveň, *analyzovať*, zahŕňa rozloženie informácií na časti s cieľom podrobne preskúmať každú z nich. Táto úroveň vyžaduje použitie nižších kognitívnych zručností, napríklad žiak musí najskôr *porozumieť*, aby správne určil, ktoré prvky sú kľúčové a následne ich podrobne preskúmal. Autorka uvádza, že pojem kritické myslenie je často spájaný s tromi najvyššími úrovňami revidovanej Bloomovej taxonómie: *analyzovať*, *hodnotiť*, *tvoriť*. Tiež hovorí, že kľúčová súčasť kritického myslenia je analyzovanie a hodnotenie myslenia s cieľom zlepšiť ho.

Piata úroveň revidovanej Bloomovej taxonómie je *hodnotiť*. Na tejto úrovni žiak preskúmava zdroje informácií a hodnotí ich kvalitu. Následne sa rozhoduje na základe stanovených kritérií.

Posledná úroveň, *tvoriť*, sa vyznačuje organizovaním informácií novým alebo odlišným spôsobom. Táto úroveň vyžaduje tvorivé myslenie. Autorka uvádza, že úroveň *tvoriť* môže zahŕňať riešenie problémov z reálneho života alebo overovanie hypotéz experimentálnym bádaním. Tiež uvádza, že vytvorený produkt môže byť vo forme prezentácie, písomnej práce, či sochy alebo iných ďalších formátov.

Keď porovnáme kognitívne zručnosti kritického myslenia charakterizované Americkou filozofickou asociáciou (Facione, 1990), ktoré sme uviedli v časti 1.2, s kognitívnymi procesmi z revidovanej Bloomovej taxonómie (tabuľka 1.1), môžeme si všimnúť, že uplatnenie kritického myslenia vyžaduje použitie vyšších kognitívnych operácií.

Tab. 1.1 Dimenzie upravenej Bloomovej taxonómie (podľa Majherová, 2010, s. 2)

	DIMENZIA KOGNITÍVNYCH PROCESOV					
DIMENZIA POZNATKOV	1. Zapamätať	2. Porozumieť	3. Aplikovať	4. Analyzovať	5. Hodnotiť	6. Tvoriť
A. Zapamätanie faktov	vymenovať, uviesť	stručne vyjadriť, zhrnúť	roztriediť, klasifikovať	usporiadať	zatriediť, vybrať	kombinovať
B. Konceptuálne poznatky	opísať	interpretovať, rozoznať	experimen- tovať	vysvetliť, porovnať	odhadnúť, určiť	plánovať, načrtnúť
C. Procedurálne poznatky	usporiadať	predpokladať	vypočítať, riešiť	rozlišovať, znázorniť	vyvodiť, usúdiť	vytvoriť, poskladať, navrhnuť
D. Metakognitívne poznatky	použiť	spracovať	skonštruovať	vytvoriť	vykonať, vyjadriť	aktualizovať, zdokonaľiť

1.4 Miskoncepce o kritickom myslení

Kritické myslenie je pojem, ktorý sa často používa, ale niekedy je nesprávne chápaný, pričom aj medzi pedagógmi sa vyskytuje veľa mylných predstáv. Učitelia sa môžu domnievať, že žiakom zadávajú úlohy na rozvoj kritického myslenia, hoci v skutočnosti to tak nie je. Oboznámením sa s týmito nesprávnymi predstavami, môžu na hodinách rozvíjať kritické myslenie cielenejšie. Miskoncepce, ktoré majú učitelia spojené s kritickým myslením, uvádza vo svojej knihe Stobaugh (2016, s. 51 – 58). My sme ich prebrali a uvádzame ich vo forme upravenej pre vyučovanie fyziky.

1. Aj viackrát použitá úloha rozvíja kritické myslenie.

Úloha pre žiaka, pri riešení ktorej má uplatniť kritické myslenie, vyžaduje od neho vyššie myšlienkové operácie. Ale len v prípade, ak sa s touto úlohou stretáva po prvýkrát. Ak má úlohu riešiť druhýkrát, napríklad aj s odstupom času, tak už nemusí rozmýšľať kriticky, pretože odpovede pozná z predošlého riešenia úlohy. Pri opätovnom riešení teda žiak použije len najnižšiu úroveň z Bloomovej taxonómie, a to *zapamätať si*. Ako príklad uvedieme úlohu z učebnice Fyzika pre 6. ročník ZŠ (Lapitková et al., 2015a, s. 94 – 95), kde žiak zisťuje, či sú nejaké vzťahy medzi hmotnosťou telies plávajúcich vo vode a hmotnosťou vody, ktorú telesá vytlačili. Žiak sa s touto úlohou stretáva po prvý raz a pri riešení musí realizovať experiment.

Namerané údaje vyhodnotí, dospeje k vzťahu medzi hmotnosťou plávajúceho telesa a hmotnosťou vody, ktorú teleso vytlačí a svoj záver podloží argumentami. Ak má neskôr napríklad porovnať spomínané hmotnosti, už to pre neho nebude úloha rozvíjajúca vyššie kognitívne operácie, ale len úloha, pri ktorej využije operáciu *zapamätať si*.

2. Každá úloha, ktorá obsahuje aktívne sloveso z vyššej úrovne Bloomovej taxonómie, rozvíja vyššie kognitívne operácie.

Jednotlivé úrovne Bloomovej taxonómie sú charakterizované aktívnymi slovesami, ktoré sú nositeľmi rôznych nárokov na učenie sa žiaka. Tabuľku s aktívnymi slovesami uvádzame v časti 1.3. Mnohí učitelia sú mylne presvedčení o tom, že ak pri tvorbe úlohy použijú aktívne sloveso z vyššej úrovne Bloomovej taxonómie, tak sa úloha automaticky zaraďuje medzi úlohy rozvíjajúce vyššie kognitívne operácie. Nemusí to však byť vždy tak, pretože dôležitejšie ako použité sloveso je kognitívna operácia, ktorú musí žiak pri riešení naozaj uplatniť.

Ako príklad uvidíme použitie aktívneho slovesa *znázorniť*. Ak by učiteľ zadal úlohu: *Znázorni graf závislosti dráhy od času pri rovnomernom priamočiarom pohybe.*, tak ide o vybavenie poznatku, aký je priebeh čiary grafu vo všeobecnosti, a teda o úlohu z úrovne *zapamätať si*. Ale ak by žiak mal riešiť úlohu: *Na základe nameraných hodnôt znázorni graf závislosti teploty od času pri chladnutí čaju. Klesala teplota čaju rovnomerne? Kedy bol pokles najrýchlejší? Ako si to vysvetľuješ?*, tak to bude úloha z úrovne *analyzovať*. Je jasné, že pri riešení úlohy v prvom prípade nedochádza k rozvoju vyšších kognitívnych operácií a teda ani kritického myslenia.

3. Náročné úlohy sú úlohy, ktoré vyžadujú vyššie kognitívne operácie.

Náročnosť úlohy sa dá posudzovať rôzne. Ak by sa učiteľ opýtal na informáciu týkajúcu sa faktu, s ktorým sa žiak ešte nikdy nestretol, tak je to pre neho náročná úloha. Nie je to však úloha vyžadujúca vyššie kognitívne operácie, ale úloha na priame vybavenie poznatku, pomocou ktorej sa kritické myslenie nerozvíja. Žiak nižšieho ročníka môže považovať za náročnú úlohu, v ktorej by mal uviesť hustotu vody. Rovnakú úlohu môže považovať žiak vyššieho ročníka za jednoduchú, nakoľko sa s touto hodnotou viackrát stretol pri meraniach a výpočtoch.

4. Žiak používa pri riešení jednej úlohy rovnaké kognitívne operácie z hľadiska obsahovej aj technologickej alebo umeleckej stránky, a preto je práca hodnotená komplexne.

Na hodnotenie prác žiaka majú často vplyv aj technológie a umenie. Predstavme si situáciu, kedy chce učiteľ zadať úlohu z úrovne *tvoriť* a žiak má vytvoriť prezentáciu

o vlastnostiach látok a telies. Často využíva softvéry na tvorbu prezentácií. Z obsahového hľadiska prezentácie musí žiak vyhľadať vlastnosti látok, priradiť ich k tuhým, kvapalným a plyným látkam, uviesť konkrétne príklady, prípadne spoločné a rozdielne vlastnosti jednotlivých látok. A teda po obsahovej stránke nejde o úroveň *tvoriť*, ale *porozumieť*. Z hľadiska prípravy prezentácie, kedy predpokladáme, že žiak už má so softvérom skúsenosti, ide o *aplikáciu* nadobudnutých schopností. K takýmto nesúladam často dochádza pri úlohách tvorivého charakteru. Pri hodnotení prezentácií majú učitelia tendenciu posudzovať prácu žiaka komplexne, teda obsahovú aj technickú stránku spoločne, hoci nejde z hľadiska kognitívnej náročnosti o rovnakú úroveň. Mali by preto zvážiť hodnotenie týchto dvoch stránok prezentácií oddelene.

5. Všetci žiaci uplatňujú pri riešení úloh rovnakú úroveň kognitívnych operácií.

Učitelia sa domnievajú, že keď zadajú všetkým žiakom rovnakú úlohu, všetci pri jej riešení využijú kognitívne operácie z rovnakej úrovne Bloomovej taxonómie. Učiteľ môže zadať úlohu, kde má žiak určiť veľkosť tiažového zrýchlenia. Tí žiaci, ktorí sa už s takýmto meraním niekedy stretli, budú opakovať postup – najčastejšie využijú voľný pád loptičky. Žiaci, ktorí sa s určovaním tiažového zrýchlenia ešte nestretli, si musia uvedomiť, pri akých fyzikálnych javoch zohráva úlohu tiažové zrýchlenie, jav analyzovať a na základe toho navrhnúť vhodné meranie, napríklad pomocou zužujúceho sa prúdu vody vytekajúceho z vodovodného kohútika. Využívajú tým pádom kognitívne operácie z vyššej úrovne. Tí, ktorí opakujú známy postup využívajú poznatky z oveľa nižšej úrovne.

6. Myslenie študentov sa najlepšie hodnotí pri ústnom skúšaní.

Učitelia sa nazdávajú, že pri ústnom skúšaní vedia najlepšie posúdiť, ako žiak rozmýšľa a aké myšlienkové operácie využíva. Pri ústnom skúšaní učiteľ položí otázku a prakticky okamžite očakáva odpoveď od žiaka. So zvyšujúcou sa úrovňou myšlienkových operácií však žiak potrebuje viac času na uvažovanie. Žiak preto pri ústnom skúšaní nemá dostatok času, aby si odpoveď rozmyslel a učiteľ nedokáže vhodne posúdiť úroveň jeho myslenia. Úlohy na vyššej kognitívnej úrovni sú často hodnotené pri písomnom skúšaní, kedy má žiak viac času na premýšľanie a jeho odpoveď je podrobne zaznamenaná.

7. Otvorené úlohy vyžadujú vyššie kognitívne operácie ako úlohy s výberom odpovedí.

Učitelia často zastávajú nesprávny názor, že pri otvorených úlohách využíva žiak vyššie kognitívne operácie ako pri úlohách s výberom odpovede. Sú presvedčení, že s testovými úlohami s výberom odpovede možno hodnotiť poznatky len na úrovni *zapamätať si*. Avšak

úlohy s výberom odpovede môžu hodnotiť výkon žiaka na úrovni *zapamätať si, porozumieť, aplikovať* a *analyzovať*. Ako príklad uvidíme úlohu zameranú na výber záveru, ktorý vyplýva z nameraných dát pri určovaní napätia Voltovho stĺpiku v závislosti od počtu článkov, počtu kúskov tkaniny v článku a koncentrácie soľného roztoku.

V zadaní úlohy sú znázornené tri grafy závislosti napätia od rôznych parametrov. Pri otvorenej úlohe, kedy má žiak uviesť záver z meraní, môže uviesť, že napätie závisí od počtu článkov a koncentrácie, ale nezávisí od počtu kúskov tkaniny. Tým pádom je úloha zodpovedaná. V úlohe s výberom odpovede však môže učiteľ ponúknuť žiakovi niekoľko možností, ktoré budú bližšie špecifikovať dané závislosti (napr. *S počtom článkov sa rovnomerne zväčšuje namerané napätie.*) a prípadne aj možnosť zloženú z viacerých výrokov (napr. *Napätie stĺpika sa s počtom kúskov látky rovnomerne zväčšuje, ale nezávisí od koncentrácie roztoku.*). Proces, ktorý musí žiak absolvovať pre výber správnej odpovede, zahŕňa analýzu ponúknutej možnosti, rozhodnutie o pravdivosti zloženého výroku a zaujatie stanoviska. Pri tvorbe vlastného záveru žiak môže ostať na nižšej kognitívnej úrovni ako pri posudzovaní a analýze ponúknutých možností.

Učitelia často používajú úlohy s výberom odpovede na rýchle hodnotenie poznatkov nižšej úrovne (napr. *Vyber, ktoré elektrárne sú na Slovensku najviac zastúpené: a) jadrové elektrárne; b) tepelné elektrárne; c) veterné elektrárne; d) vodné elektrárne.*) a nechávajú si otvorené úlohy na hodnotenie kognitívnych operácií vyššej úrovne (napr. *Ktorý typ elektrárne je najvhodnejší z ekologického hľadiska?*). Z hľadiska objektivity hodnotenia je však otvorený typ úlohy menej vyhovujúci.

8. Pri každej téme musí žiak uplatniť kognitívne operácie zo všetkých úrovní Bloomovej taxonómie.

Nakoľko sa kladie dôraz na to, aby žiak používal myšlienkové operácie na vyššej kognitívnej úrovni, učitelia niekedy vytvoria zadanie na rozvoj konkrétnej úrovne, ktoré nemusí byť vhodné z hľadiska zaradenia do vyučovacieho procesu. Ako príklad uvidíme úlohu z učebnice Fyzika pre 6. ročník ZŠ (Lapitková et al., 2015a, s. 89), kedy má žiak vytvoriť zariadenie plávajúce alebo potápajúce sa vo vode. Ak by učiteľ zaradil spomínanú úlohu, pri ktorej žiak musí uplatniť vyššie kognitívne procesy, pri zavádzaní pojmov plávanie a potápanie sa, žiak by ešte nedisponoval potrebnými vedomosťami a schopnosťami na jej vyriešenie. Preto je táto úloha v učebnici zaradená až po tom, ako si žiak *zapamätá a porozumie* pojmom a po tom, ako si precvičí zručnosti potrebné na vytvorenie zariadenia.

Nie je potrebné každú tému vyučovať a hodnotiť v najvyššej úrovni Bloomovej taxonómie. Úlohy z úrovne *tvoriť* sú často časovo náročné. Nakoľko sa očakáva, že žiak si osvojí mnohé pojmy a schopnosti, je pravdepodobne nemožné začleniť úlohy z úrovne *tvoriť* do každej vyučovanej témy.

Keď sa učitelia rozhodnú zaradiť úlohu vyžadujúcu vyššie kognitívne operácie, mali by vedieť, aké vedomosti má žiak o danej téme. Je dôležité, aby na nich stávali. Pokiaľ žiak dostatočne porozumel pojmom, bolo by vhodné, aby ho učitelia nechali *analyzovať* a *hodnotiť*. Takýmto spôsobom rozvíjajú jeho myslenie vo vyšších úrovniach a pripravujú ho na riešenie úloh z najvyššej.

Niektoré vyučovacie predmety sa javia vhodnejšie na rozvoj vyšších kognitívnych operácií. Napríklad na hodinách jazykov žiak pomerne často píše slohy, čo spadá do úrovne *tvoriť*. Na iných predmetoch môže viac *aplikovať* alebo *analyzovať*, avšak celkovo by mal vzdelávací proces smerovať ku komplexnému rozvoju žiakovho myslenia.

9. Mladší žiaci nedokážu riešiť úlohy na vyššej kognitívnej úrovni.

Niektorí sa domnievajú, že úlohy vyžadujúce použitie vyšších kognitívnych operácií sú vhodné iba pre žiaka strednej školy alebo študenta univerzity. Avšak úlohy na vyššej kognitívnej úrovni sú vhodné pre všetky vekové kategórie. Ak si žiak základnej školy neosvojí kognitívne schopnosti ako porovnávanie, klasifikácia, zoradovanie a tvorenie predpokladov, máva problém s čítaním s porozumením. O to viac je dôležité, aby učitelia u neho tieto schopnosti rozvíjali napríklad aj riešením úloh z vyšších úrovní Bloomovej taxonómie. Samozrejme treba zvoliť vhodný obsah úloh. Napríklad pre žiaka 8. ročníka môže byť úloha z najvyššej úrovne „navrhnuť, zostrojiť a predviesť zariadenie, v ktorom sa slnečné svetlo rozkladá na spektrum“ (Lapitková et al., 2012a, s. 35). Z obsahového hľadiska žiak využíva vedomosti o rozklade svetla, ktoré si v rámci predošlého štúdia už osvojil.

10. Žiak si osvojí poznatky bez hlbšieho uvažovania.

Paul a Elder (2007) uvádzajú, že niektorí učitelia vychádzajú pri príprave na učenie z nesprávnych predpokladov, napríklad:

1. Žiaci dokážu prijať obsah prednášky s minimálnou intelektuálnou námahou.
2. Žiaci sa môžu naučiť dôležité poznatky bez náročnejšej intelektuálnej činnosti.
3. Memorovanie je kľúčom k učeniu sa, takže žiaci si potrebujú zapamätať veľa informácií (ktoré môžu neskôr využiť, keď ich potrebujú).

Ak výučba spočíva predovšetkým v tom, že žiak si zapamätáva informácie, zabudne väčšinu naučeného. Pre trvalé osvojenie si poznatkov je dôležité, aby žiak počas učenia sa

rozmýšľal nad daným obsahom, dával si do súvislosti jednotlivé pojmy, analyzoval ich a kriticky uvažoval.

11. Úlohy z vyššej kognitívnej úrovne sú vhodné len pre nadaných študentov.

Učitelia majú tendenciu zadávať náročnejšie úlohy (v zmysle vyšších kognitívnych operácií) šikovnejším žiakom. Z obavy z frustrácie menej nadaných žiakov im učitelia s dobrým úmyslom zadávajú len úlohy, o ktorých sú presvedčení, že ich zvládnu vyriešiť. Preto nie všetci dostávajú príležitosť riešiť úlohy vyžadujúce kognitívne operácie z vyšších úrovní Bloomovej taxonómie. Učitelia tak môžu nechtiac znevýhodniť niektorých žiakov podcenením ich schopností.

Len vtedy, ak má žiak možnosť riešiť úlohy vyžadujúce vyššie kognitívne operácie, dochádza k ich rozvoju. Spočiatku takéto úlohy možno nevyrieši žiak samostatne, ale bude potrebovať pomoc učiteľa. Postupne si však osvojuje stratégie využiteľné pri ich riešení a zvyšuje sa tak pravdepodobnosť samostatného a úspešného riešenia inej, rovnako náročnej úlohy. Učitelia by mali k učeniu pristupovať s predpokladom, že všetci žiaci majú potenciál učiť sa, aby zabezpečili rovnocennú prípravu všetkých pre ďalšie vzdelávanie a prax. Každý sa môže naučiť byť lepším v kritickom myslení, ak bude mať dostatok času a priestoru.

2 VÝSKUMY ZAMERANÉ NA KRITICKÉ MYSLENIE

Schopnosť kriticky myslieť je považovaná za veľmi dôležitú pre život v 21. storočí. Viacero našich aj zahraničných autorov sa venovalo práve tejto problematike. V nasledujúcej kapitole uvádzame vybrané výskumy, ktoré sme rozdelili do troch častí. V prvej sa venujeme výskumom zameraným na rozvoj kritického myslenia. Pokračujeme výskumami, ktoré boli zamerané na učiteľov a kritické myslenie. V poslednej časti sa venujeme kritickému mysleniu a vedomostiam žiakov.

2.1 Výskumy zamerané na rozvoj kritického myslenia

Jednu z možností ako rozvíjať kritické myslenie pri výučbe fyziky uvádza vo svojom článku Paetkau (2007). Opisuje príklad diskusie žiakov na tému tepelnej vodivosti v praktickom živote. Žiaci analyzovali výpočet tepelných strát v prípade zakrytej a nezakrytej ľudskej hlavy. Tiež konštruovali teoretický model tejto situácie. Je zaujímavé, že väčšina žiackych modelov bola nesprávna. Avšak autor ich využíva v ich prospech, pretože, ak žiaci diskutujú o nesprávnych modeloch a porovnávajú ich s reálnymi skúsenosťami, postupne dospievajú k správnym záverom (konštruktivistický prístup).

Výsledky výskumu, ktorý uskutočnili Malamitsa, Kasoutas a Kokkotas (2009) ukazujú, že začlenenie vedy z historického hľadiska do vyučovania okrem iného prispieva k rozvoju kritického myslenia študentov.

Ďalší výskum zameraný na kritické myslenie uskutočnili Oliveira a Rodrigues (2004) v Portugalsku. Cieľom autoriek bolo objasniť spojenie medzi schopnosťou riešiť problémové úlohy, kritickým myslením a pojмами a modelmi, ktoré si žiaci tvoria vo fyzike. Jeden a pol mesiaca sa experimentálna skupina zaoberala činnosťou, ktorá odrážala stratégie kritického myslenia a ktorá viedla k formovaniu modelov a pojmov vo fyzike. Paralelne s nimi v kontrolnej skupine žiaci riešili úlohy, pri ktorých sa neočakáva použitie kritického myslenia. Úlohy v oboch skupinách boli z rovnakého tematického okruhu. Výskum ukázal, že to, či učiteľ do vyučovania zaraďuje úlohy podporujúce kritické myslenie, má veľký vplyv na schopnosť žiakov riešiť problémové úlohy.

Oliveras, Márquez a Sanmartí (2013) sa zaoberali využitím novinových článkov, ako nástroja na rozvoj kritického myslenia na hodinách prírodovedných predmetov. Cieľom ich výskumu bolo zistiť, aké majú žiaci ťažkosti s kritickým čítaním novinových článkov

s vedeckým obsahom. Na dosiahnutie tohto cieľa navrhli tzv. prvky vedeckého kritického čítania, medzi ktoré zaradili (Oliveras, Márquez, Sanmartí, 2013, s. 891):

1. Určiť hlavnú myšlienku textu.
2. Určiť autorov zámer.
3. Určiť autorove predpoklady a uhly pohľadu.
4. Formulovať vedeckú otázku, na ktorú autor v článku odpovedá alebo navrhnúť vedecký experiment na overenie informácie v texte.
5. Identifikovať dáta a dôkazy, ktoré sú v texte.
6. Načrtnúť závery založené na dôkazoch.

Pri vysvetlení, čo označujú pojmom *kritické čítanie*, hovoria, že čitateľ môže zaujať vzhľadom na text viacero stanovísk a ich zaujímalo kritické stanovisko. Uvádzajú, že pomocou neho dá čitateľ do vzájomného vzťahu text a svoje vlastné presvedčenia alebo názory, aby získal čo najviac dôslednú a kompletnú interpretáciu, pričom stále berie do úvahy svoje predchádzajúce myšlienky a informácie obsiahnuté v texte. Uvádzajú, že aby bol človek kompetentný čitateľ, nestačí, aby bol schopný čítať a pochopiť text, ale taktiež je potrebné, aby čítal kriticky a posúdil, či sú napríklad dáta a argumenty, ktoré článok obsahuje, spoľahlivé. Hovoria, že čítanie znamená pochopiť, interpretovať, analyzovať a kritizovať texty (Oliveras, Márquez, Sanmartí, 2013, s. 886 – 887).

Výskum realizovali na dvoch stredných školách v Španielsku a zúčastnilo sa ho 61 žiakov vo veku 15 – 16 rokov zo štyroch rôznych tried. Vybrali dva novinové články s vedeckým obsahom tak, aby zahŕňali pojmy a teoretické modely, s ktorými žiaci vybraných škôl nedávno pracovali na hodinách. Prvý článok bol o ťažkosti odstraňovania grafitov zo skiel a žiaci mali využiť poznatky o chemických reakciách. Druhý sa venoval názorom, či plavky pomohli zlepšiť posledné olympijské rekordy a žiaci mali aplikovať poznatky z mechaniky. Žiaci počas aktivít pracovali v štvorčlenných skupinách. Výsledky naznačili, že žiaci mali najviac ťažkostí s určením autorovho zámeru a identifikovaním dát a dôkazov, ktoré sú v texte. Autori usudzujú, že schopnosť kriticky čítať text s vedeckým obsahom sa odráža najmä vo výsledkoch kategórie 6 (načrtnúť závery založené na dôkazoch), pretože práve v tejto kategórii žiaci ukazujú, či sú schopní určiť hlavné vedecké argumenty, ktoré sú v texte a porovnať ich s príslušným teoretickým modelom. Preukazujú, či sú schopní identifikovať dôkazy získané experimentom alebo z dôveryhodných zdrojov informácií a urobiť kritickú analýzu obsahu textu. Práve v tejto kategórii dosiahli žiaci najlepšie výsledky. V závere dodali, že aktivity na kritické čítanie pomohli žiakom prepojiť rôzne pojmy, ktorými sa zaoberali na prírodovedných hodinách a pomohli im použiť dané pojmy pri analýze problému z reálneho života. Taktiež

uviedli, že ciele spojené s kritickým čítaním nie je možné dosiahnuť jednou aktivitou a teda žiaci by sa mali s takýmito aktivitami stretávať pravidelne počas ich štúdia (Oliveras, Márquez Sanmartí, 2013).

Dilek Eren a Akinoglu (2013) zisťovali, aký vplyv má problémové vyučovanie na dispozície kritického myslenia študentov prvého ročníka učiteľstva prírodovedných predmetov. Problémové vyučovanie považujú za jeden z moderných spôsobov vyučovania, založený na konštruktivistickej teórii. Uvádzajú, že hlavným cieľom problémového vyučovania je vytvoriť prostredie, v ktorom sa budú študenti učiť počas celého života (Dilek Eren, Akinoglu, 2013, s. 1353 – 1354).

Výskumu sa zúčastnilo 46 študentov z Pedagogickej fakulty Univerzity Kocaeli v Turecku, ktorí boli rozdelení do experimentálnej (24 študentov) a kontrolnej skupiny (22 študentov). Výskum realizovali na predmete Všeobecná fyzika II počas 14 týždňov. Na začiatku zadali študentom z experimentálnej aj kontrolnej skupiny test kritického myslenia CCTDI (California Critical Thinking Disposition Inventory), ktorý navrhla Americká filozofická asociácia. Medzi výsledkami experimentálnej a kontrolnej skupiny nebol zistený štatisticky významný rozdiel. Experimentálnej skupine predstavili metódu problémového vyučovania a jej členov rozdelili do šesť štvorčlenných skupín. Každý študent dostal kópiu textu s opísanou problémovou situáciou a mohli spolupracovať v rámci skupiny, aby danú situáciu pochopili. Následne sa stretli s výskumníkmi, ktorí v prípade nedostatkov skupinu nasmerovali a pomohli jej. Pripomenuli študentom, ako by mali pracovať, pristupovať k zdrojom informácií a zostaviť správu o riešení danej situácie. Na ďalšej hodine si študenti v rámci svojej skupiny vymenili získané informácie a zostavili správu o riešení problémovej situácie. Následne každá skupina prezentovala svoj návrh riešenia a pod vedením výskumníka prebehla diskusia o jednotlivých návrhoch. Na začiatku ďalšej vyučovacej hodiny sa vo všeobecnosti zaoberali pojmami a javmi, ktoré sa vyskytovali v riešenej problémovej situácii. Pokiaľ to bolo potrebné, opäť prebehli diskusie, aby boli kľúčové pojmy objasnené a počas zvyšného času predstavili študentom ďalšiu problémovú situáciu. Vyučovanie kontrolnej skupiny prebiehalo tradičnou formou. Na konci zadali všetkým študentom opäť test CCTDI. Výsledky testu ukázali, že študenti experimentálnej skupiny dosiahli v celkovom počte bodov štatisticky lepšie výsledky ako študenti kontrolnej skupiny. Pomocou testu CCTDI mohli zvlášť vyhodnotiť podkategórie: analytické myslenie, objektívnosť, zvedavosť, sebadôvera, hľadanie pravdy, systematickosť. Študenti experimentálnej skupiny dosiahli štatisticky lepšie výsledky v podkategóriách zvedavosť a systematickosť. Na záver autori hovoria, že metóda problémového vyučovania mala významný vplyv na rozvoj kritického myslenia študentov.

Dodávajú, že študenti učiteľstva, ktorí majú v budúcnosti viesť žiakov ku kritickému mysleniu, by sa mali stretávať počas svojho štúdia na fakulte s prístupmi, ktoré budú rozvíjať ich vlastné kritické myslenie (Dilek Eren, Akinoglu, 2013).

2.2 Učítelia a kritické myslenie

Je nesporné, že rozvíjať kritické myslenie žiakov vo vyučovaní je dôležité. Kľúčovú úlohu v tomto procese zohráva aj učiteľ. Na postoj učiteľov k rozvíjaniu kritického myslenia žiakov bol zameraný prieskum, ktorého výsledky boli spracované do práce študentskej vedeckej konferencie (Demčáková, 2013) a časť z nich bola publikovaná aj v diplomovej práci (Demčáková, 2014).

Cieľom prieskumu bolo zistiť názory učiteľov fyziky na rozvíjanie kritického myslenia u žiakov a zistiť, či si učítelia uvedomujú dôležitosť správne položených otázok pre rozvoj kritického myslenia. Prieskum bol vykonaný dotazníkovou formou, pričom na meranie názorov učiteľov na rozvíjanie kritického myslenia bola použitá Likertova škála. Prieskumu sa zúčastnilo 22 učiteľov fyziky základných škôl, gymnázií a vysokej školy na celom Slovensku. Výsledky preukázali, že učítelia si potrebu rozvoja kritického myslenia uvedomujú. Ako vhodnú metódu vidia kladenie otázok zo strany učiteľa, ale aj otázky zo strany žiakov. Podľa vyjadrenia učiteľov, kladú žiakom veľa otázok, ktorými sa snažia kritické myslenie rozvíjať. Výhodu otázok vidia i v tom, že otázky a hľadanie odpovedí na ne, pomáha upevňovať vedomosti žiakov, aby mali trvalejší charakter. Otázku týkajúcu sa zvolenej témy dokáže položiť žiak, ktorý nad učivom rozmýšľa, dáva do súvisu jednotlivé fakty a vyvodzuje z nich závery. Pokiaľ by mu nedávali zmysel, nemôže položiť vhodnú otázku. To je prejavom jeho kritického myslenia.

Z iných prieskumov (Gerhatová, 2012 alebo Kľuvanec et al., 2010) vieme, že fyzika nepatrí medzi najobľúbenejšie predmety. Je to aj kvôli náročnosti učiva, ktorým musia žiaci prejsť. Myslíme si, že práve kritické myslenie im môže pomôcť v pochopení pojmov a zákonov, preto pokladáme jeho rozvoj za dôležitý.

Pre rozvíjanie kritického myslenia nie je dôležité len to, aby učítelia mali k dispozícii dostatok materiálov a podnetov pre žiakov, ale aby dokázali aj sami uplatniť kritické myslenie na požadovanej úrovni. Výskum zameraný na zistenie úrovne kritického myslenia pedagógov stredných škôl uskutočnila v roku 2012 Kosturková (2013). Cieľom jej práce bolo zistiť a analyzovať úroveň kritického myslenia stredoškolských pedagógov. Testovania úrovne

kritického myslenia sa zúčastnilo 286 pedagógov stredných škôl Košického a Prešovského kraja.

Keďže na Slovensku absentujú empirické zistenia týkajúce sa úrovne kritického myslenia, autorka porovnala výsledky pedagógov zo Slovenska s vybranou skupinou, ktorej respondenti sa najviac približujú našim respondentom – skupinou britských uchádzačov o pedagogickú profesiu. Ukázalo sa, že výsledky výberového súboru našich pedagógov vyznievajú oproti výsledkom britských uchádzačov o pedagogickú profesiu veľmi nepriaznivo. Na základe tejto skutočnosti konštatuje, že úroveň kritického myslenia našich stredoškolských učiteľov bola pod priemerom dosiahnutým uvádzanými britskými respondentmi. Pedagógovia stredných škôl Prešovského a Košického kraja dosiahli v kritickom myslení neuspokojivé výsledky.

Autorka tiež uvádza, že učitelia do 10 rokov praxe sú schopní flexibilnejšie reagovať na spoločenské požiadavky v rámci procesu transformácie škôl ako učitelia dlhodobejšie pracujúci v školstve. Domnievame sa však, že použitie rokov praxe ako diferenciálneho atribútu nie je celkom korektné – flexibilita skôr súvisí s fyzickým vekom, než s dĺžkou praxe.

Týmto výskumom sa potvrdili aj zistenia Petrasovej (2009, s. 9), že „naši pedagógovia nie sú dostatočne pripravení ako kriticky mysliaci učitelia.“

Lazarová (2005) výskumom preukázala, že hoci si učitelia uvedomujú potrebu vzdelávať sa, veľká časť z nich vidí problém v čase alebo peniazoch a 40 % z nich považuje vzdelávanie za psychicky a fyzicky vyčerpávajúcu záťaž.

2.3 Kritické myslenie versus vedomosti

Predtým, ako sa začneme zaoberať vedomosťami vo vzťahu ku kritickému mysleniu, zamyslime sa, čo je cieľom vyučovania fyziky. Demkanin (2018, s. 20 – 21) uvádza, že ciele a obsah fyzikálneho vzdelávania možno rozdeliť na:

- A. Ciele (a obsah) súvisiace so vzťahom spoločnosti k vede, k ľudskej aktivite.
- B. Ciele (a obsah) súvisiace s metódami prírodných vied.
- C. Ciele (a obsah) súvisiace s fyzikálnymi poznatkami.

Posledný z cieľov môžeme rozdeliť na:

- C1. Poznatky potrebné na rozvíjanie metód, poznania postupov bádania a na rozvíjanie vzťahu k vede, k ľudskej aktivite.
- C2. Poznatky súvisiace s atribútmi určujúcimi kvalitu života jednotlivca i spoločnosti a s všeobecnou prírodovednou kultúrou.

K napĺňaniu cieľa B. by žiaci počas štúdia mali vykonať niekoľko experimentov, pri ktorých sa učia pracovať vedeckými metódami. Znamená to, že by mali po nastolení problémovej situácie sami odhaliť problém, stanoviť si výskumnú otázku, formulovať hypotézu, ktorú následne overia a na základe získaných informácií a dát vyhodnotia.

Keď sa bližšie pozrieme na etapy riešenia experimentu a na kognitívne zručnosti vystihujúce podstatu kritického myslenia, ktoré sme charakterizovali v časti 1.2 (Facione, 1990), zistíme, že v niektorých fázach uskutočňovaného experimentu je nevyhnutné, aby žiaci tieto spôsobilosti využili. Preto môžeme tvrdiť, že pri vhodnej experimentálnej činnosti žiakov dochádza k rozvoju kritického myslenia. Ako príklad môžeme uviesť problémovú situáciu z technickej praxe, kde žiaci využitím metódy reálneho experimentu kombinovaného s appletom kriticky zhodnotia, nakoľko rozumná je hodnota nebezpečného dostrelu udávaná výrobcom v návode ku vzduchovej pištoli (Velmovská, Bartošovič, 2014),

V roku 1998 vyšla séria článkov Milana Hejného (1998a, 1998b, 1998c), v ktorých sa autor zamýšľal nad cieľmi vyučovania matematiky a jej miestom vo vyučovaní. Nachádzame paralelu medzi problémami vyučovania matematiky a fyziky (a iných prírodovedných predmetov). Autor uvádza argumenty odporcov matematiky, pre ktoré by malo dôjsť k útlmu matematiky na školách a následne tieto „protimatematické“ argumenty analyzuje. Jeden z nich hovorí o tom, že matematika rozvíja intelektuálne schopnosti človeka, hoci pre to neexistuje žiadny objektívny dôkaz. Preto sa autor zamýšľal nad tým, ktoré kognitívne schopnosti žiaka matematika rozvíja. Nachádza tieto:

- logické myslenie;
- tvorivosť (hodnotením originálnych myšlienok žiakov);
- reťazenie čiastkových intelektuálnych činností do komplexnejšieho postupu;
- porozumenie informačne zovretému (či dokonca znakovému) textu (napríklad cestovnému poriadku);
- porozumenie procesu, ktorý je opísaný algoritmom (vývojovým diagramom, programom v niektorom programovom jazyku);
- opísanie procesu (napríklad geometrickej konštrukcie) korektným algoritmom;
- odhaľovanie kauzálnych nepresností a chýb (tých je nadostač všade okolo nás);
- presné vyjadrenie vlastnej myšlienky;
- organizovanie súboru údajov a jeho triedenie a hierarchizácia;
- zachytenie súboru javov pomocou znakového systému, tabuľky alebo grafu;
- manipulácia s idealizovanými a abstraktnými pojmami;

- kritické hodnotenie myšlienky iného človeka;
- práca s kvantifikovanými výrokmi;
- štruktúrovanie istej skúmanej oblasti;
- rovinná a priestorová predstavivosť;
- hľadanie riešiteľských stratégií;
- prenášanie myšlienok z jednej situácie do situácie podobnej;
- prekonávanie stereotypných (štandardných) postupov postupmi nápaditejšími a efektívnejšími atď.

Ciele vyučovania matematiky zamerané na výkonnosť žiaka považuje za najnižšie a ciele spojené s kultúrou a výchovou prispievajúce k osobnostnému rastu žiaka, k jeho hodnotovému systému, k jeho vzťahu k spoločnosti, či k jeho občianskemu vyzrievaniu považuje za najvyššie. Autor pri sprostredkovaní učiva žiakom vyzdvihuje činnostnú orientáciu vyučovania, učenie sa zo skúseností a z vlastnej aktívnej práce žiaka.

Autor v závere na základe uvedených argumentov prichádza k záveru, že vyučovanie matematiky má svoje hlboké opodstatnenie. Hoci články vyšli pred vyše dvadsiatimi rokmi, sú aktuálne dodnes, pričom ich problematika sa netýka iba vyučovania matematiky, ale primerane i iných prírodovedných predmetov, a teda aj fyziky.

Taktiež Lamanauskas (2012, s. 300) sa zmieňuje, že by sme nemali v škole zabúdať na prírodovednú gramotnosť. Informácie získané na základnej škole by mali žiakom pomôcť osvojiť si metódy vedeckého výskumu pri pozorovaní a analýze javov vznikajúcich v prírode, pri rozvíjaní schopnosti zhromažďovať a využívať údaje, pri poznávaní spôsobu, ako prijať prírodné fakty a javy, pri využívaní schém, tabuliek, diagramov atď. a pri predikcii následného javu pri zmene podmienok experimentu.

Slovenskí žiaci sú úspešní na medzinárodných olympiádach a súťažiach, kde preukazujú, že majú nadpriemerné vedomosti na teoretickej úrovni. V roku 2018 sa medzinárodné kolo TMF (Turnaj mladých fyzikov) konalo v Pekingu a Slovensko sa umiestnilo na 7. mieste spomedzi 32 zúčastnených krajín a spolu s Nemeckom a Poľskom sa tak zaradilo medzi tri najúspešnejšie európske krajiny (FMFI, 2019, s. 30). V roku 2017 obsadilo Slovensko na medzinárodnej fyzikálnej olympiáde 9. miesto zo 43 zúčastnených európskych krajín (Juventa, 2017, s. 3).

Na druhej strane sú zaujímavé zistenia medzinárodného testovania OECD PISA 2018. Cieľom bolo hodnotiť výsledky vzdelávania v kontexte krajín OECD na vzorke 15-ročných žiakov. PISA testuje výkony v oblasti prírodovednej, matematickej a čitateľskej gramotnosti.

„Jedným výsledkom je informácia o tom, na akej úrovni zvládli títo žiaci osvojenie si zručností, ktoré sú v súčasnosti celosvetovo považované za dôležité, a to nielen pre úspešný vstup na trh práce: schopnosť riešiť problémy, schopnosť kriticky myslieť, vyvodit' logické závery, v texte vyhľadať potrebné informácie, rozlíšiť dôveryhodnosť zdroja informácií a pod.“ (Miklovičová, Valovič, 2019, s. 6).

Hodnota priemerného výkonu, ktorý dosiahli žiaci z krajín OECD, bola v cykle PISA 2006 nastavená na 500 bodov, pričom slovenskí žiaci dosiahli v prírodovednej gramotnosti v spomínanom cykle PISA (2006) výkon 488 bodov, teda pod priemerom krajín OECD. V oblasti prírodovednej gramotnosti sa priemerná hodnota výkonu, ktorý dosiahli žiaci v cykle PISA 2018, znížila v rámci krajín OECD. Naši žiaci dosiahli výsledky, ktoré boli pod priemerom ostatných krajín.

Vo všetkých doteraz realizovaných cykloch testovania (okrem PISA 2003, kedy Slovensko dosiahlo skóre na úrovni priemeru OECD) bolo priemerné skóre Slovenska v prírodovednej gramotnosti pod priemerom krajín OECD (Miklovičová, Valovič, 2019, s. 48 – 50).

Hoci naši žiaci disponujú pomerne veľkým množstvom vedomostí, majú priemerné schopnosti pracovať s nimi. Nemajú potrebné kompetencie na ich úspešné využitie pri riešení problémov. „Pri testovaní prírodovednej gramotnosti PISA vymedzila tri základné kompetencie, ktorými sú identifikácia prírodovedných otázok, vysvetľovanie javov pomocou prírodných vied a používanie vedeckých dôkazov. Tieto tri kompetencie boli vybrané kvôli ich dôležitosti z hľadiska uplatňovania prírodných vied a kvôli ich prepojeniu s induktívnym (vytváranie všeobecných záverov z jednotlivých faktov) a deduktívnym (odvodzovanie konkrétnych faktov zo všeobecných) uvažovaním, systémovým myslením, kritickým rozhodovaním sa, vytváraním a komunikáciou argumentov a vysvetlení s využitím údajov“ (Rehúš, 2008, s. 5).

Porovnanie medzi úrovňou kritického myslenia a vedomosťami z fyziky uvádza vo svojej štúdii Gavora (1995, s. 11 – 13). Vychádza z výskumu Yli-Luoma (1992, podľa Gavora, 1995, s. 11 – 13), ktorý uskutočnil v roku 1992 porovnávaciu analýzu úrovne kritického myslenia žiakov viacerých štátov (Austrália, Anglicko, Fínsko, Maďarsko, Taliansko, Švédsko a USA). Vzorku tvorili žiaci vo veku 14 a 18 rokov. Za základ mu slúžili údaje z medzinárodného overovania výkonov žiakov (IEA) v prírodovedných disciplínach, z ktorých vybral položky zamerané na kritické myslenie. „V úrovni kritického myslenia boli medzi vybranými krajinami veľké rozdiely. V úrovni fyzikálnych vedomostí nie sú medzi krajinami také veľké rozdiely, ako to bolo pri kritickom myslení. I žiaci, ktorí mali horšie kritické myslenie (Švédsko,

Maďarsko), preukázali veľmi dobré vedomosti z fyziky. To naznačuje, že v týchto krajinách sa vyučovanie zameriava viac na rozširovanie vedomostí, ako na rozvoj kritického myslenia žiakov. Vo všetkých skúmaných krajinách boli žiaci lepší v teste fyzikálnych vedomostí ako v úlohách zameraných na kritické myslenie. Výnimku tvorili len žiaci Austrálie.“ (Gavora, 1995, s. 13). Na základe výsledkov tohto výskumu môžeme konštatovať, že dobré vedomosti z fyziky nie sú jediným predpokladom dobrého kritického myslenia.

Prieskum zameraný na zisťovanie vplyvu fyzikálneho obsahu na úspešnosť riešenia úloh vyžadujúcich uplatnenie kritického myslenia, sme realizovali aj v rámci diplomovej práce (Trúsiková, 2018). Vychádzajúc z integrovaného modelu myslenia, ktorý od spolupracovníkov z Univerzity v Severnej Iowe prevzala a upravila Kolláriková (1995), sme usudzovali, že úlohy s fyzikálnym obsahom budú mať nižšiu úspešnosť riešenia, pretože vedomostný základ je východisko pre ďalšie procesy, medzi ktoré patrí aj kritické myslenie. Teda skôr ako by mohli žiaci uplatniť kritické myslenie pri riešení úloh s fyzikálnym obsahom, potrebujú mať určité vedomosti z danej oblasti. Nakoľko im môžu tieto vedomosti pri riešení chýbať, domnievali sme sa, že úspešnosť riešenia bude nižšia, ako pri riešení úloh bez fyzikálneho obsahu.

Taktiež sme sa domnievali, že žiaci, ktorí absolvovali viac rokov školskej dochádzky, mali viac príležitostí na rozvíjanie kritického myslenia na rôznych vyučovacích predmetoch, a preto budú riešiť úlohy zamerané na uplatnenie kritického myslenia s vyššou úspešnosťou, ako žiaci, ktorí absolvovali menej rokov školskej dochádzky.

Na získanie dát sme použili test (príloha A, B) pozostávajúci z úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia. Päť úloh bolo s fyzikálnym obsahom a päť bez fyzikálneho obsahu. Do prieskumu sa zapojilo 160 žiakov od 7. ročníka základnej školy až po 3. ročník gymnázia.

Výsledky prieskumu ukázali, že žiaci, ktorí riešili nami navrhnutý test, dosiahli štatisticky lepšie výsledky v úlohách bez fyzikálneho obsahu. Sme presvedčení, že všetci riešitelia sa stretli s pojmi, ktoré sme použili v úlohách s fyzikálnym obsahom. Avšak domnievame sa, že nie všetkým dobre porozumeli a teda chýbal im vedomostný základ, ktorý by ďalej použili pri kritickom myslení. Tento výsledok je v súlade s integrovaným modelom myslenia (Kolláriková, 1995) ako aj s výskumom Yli-Luoma (1992, podľa Gavora, 1995, s. 11 – 13).

Porovnanie dosiahnutých výsledkov niektorých ročníkov naznačuje, že dĺžka školskej dochádzky môže mať pozitívny vplyv na úroveň kritického myslenia. Avšak v každom ročníku sme mali pomerne malý počet respondentov (najmenej respondentov bolo v kvinte – 8 a najviac respondentov bolo z 3. ročníka gymnázia – 45), čo je limitujúcim faktorom širšej generalizácie.

3 INDIKÁTORY NA POSUDZOVANIE ÚROVNE KRITICKÉHO MYSLANIA

Pri stanovovaní indikátorov na posudzovanie úrovne kritického myslenia žiakov vo vyučovaní fyziky sme vychádzali z kognitívnych zručností kritického myslenia, ktoré bližšie charakterizovala Americká filozofická asociácia (Facione, 1990). Medzi zručnosti zaradili interpretovať, analyzovať, hodnotiť, usudzovať, vysvetliť a sebaregulovať. Spomínanú charakteristiku jednotlivých zručností sme uviedli v časti 1.2.1.

Taktiež sme vychádzali zo štandardu, ktorý vypracovali riešitelia projektu *Čítaním a písaním ku kritickému mysleniu*. Uviedli indikátory, ktoré poukazujú na to, že žiak používa kritické myslenie v matematike a prírodovedných predmetoch (Crawford et al., 2005, s. 219):

1. Žiak dokazuje, že je schopný formulovať vlastnú hypotézu, ktorou preukáže určité poznatky o danej situácii.
2. Žiak získava, vhodne triedi, kvantifikuje a vhodne prezentuje dáta.
3. Žiak zosumarizuje a analyzuje nové dáta vo vzťahu k predchádzajúcim vedomostiam.
4. Žiak načrtne odôvodnené a obhájiteľné závery z výsledkov analýzy.
5. Žiak vysvetlí výsledky analýzy odôvodnenými a obhájiteľnými argumentmi.

Tiež charakterizovali, kedy sa žiak potrebuje v niektorých oblastiach ešte zlepšiť, kedy je jeho použitie kritického myslenia postačujúce a kedy vynikajúce (Crawford et al., 2005, s. 219).

3.1 Charakteristika indikátorov na posudzovanie úrovne kritického myslenia

Na základe spomenutých východísk stanovujeme nasledovné indikátory hodnotenia kritického myslenia vo vyučovaní fyziky:

1. Formulovanie hypotéz.
2. Získavanie relevantných informácií a dát.
3. Analýza a hodnotenie získaných informácií a dát.
4. Stanovenie záverov z výsledkov analýzy a hodnotenia.
5. Uvedenie argumentov, ktoré podporia stanovené závery.
6. Sebaregulácia.

Formulovanie hypotéz patrí medzi integrované spôsobilosti vedeckej práce (Held et al., 2011) a jeho cieľom je vytvoriť odôvodnený predpoklad, ktorý opisuje vzťahy medzi premennými. Hypotéza vychádza z faktov a musí byť overiteľná. Na každý jav je možné vytvoriť niekoľko hypotéz (Lapitková et al., 2015b, s. 22). Podľa Americkej filozofickej

asociácie je dôvodenie človeka, ktorý dobre kriticky myslí, dôveryhodné a takýto človek je spravidla dobre informovaný (Facione, 1990, s. 2). A teda, ak má žiak vytvoriť odôvodnený predpoklad, ktorý vychádza z faktov, musí využiť aj kritické myslenie. Taktiež na to, aby žiak vytvoril hypotézu, kde opíše vzťahy medzi premennými, potrebuje využiť aj kritické myslenie, pretože medzi kognitívne zručnosti kritického myslenia patrí aj zručnosť analyzovať, využitím ktorej človek identifikuje vzťahy, čo sú ešte len zamýšľané, ako aj tie, ktoré sú už dokázané (Facione, 1990, s. 7). Pokiaľ sa žiak dostane do situácie, kedy potrebuje na daný jav vytvoriť niekoľko hypotéz, alebo ak pracuje v skupine, v ktorej každý člen navrhuje inú hypotézu, je potrebné aby bol flexibilný v zvážení alternatív. Túto vlastnosť odborníci zaraďujú medzi dispozície, ktoré prispievajú k rozvoju kritického myslenia (Facione, 1990, s. 13).

Získavanie relevantných informácií a dát patrí medzi neodmysliteľné súčasti vyučovania fyziky. Na internete alebo v knižných zdrojoch je v súčasnosti dostupné nespočetné množstvo informácií, no na to, aby žiak našiel tie, ktoré sú pre neho relevantné, potrebuje použiť kritické myslenie. Tento proces môže byť zdĺhavý, avšak, podľa Americkej filozofickej asociácie, človek, ktorý dobre kriticky myslí, hľadá relevantné informácie usilovne (Facione, 1990, s. 2). Takýto človek sa taktiež zameriava na skúmanie a vytrvalo hľadá výsledky, ktoré sú také presné, ako to predmet a okolnosti skúmania dovoľujú (Facione, 1990, s. 2). Vo vyučovaní fyziky získava žiak dáta pozorovaním, meraním alebo experimentom. Odborníci tiež tvrdia, že človek, ktorý dobre kriticky myslí, je systematický v komplexných záležitostiach (Facione, 1990, s. 2). Myslíme si, že táto vlastnosť sa môže prejaviť v spôsobe, akým si žiak získané dáta zaznamená.

Analýza a hodnotenie získaných informácií a dát sú kľúčové v empirickom získavaní poznatkov. Zručnosti analyzovať a hodnotiť patria medzi kognitívne zručnosti kritického myslenia. Na to, aby mohol žiak analyzovať dáta, identifikovať vzťahy medzi nimi a následne ich hodnotiť a posúdiť logickú silu medzi nimi, ich najskôr potrebuje spracovať. Vo vyučovaní fyziky sa často stretávame so spracovaním dát vo forme tabuľky alebo grafu. Pri analýze a hodnotení potrebuje byť žiak racionálny vo výbere a použití kritérií, na základe ktorých informácie a dáta posúdi. Aj túto vlastnosť zaradili odborníci medzi dispozície, ktorých posilňovanie prispeje k rozvoju kritického myslenia (Facione, 1990, s. 13).

Stanovenie záverov z výsledkov analýzy a hodnotenia je kľúčové pri hľadaní odpovedí na skúmanú otázku alebo pri overovaní hypotézy. Podľa Americkej filozofickej asociácie je človek, ktorý dobre kriticky myslí, okrem iného nezaujatý v hodnotení, ochotný znova zvažovať a obozretný pri posudzovaní (Facione, 1990, s. 2). Tieto vlastnosti sú veľmi dôležité, ak má žiak na základe analyzovaných a zhodnotených dát vysloviť odpoveď na skúmanú

otázku. Pokiaľ má stanoviť závery z analýzy tabuľky alebo podľa čiary grafu, ktorú zostrojil tak, že namerané dáta preložil nejakou vhodnou funkciou, je veľmi dôležité, aby bol obozretný a zhodnotil, či môže svoje závery zovšeobecniť aj pre oblasti, v ktorých údaje nemeral. Je potrebné, aby využil zručnosti usudzovať a vysvetliť, ktoré patria medzi kognitívne zručnosti kritického myslenia.

Uvedenie argumentov, ktoré podporia stanovené závery je dôležitá súčasť vedeckého poznávania. Ak má žiak odôvodniť svoje uvažovanie a prezentovať ho vo forme argumentu, potrebuje uplatniť kognitívnu zručnosť kritického myslenia – vysvetliť. Potrebuje dôverovať procesom odôvodneného skúmania, prepojiť nové informácie s predchádzajúcimi vedomosťami a byť obozretný pri odložení, vytvorení alebo zmenení úsudku. Aj tieto vlastnosti patria k dispozíciám, ktorých rozvoj prispieva k rozvoju kritického myslenia (Facione, 1990, s. 13).

Sebaregulácia je činnosť, pri ktorej sa človek zamýšľa nad vlastným uvažovaním. Podľa Americkej filozofickej asociácie je človek, ktorý dobre kriticky myslí, okrem iného ochotný znova zvažovať svoje kroky, čestný, ak čelí osobným predsudkom, obozretný pri posudzovaní, ale aj vytrvalo hľadá výsledky (Facione, 1990, s. 2). Ak žiak odpovie na skúmanú otázku alebo overí hypotézu, je dôležité, aby posúdil svoje uvažovanie a myslíme si, že môže pri tom využiť spomenuté vlastnosti. Potrebuje sa zamyslieť nad tým, kde získal informácie a ako uviedol ich zdroje. Je dôležité, aby posúdil, či použil vhodnú metódu na získavanie údajov a kde mohli nastať chyby pri meraní. Taktiež by sa mal zamyslieť nad tým, akou formou zaznamenal, spracoval a prezentoval získané údaje. Je dôležité, aby posúdil svoje uvažovanie pri stanovení záverov a uvedení argumentov. Zhodnotil, či sa na danú situáciu nemôže pozrieť ešte z nejakého iného uhlu pohľadu, ktorý by mohol vniesť niečo nové do jeho uvažovania. Prípadne navrhol nejaký iný odôvodnený predpoklad, ktorý opíše iné vzťahy medzi premennými, ak na základe získaných a analyzovaných dát zamietol svoju pôvodnú hypotézu.

3.2 Príklady úloh na indikátory na posudzovanie úrovne kritického myslenia

Príklady úloh na jednotlivé indikátory môžeme nájsť v učebniciach fyziky pre základné školy, ktorých spracovanie vychádza z konštruktivistickej pedagogickej teórie. Sú tu zdôraznené postupy súvisiace s empirickým modelom poznávania a s ním súvisiaca grafická metóda zobrazovania (Lapitková, 2011, s. 90). Učebnice vo veľkej miere vychádzajú z programu FAST (Foundation Approaches in Science Teaching), v ktorom sa chápe prírodovedné vzdelávanie ako konštruovanie poznatkov žiaka. Žiaci, ktorí sú organizovaní

v skupinách, objavujú súvislosti medzi pojmami samostatne, pričom im pomáha učiteľ. Učenie sa chápe ako individuálny, ale aj ako sociálny proces (Young, 1997, s. 27).

Učebnice fyziky pre základné školy majú pracovno-náukový charakter. Do značnej miery sa odlišujú od učebníc z predchádzajúcej koncepcie, ktoré vznikli v rámci reformy školstva v rokoch 1976 – 1985. Rozdiely sú tak v celkovej štruktúre, ako aj v spôsobe, postupe zavádzania pojmov. Fyzikálne pojmy si žiak osvojuje cez riešenie úloh, realizáciou pokusov a len malá časť vzdelávacieho obsahu sa žiakovi vysvetľuje opisom. Tento spôsob spracovania učebnice podporuje aktívne poznávanie a učenie sa stratégiám, postupom práce pri experimentovaní, meraní a spracovaní výsledkov merania. Ak učiteľ bude zavádzať fyzikálne pojmy prostredníctvom riešenia úloh a vykonávaním pokusov a žiak zodpovie príslušné otázky uvedené v učebnici, mal by si pri tom osvojiť aj súbor zručností a návykov (Lapitková, 2010, s. 8).

S vyslovením hypotézy sa žiaci na hodinách fyziky stretávajú po prvý raz v šiestom ročníku, kde riešia úlohu, v ktorej zisťujú, čo platí o hladine kvapalín v pohároch. Následne odpovedajú na otázku (Lapitková et al., 2015a, s. 15): „Vedel by si vysvetliť správanie hladiny kvapalín? Vyslov svoju hypotézu.“ Na ilustráciu uvedieme ešte jeden príklad. Žiaci siedmeho ročníka navrhujú a realizujú pokus, v ktorom by dokázali, že jednoduchý kalorimeter zabraňuje výmene tepla. Súčasťou pokusu je aj časť, kde má žiak sformulovať predpoklad (hypotézu), ako pokus dopadne (Lapitková et al., 2010, s. 69).

Na základnej škole získavajú žiaci relevantné informácie a dáta pozorovaním, meraním, alebo experimentom. Väčšina úloh je navrhnutá tak, že žiaci v nich aplikujú uvedené empirické metódy práce. Avšak riešia aj úlohy, kedy si majú nejakú informáciu vyhľadať a zapísať použité zdroje. S prvou takouto úlohou sa stretávajú na začiatku šiesteho ročníka, kde majú v časti *V čom je fyzika užitočná* zistiť, kedy sa v medicíne začal využívať röntgen, ako sa volal prvý kozmonaut a v ktorom roku vykonal let do vesmíru alebo zisťujú, v ktorých rokoch približne začali ľudia u nás bežne používať mobilné telefóny (Lapitková et al., 2015a, s. 9). V ďalších ročníkoch zisťujú a zaznamenávajú napríklad, aká najvyššia a najnižšia teplota bola nameraná na Slovensku (Lapitková et al., 2010, s. 12), informácie o posledných zatmeniach Slnka alebo Mesiaca (Lapitková et al., 2012a, s. 17), informácie o rýchlostiach šírenia zvuku vo vzduchu, pohybu Zeme okolo Slnka (Lapitková et al., 2012a, s. 156), či informácie o využití iskrového výboja v praxi (Lapitková et al., 2012b, s. 93).

Analýza a hodnotenie získaných informácií a dát je neoddeliteľná súčasť prírodovedného vzdelávania. Žiaci na hodinách fyziky napríklad porovnávajú vlastnosti kvapalín a plynov, ktoré stanovili pozorovaním (Lapitková et al., 2015a, s. 32). Tiež analyzujú graf závislosti

teploty od času v priebehu dňa, aby mohli teplotu zapísať vo forme tabuľky a následne vypočítať priemernú hodnotu (Lapitková et al., 2010, s. 16). Analyzujú aj grafy závislosti dráhy od času alebo rýchlosti od času, aby mohli porovnať, ktoré auto sa pohybovalo rýchlejšie (Lapitková et al., 2012a, s. 159) alebo analyzujú a hodnotia údaje z tabuľky, aby mohli stanoviť, pre ktorú z uvedených súčiastok neplatí Ohmov zákon (Lapitková et al., 2012b, s. 53).

Úlohy v učebniciach sú navrhnuté tak, že žiakom nie sú podávané hotové poznatky, ale musia sami realizovať merania a experimenty, z ktorých potom sami vyslovia závery. Na ilustráciu uvedieme niekoľko príkladov. Žiaci určujú, aký je vzťah medzi hmotnosťou nádoby so závažiami a hĺbkou jej ponorenia do vody (Lapitková et al., 2015a, s. 75), od čoho závisí výsledná teplota pri zmiešavaní horúcej a studenej vody (Lapitková et al., 2010, s. 72). Alebo určujú vlastnosti obrazu v zrkadle (Lapitková et al., 2012a, s. 42), či vyslovujú záver pre veľkosť elektrického prúdu na základe meraní (Lapitková et al., 2012b, s. 44).

Žiaci sú vedení k tomu, aby uviedli svoje vysvetlenia, prípadne zdôvodnenia. V časti 5.1.2 sa budeme bližšie venovať otázke, kedy možno žiakovo vysvetlenie považovať za argument. Tu na ilustráciu uvedieme niekoľko úloh, kde majú žiaci uviesť tvrdenia podporujúce vyslovené závery alebo zdôvodnenia. Riešia napríklad úlohu, kde majú zdôvodniť, prečo si vybrali daný odmerný valec na odmeranie stanoveného objemu (Lapitková et al., 2015a, s. 24), alebo si vyberajú jedno z uvedených možných vysvetlení opätovného zovretia vody v banke a svoj výber majú zdôvodniť (Lapitková et al., 2010, s. 24 – 25). Taktiež majú vysloviť argumenty, ktoré by použili na podporu tvrdenia, že slnečné svetlo je forma energie (Lapitková et al., 2012a, s. 11), či riešia úlohu, kde majú dokázať, alebo vyvrátiť tvrdenie „So zvyšujúcou sa koncentráciou kuchynskej soli vo vode sa zväčšuje v elektrickom obvode prúd.“ (Lapitková et al., 2012b, s. 85).

Ako sme už spomenuli, učebnice fyziky majú pracovno-náukový charakter. Žiaci sa musia taktiež zamýšľať nad chybami meraní, prípadne nad možnými spresneniami meraní. Často musia tiež uviesť, či sa potvrdil ich predpoklad a v prípade, že nie, zamýšľajú sa nad možnými príčinami. Uvedieme niekoľko príkladov úloh, kde vidíme možnosť uplatnenia zručnosti sebaregulovať. Žiaci sa učia merať dĺžku. Následne riešia úlohy, kde merajú rozmery učebnice a v prípade, že sa nezhoduje ich meranie s výsledkami spolužiakov, snažia sa určiť, kde mohlo dôjsť k chybe (Lapitková et al., 2015a, s. 54). V inom prípade pozorujú ako sa kvapalina v trubičke pohybuje a prezentujú pred triedou svoje vysvetlenia. Následne majú určiť, ktoré vysvetlenie sa im javí ako najlepšie (Lapitková et al., 2010, s. 5). V ôsmom ročníku vytvárajú zariadenie, ktorým dokážu platnosť zákona odrazu svetla. Potom sa zamýšľajú, ako by sa dalo zariadenie zlepšiť (Lapitková et al., 2012a, s. 44). V deviatom ročníku porovnávajú

vypočítaný odpor tuhy s nameranými hodnotami a zamýšľajú sa nad príčinami, ktoré spôsobili rozdiely medzi danými hodnotami (Lapitková et al., 2012b, s. 56).

V učebniciach sú taktiež uvedené aj komplexné úlohy, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie viacerých indikátorov kritického myslenia. V nasledujúcej časti uvedieme niekoľko z nich.

V učebnici Fyzika pre 6. ročník ZŠ môžeme nájsť v časti 2.2 *Vplyv objemu a tvaru telies na ich správanie vo vode* nasledovnú úlohu (Lapitková et al., 2015a, s. 79): „Zisti, aké množstvo vody je potrebné naliať do škatule od džúsu na jej úplné potopenie vo vode.“ Žiak má najskôr odhadnúť množstvo vody, ktoré bude na potopenie potrebné. Svoj predpoklad zapisuje do tabuľky. Napriek tomu, že v úlohe nie je uvedený pojem hypotéza, domnievame sa, že v tomto prípade uvádza žiak odôvodnený predpoklad. Následne ho overuje a teda získava relevantné informácie a dáta, ktoré si zapisuje do tabuľky. Súčasťou úlohy sú aj dve sprievodné otázky. V prvej z nich má žiak povedať, či sa jeho predpoklad potvrdil. Teda musí analyzovať a hodnotiť dáta, ktoré získal meraním. Tie následne použije, aby vyslovil záver a teda povedal, aké množstvo vody je potrebné na úplné potopenie škatule. Druhá otázka znie: „Ako si vysvetľuješ správanie veľkej škatule, ktorú naplníme po okraj vodou a vložíme do vedra s vodou?“ (Lapitková et al., 2015a, s. 79). Žiak uvedie svoje vysvetlenie, ktorým podloží stanovený záver. Pokiaľ sa stanovený predpoklad potvrdil, začlení si novú vedomosť do existujúcej štruktúry. Avšak v prípade, že sa predpoklad nepotvrdil, je dôležité, aby sa zamyslel, prečo stanovil daný objem, aby zhodnotil prípadné chyby merania alebo chyby v uvažovaní, či zovšeobecnení výsledku. Teda musí využiť kognitívnu zručnosť kritického myslenia sebaregulovať.

V učebnici Fyzika pre 7. ročník ZŠ je v časti 5.4. *Výmena tepla medzi kovmi a vodou* pokus (Lapitková et al., 2010, s. 73 – 75), kde žiaci zisťujú výslednú teplotu kovu a vody v kalorimetri po dosiahnutí tepelnej rovnováhy. Podľa krokov uvedených v postupe získavajú dáta. Avšak skôr ako výslednú teplotu odmerajú, vyslovujú predpoklad. Opäť sa domnievame, že ide o odôvodnený predpoklad. V prvých dvoch sprievodných otázkach sa žiaci zamýšľajú, či sa predpoklady zhodovali so skutočnosťou a ktorý z nich bol najbližšie k odmeranej hodnote. Myslíme si, že v prípade, že sa predpoklady nezhodovali so skutočnosťou, sa žiaci môžu zamyslieť nad dôvodmi, prečo stanovili práve takú hodnotu teploty, teda uplatňujú zručnosť sebaregulovať. V ďalšej otázke porovnávajú rozdiely teplôt pre vodu a kovy a teda analyzujú a hodnotia získané dáta. Následne sa zamýšľajú, či sa dá z číselných hodnôt vysloviť nejaký záver. V doplnujúcej časti experimentu žiaci zostrojili vlastnú čiaru grafu pre každý kov a v otázke číslo štyri sa zamýšľajú nad tým, ako si skutočnosť vysvetľujú a uvádzajú svoje

argumenty. Posledná otázka sa týka nepresností a chýb merania. Žiak ich vyhodnotí a zamyslí sa, v akých podmienkach môže považovať stanovené závery za platné, teda opäť uplatňuje sebareguláciu.

Žiaci ôsmeho ročníka hľadajú v téme *Práca. Výkon. Energia*. vzťah medzi prácou, polohovou a pohybovou energiou (Lapitková et al. 2012a, s. 180 – 181). Využívajú pri tom gumenú loptičku, ktorú nechajú z určitej výšky dopadnúť na podlahu a odraziť sa. Žiaci vypočítajú prácu potrebnú na zdvihnutie loptičky do výšky 1,5 m. Taktiež počítajú polohovú energiu v danej výške. Potom majú urobiť predpoklad o veľkosti pohybovej energie tesne pred dopadom loptičky na podlahu a tesne po odraze. Domnievame sa, že v tomto prípade pôjde opäť o odôvodnené predpoklady. Následne loptičku nechajú dopadnúť a zaznamenajú výšku, do ktorej sa odrazí, teda získavajú dáta. Potom žiaci odpovedajú na otázky, kde majú stanoviť vzťah medzi vykonanou prácou a polohovou energiou v pôvodnej výške, teda stanovujú závery. Taktiež majú vysvetliť vzťah medzi prácou, polohovou a pohybovou energiou loptičky pred prvým odrazom od podlahy a teda uviesť argumenty, ktoré podporia stanovené závery. Následne zhodnotia rozdiel medzi polohovou energiou loptičky na začiatku a po prvom odraze a zamýšľajú sa nad otázkou, či sa mohla časť energie stratiť. Myslíme si, že pri takomto zhodnotení je dôležité, aby dávali nové vedomosti do súvisu s predchádzajúcimi. V prípade, že stanovené závery nie sú v súlade s ich predchádzajúcimi vedomosťami, musia ich pozmeniť alebo sa zamyslieť nad tým, či bol experiment vykonaný správne.

V učebnici Fyzika pre 9. ročník ZŠ je v časti 2.9 *Zapájanie spotrebičov v elektrickom obvode* za sebou uvedená nasledovná úloha (Lapitková et al., 2012b, s. 65): „Z meraní napätia a prúdu v elektrickom obvode so spotrebičmi zapojenými za sebou zovšeobecniť pravidlá, ktoré platia pre veľkosť prúdu, napätia a odporu v takomto obvode.“ Žiaci pracujú v skupinách a postupujú podľa uvedených krokov. Podľa schémy zapoja elektrický obvod a odmerajú elektrický prúd na viacerých miestach. Analogicky postupujú pri meraní napätia. Všetky získané údaje zaznamenajú. Následne ich analyzujú a hodnotia – porovnávajú súčty napätí na svorkách žiaroviek s celkovým napätím v obvode a porovnávajú súčet vypočítaných odporov žiaroviek s celkovým odporom. Potom vyslovujú záver svojich meraní. Jedna zo sprievodných otázok znie: „Čo sa stane v elektrickom obvode, ak jednu zo žiaroviek vykrútiš z objímky? Over svoj predpoklad.“ (Lapitková et al., 2012b, s. 66). Myslíme si, že žiakov predpoklad je opäť odôvodnený. Po jeho overení môže zhodnotiť, či sa zhoduje so skutočnosťou alebo nie a zamyslieť sa nad dôvodmi, prečo ho stanovil, teda uplatní zručnosť sebaregulovať. Podobnú úlohu riešia aj pri paralelnom zapojení (Lapitková et al., 2012b, s. 68).

4 MOŽNOSTI ROZVÍJANIA KRITICKÉHO MYSLENIA

Ako sme už spomenuli v časti 1.1, kritické myslenie nie je vrodené (Gavora, 1995) a viacerí odborníci sa zhodujú v názore, že je možné ho rozvíjať na všetkých predmetoch (Gavora, 1995, Facione, 1990, Kosturková, 2016), a teda aj na hodinách fyziky. Existuje viacero možností, ako rozvíjať kritické myslenie na vyučovaní. V tejto kapitole sa bližšie pozrieme na možnosti jeho rozvoja pomocou filmových ukážok, využitím stratégie EUR, metódou sokratovského rozhovoru a kladením otázok a taktiež si priblížime, ako možno rozvíjať kritické myslenie pri experimentálnej činnosti.

4.1 Rozvíjanie kritického myslenia využitím filmových ukážok

Filmové ukážky sú vo všeobecnosti medzi žiakmi obľúbené. Rôzni autori uvádzajú odlišné možnosti ich využitia vo vyučovaní fyziky:

- Pokiaľ ide o fyzikálne javy, ktoré majú pôvod v minulosti, filmová ukážka môže slúžiť na zobrazenie atmosféry určitého historického obdobia. Nápady pre takéto použitie ukážok, samotné ukážky a dokonca aj celé filmy sú zverejnené na webovej stránke (Teach With Movies, 2013). Tu môžeme nájsť viac ako 300 presne a detailne spracovaných metodických materiálov a učebných plánov, kde sa využíva filmová ukážka ako ústredný prvok. Každá ukážka je hodnotená z hľadiska jej historického a umeleckého významu a tiež je uvedené jej využitie pri výučbe na konkrétnom predmete – dejepis, geografia, fyzika, atď. Autori materiálov tiež opísali pedagogické pozadie – ako si poradiť s možnými problémami a ako plánovať možnosti využitia ukážok vo vzdelávaní.
- Scény z filmov nám umožňujú overiť pomocou úloh z praktického života, ako žiaci pochopili konkrétne pravidlo a fyzikálny zákon (alebo niekoľko zákonov z určitej oblasti fyziky). Touto efektívnou metódou výučby a praktickými príkladmi sa detailne zaoberá vo svojom článku Dennis (2002). Pomocou niekoľkých situácií zo školskej praxe demonštruje, že krátke videosekvencie možno použiť buď namiesto výpočtových cvičení, ktoré žiaci často pokladajú za nudné, alebo ako efektívny a atraktívny spôsob prehĺbenia vedomostí o vybranej téme.
- Imig porovnával rôzne formy vzdelávacieho procesu: bežné vysvetlenie (tzv. „Chalk and Talk“) nasledované tradičnou skúškou; bežné vysvetlenie nasledované testom s filmovou ukážkou; bežné vysvetlenie nasledované kombináciou praktickej skúšky a testu s filmovou ukážkou a posledná forma, pri ktorej sú vysvetlenie aj skúška založené na filmovej ukážke.

Žiaci po tom, ako sledovali filmovú ukážku, písomne odpovedali na otázku, ktorá sa jej týkala. Po vyhodnotení pedagogického experimentu bol potvrdený predpoklad, že žiaci dosiahli najlepšie výsledky (z hľadiska znalostí) v prípade, že učiteľ používal poslednú zo spomenutých foriem vzdelávacieho procesu (Imig, 1981).

Autori analýzy fyzikálnych aspektov filmových ukážok (Mungan, Emery, 2011, s. 266) upozorňujú na skutočnosť, že kritické myslenie je možné rozvíjať pomocou scén z filmov. Tvrdia, že ak začneme analyzovať populárne filmy s využitím metód fyziky, sme na dobrej ceste, aby sme prebudili záujem žiakov o fyziku. Budeme tým podporovať ich záujem, aby si osvojili fyzikálne vedomosti, a zároveň, aby sa naučili využívať numerické metódy pri analýze reálnych situácií. Tiež ich „donútime“ vyskúšať spôsob vedeckého poznávania a argumentácie. Filmová ukážka je podľa autorov tejto analýzy ako stvorená práve na tento účel, pretože žiaci by nemali čeliť len jednoduchým cvičeniam ako v bežnej učebnici.

Americká psychologička sa vo svojej práci (Bluestone, 2000) zaoberá použitím filmov ako učebnej pomôcky. Porovnáva účinnosť použitia učebníc a filmov vo vzťahu k podpore koncepčného porozumenia v niektorých špecifických oblastiach. Poukázala na to, že začlenenie vhodných filmov do vyučovania ponúka príležitosť na podporu kritického myslenia. Filmy môžu rozvíjať kritické myslenie aj u tých žiakov, ktorým tradičný spôsob vyučovania nevyhovuje.

Domnievame sa, že filmové ukážky umožňujú rozvíjať kritické myslenie, ak použijeme filmovú ukážku, kde je zobrazený jav, ktorý nie je v súlade s reálnym svetom a úlohou žiakov je tento jav objaviť, pričom musia v nemalej miere využiť fyzikálne poznatky a kritické myslenie. Situácie a javy zastúpené vo filmovej ukážke, ktoré nie sú v súlade so zákonmi a pravidlami fyziky, nazývame fyzikálne filmové omyly. Výhody využitia takýchto filmových ukážok vo vyučovaní fyziky môžu byť podľa nás nasledovné (Velmovská, 2011, s. 137):

- **„motivácia** – filmy sú žiakom blízke, o čom svedčí aj návštevnosť kín;
- **rozvoj kritického myslenia** – pri hľadaní fyzikálnych omylov musia žiaci uplatniť kritické myslenie;
- **zopakovanie učiva** – ak aj nie všetci žiaci objavia fyzikálny omyl, pri následnej diskusii dôjde k zopakovaniu fyzikálnych pojmov a javov, ktoré môže viesť k utvrdeniu poznatkov o danom jave;
- **hodnotenie** – umožní učiteľovi zistiť a zhodnotiť hĺbku žiackych vedomostí a kritické myslenie žiakov;

- **sebahodnotenie** – žiakovi umožní zhodnotiť úroveň svojich vedomostí a kritického myslenia a porovnať ju so spolužiakmi;
- **aplikácia fyziky v praxi** – vo filmových scénach ide vlastne o využitie fyzikálnych javov v praxi.“

Situácie vo filmových scénach, ktoré neprebiehajú v súlade s reálnym svetom, môžeme rozdeliť nasledovne (voľne prevzaté od Rogersa, 2007, s. 5 – 6):

- poetické metaforý;
- technické chyby filmárov;
- fyzikálne chyby v danej filmovej ukážke.

Poetické metaforý vnímame ako javy, ktoré sú nevyhnutné pre vytvorenie atmosféry (Rogers, 2007, s. 3 – 4). Tieto javy pokladáme za prirodzenú súčasť filmu bez toho, aby sme ich považovali za omyly. Často musíme prižmúriť oči nad situáciami, ktoré sú pre dej kľúčové, avšak v skutočnosti nemožné. Ide napríklad o nasledovné javy:

- inteligencia zvierat a vecí – zvieratá alebo predmety rozprávajú a rozmýšľajú ako ľudia;
- zručnosť zvierat a vecí – napríklad zvieratá používajú predný pár končatín ako ruky;
- reálnosť kúziel – vo filme ich „možno považovať“ za reálne;
- reálnosť vedeckých objavov – napríklad zostrojenie stroja času alebo hviezdnej brány;
- nadprirodzené postavy a javy – vystupujú tu obri, elfovia...

Tvorcovia filmov sa často dopúšťajú nedostatkov, ktoré sú pri pozornom sledovaní filmu odhaliteľné. Niekedy ide o kratučký záber, v ktorom sa napríklad v odraze zrkadla objaví kameraman. Často je problémom náhle „prezlečenie“ hercov alebo to, že raz má herečka tašku na pravom pleci a v ďalšom zábere už na ľavom alebo raz drží v ruke rúž a náhle sa rúž mení na špirálu. Ďalším z problémov, s ktorým sa filmári stretávajú (ale podľa nášho názoru mu nevenujú dostatočnú pozornosť), je problém s vodou. Postavy často zmoknú, alebo spadnú do vody, no v ďalšej scéne už majú vlasy suché a upravené, prípadne majú už aj suché oblečenie. Takéto situácie patria do kategórie technických chýb filmárov. Nájdenie daných situácií však nie je otázkou kritického myslenia, ale pozornosti. Ich objavenie nevyžaduje analýzu, syntézu ani hodnotenie, ktoré sú zahrnuté medzi operácie kritického myslenia v upravenom integrovanom modeli myslenia (Kolláriková, 1995).

Z hľadiska rozvoja kritického myslenia sú dôležité situácie a javy, zaradené do poslednej kategórie, kde sa tvorcovia filmu dopustili nejakej logickej chyby, ktorá v reálnom živote nie je možná.

Pri hľadaní filmových scén, ktoré neprebiehajú v súlade s reálnym životom, môžeme nájsť veľa inšpirácie na stránke s filmovými omylmi (Sandys, 2013), ktoré sú tu roztriedené podľa filmových titulov. V niektorých prípadoch ide o nedostatky týkajúce sa napríklad viditeľného kameramana, náhleho prezlečenia hlavnej hrdinky, zmeny čísla na dverách bytu a pod. V iných prípadoch sa však objavuje aj filmový omyl alebo filmový trik, ktorého nájdenie vyžaduje istú úroveň fyzikálnych vedomostí a kritického myslenia.

Americký učiteľ fyziky Weiner kládol pri sledovaní filmov veľký dôraz na didaktické aspekty. Vo svojej publikácii (Weiner, 2007) a na internetových stránkach (Popular Science, 2012) sa usiluje vyvrátiť mýtus, podľa ktorého je sledovanie akčných filmov iba stratou času a zdravého rozumu. Pomocou veľkého množstva príkladov autor ukazuje, že je to práve naopak. Využitím základných znalostí fyziky, logického myslenia a zmyslu pre humor sme, podľa neho, schopní získať obrovské množstvo užitočných informácií zo zdanlivo bezduchého filmu. Na rozdiel od Sandysa sú analýzy jednotlivých filmov zamerané výhradne na fyziku. Pozitívne pre učiteľov je, že knihy a články písal učiteľ fyziky vychádzajúc zo svojich skúseností s použitím materiálov pri svojej výučbe. Ako Weiner sám hovorí: „Prečo teda nevyužiť akčné filmové scény, ako odrazový mostík pre pochopenie základných princípov a zákonov fyziky?“ (Weiner, 2007).

Proces hľadania fyzikálnych omylov vo filmoch môžeme štruktúrovať podobne ako procesualný model kritického myslenia podľa Lapitku (1995, s. 48). Prvou fázou je *vycítenie napätia*, vnútorného protirečenia v nejakom jave, v scéne, ktorá bola práve videná. Nasledujúca fáza je asi rozhodujúca a vyplňa ju *analyticko-syntetická* kognitívna činnosť. Žiak sa usiluje preniknúť do fyzikálneho javu, ktorý je v scéne zachytený, významovo prehodnotiť sporný prvok. S fázou analyticko-syntetického myslenia sa neoddeliteľne spája *hodnotiaci* činnosť, ktorá je súčasťou každej úrovne myslenia. V tejto fáze môže dôjsť k najčastejším chybám. Dôležitú úlohu tu zohráva učiteľ, ktorý vráti žiaka pri chybnom uvažovaní naspäť na začiatok celého procesu, hoci žiak môže byť presvedčený, že problém vyriešil. Záverečnou fázou je *verbalizácia stanoviska*. Tu žiak musí transformovať myšlienky do slov. Musí fyzikálne správne a použitím správnych pojmov nielen upozorniť na fyzikálny omyl, ale aj uviesť, vysvetliť, prečo je jav nesprávny a ako by to malo byť po fyzikálnej stránke správne.

Filmovú ukážku sme využili pri výskume zameranom na zistenie vzťahu medzi úrovňou kritického myslenia a úrovňou fyzikálnych vedomostí študentov odborov zameraných na fyziku a odborov zameraných na geografiu (Velmovská, 2014a, 2014b). Ako ukazovateľ kritického myslenia sme zvolili mieru, do akej si študenti uvedomia a vysvetlia fyzikálne omyly obsiahnuté vo filmovej ukážke. Vo výskume sme zisťovali, či študenti s lepšími fyzikálnymi

vedomosťami nájdú a vysvetlia viac fyzikálnych omylov vo filmovej ukážke. Taktiež nás zaujímalo, či študenti objavia viac fyzikálnych omylov v ukážke počas jej druhého sledovania. Výskum sme realizovali na Fakulte matematiky, fyziky a informatiky UK v Bratislave a na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave.

Výskum bol realizovaný v dvoch častiach. V prvej sme sa zamerali len na študentov s fyzikálnymi odbormi ($N = 167$). Úroveň ich vedomostí sme zisťovali pomocou testu, ktorý obsahoval 6 stredoškolských úloh. Následne študenti sledovali ukážku z filmu, ktorú kriticky zhodnotili, a zaznamenali, ktoré fyzikálne omyly si všimli po prvom pozretí ukážky a ktoré po druhom. Výsledky ukázali, že medzi fyzikálnymi vedomosťami a kritickým myslením vybraných študentov nie je korelácia. Študenti, ktorí získali veľmi dobré výsledky vo fyzikálnom teste, neukázali vyššiu úroveň kritického myslenia v porovnaní s ostatnými študentami. Do druhej časti výskumu sme zahrnuli 90 študentov prvého ročníka, z ktorých 47 študovalo odbory zamerané na fyziku a 43 na geografiu. Študenti geografie taktiež kriticky zhodnotili filmovú ukážku a zaznamenali fyzikálne omyly, ktoré si všimli po prvom a druhom pozretí ukážky. Za kritické zhodnotenie ukážky získali z celkového počtu 6 bodov študenti s fyzikálnymi odbormi po prvom pozretí priemerne 0,87 bodov a po druhom priemerne 1,19 bodov. Študenti geografie získali po prvom pozretí priemerne 0,56 bodov a po druhom 0,94 bodov. Spracovanie výsledkov ukázalo, že opakované sledovanie ukážky zvyšuje pravdepodobnosť odhalenia ďalších fyzikálnych omylov (Velmovská, 2014a).

4.2 Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pomocou stratégie EUR na vyučovaní fyziky

Stratégia učenia a myslenia EUR (v zahraničí tiež známa pod skratkou ERR) je rozpracovaná vo viacerých publikáciách. Spomenieme iba niektorých autorov: Meredith, Steele (1997), Čáp, Mareš (2001), Maňák, Švec (2003), Kosturková (2012).

Táto stratégia „ponúka konceptuálnu základňu pre vyučovanie, ktorú možno realizovať systematicky v rôznych ročníkoch a na rôznom učebnom obsahu.“ (Meredith, Steele, 1997). Vyučovanie a učenie v súlade so stratégiou EUR patrí medzi konštruktivistické prístupy. Ide o trojfázový model vyučovania a učenia – evokácia (evocation), uvedomenie (realization of meaning) a reflexia (reflection), v ktorom je dôležité poznávanie a objavovanie zo strany žiaka, pričom sa výchovno-vzdelávací proces opiera o vnútorné procesy žiaka. Z pohľadu vyučovania fyziky ponúka stratégia EUR iný pohľad na realizáciu žiackych experimentov a rozvíjanie

spôsobilosti vedecky pracovať. Najčastejšie sa stratégia EUR využíva v práci s textom, ale môže byť použitá aj pri experimentálnej činnosti žiakov (Velmovská, 2014c).

4.2.1 E – evokácia

V prvej fáze sa realizuje niekoľko dôležitých kognitívnych činností. Žiak si aktívne vybavuje vedomosti o danej téme, ku ktorým neskôr pridá nové. Na začatie kognitívneho procesu musí učiteľ žiakovi predložiť vhodný podnet. Až keď žiak začne pociťovať naliehavosť tejto výzvy, môže sa začať realizovať fáza evokácie.

Proces učenia je procesom spájania nového s už poznaným (Vaughan, Estes, 1986). Tým, že si žiak pripomenie vedomosti spojené s danou témou, umožníme mu kvalitnejšie a trvalejšie zapamätanie nových vedomostí. Napomôžeme aj odhaliť nejasnosti a chybné vedomosti. V tejto fáze je potrebné, aby žiak identifikoval priame a nepriame vzťahy medzi vedomosťami spojené s danou témou. To vyžaduje uplatnenie zručnosti analyzovať ako jednej z kognitívnych zručností vystihujúcich podstatu kritického myslenia (Facione, 1990, s. 4).

V rámci tejto fázy dochádza tiež k aktivizácii žiaka. Iba pri aktívnom zapojení do vyučovacieho procesu sa žiak učí zmysluplne. Pod aktívnym zapojením chápeme, že žiak si uvedomuje svoje myslenie a vlastné učenie (metakognícia).

4.2.2 U – uvedomenie

V tejto fáze sa žiak dostáva do kontaktu s novými informáciami. Najčastejšie sú podané formou textu, pri ktorom môže využiť metódu INSERT (interaktívny znakový systém pre efektívne čítanie a myslenie) (Vaughan, Estes, 1986). Metóda INSERT mu dovoľuje, aby aktívne sledoval, ako rozumie textu, ktorý práve číta. V rámci tejto fázy môže žiak vykonávať aj experimenty odhaľujúce nové závislosti, z ktorých následne vyvodí nové vedomosti. Na hodinách fyziky sú práve experimenty v popredí. Úlohou učiteľa je, aby udržal žiaka angažovaného. Druhou, nie menej dôležitou úlohou učiteľa je, aby podporoval úsilie žiaka sledovať svoje procesy porozumenia, t. j. aby žiak experiment vykonával nie preto, aby „bol vykonaný“, ale aby žiak vedel, čo pri experimente nameral, čo dokázal, či hypotézu overil, alebo nie. Práve v tejto fáze je vo veľkej miere potrebné, aby žiak uplatnil kritické myslenie.

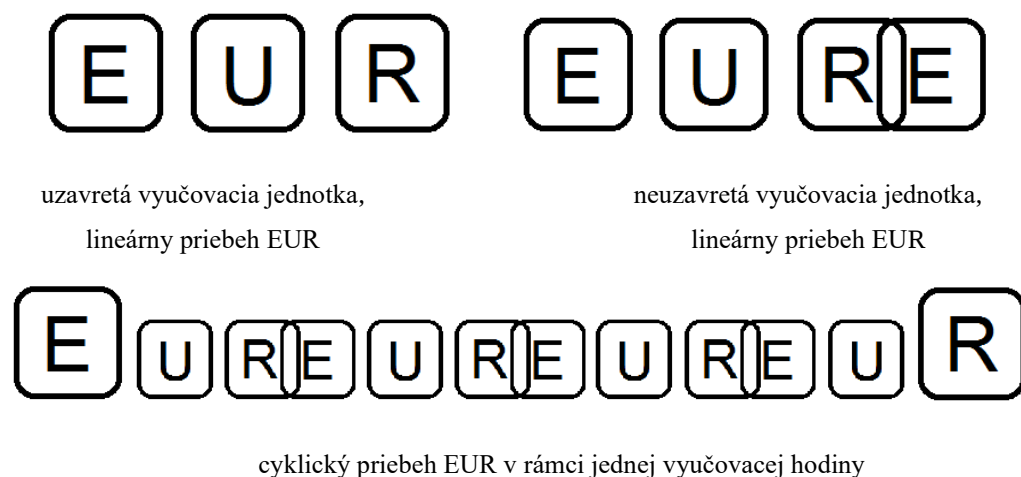
4.2.3 R – reflexia

Tretou fázou je reflexia. Počas nej si žiak upevňuje nové vedomosti a aktívne reštrukturuje svoje pamäťové schémy, aby zodpovedali novým informáciám, ktoré sa naučil. Trvalé vedomosti vznikajú až v tejto fáze. Učenie sa je aktom zmeny. K tejto zmene dochádza

len vtedy, keď sa žiak aktívne angažuje do reštruktúrovania svojich pamäťových schém tak, aby ich prispôbil novým. Počas danej fázy by sa malo dosiahnuť niekoľko dôležitých výsledkov učenia sa. Predovšetkým žiak začína vyjadrovať vlastnými slovami myšlienky a informácie, s ktorými sa stretol. Tento krok je potrebný, aby sa v pamäti vytvorili nové schémy. Porozumenie je trvalé, keď sa informácie dávajú do zmysluplného kontextového rámca (Pearson, Fielding, 1991).

„Druhým dôležitým výsledkom tejto fázy je to, že medzi žiakmi môže dôjsť k výmene myšlienok, čím sa rozširuje ich aktívna slovná zásoba a prezentujú rôzne pamäťové schémy, takže ich žiaci môžu porovnávať medzi sebou. Tým, že počas fázy reflexie existuje diskusia, žiaci môžu sledovať rôzne konštrukty, ktoré berú do úvahy pri rozvoji vlastných konštruktov. V tejto fáze dochádza v učení k zmenám a zmene konceptov.“ (Meredith, Steele, 1997). Táto fáza súvisí s rozvojom metakognitívnych zručností.

Stratégiu EUR možno využiť na rôznych vyučovacích predmetoch. Od obsahu sa odvíja aj spôsob jej použitia. „Neexistuje univerzálny predpis či poučka o tom, aká má byť dĺžka jednotlivých fáz a pomer medzi nimi. Relatívne uzavretý vyučovací blok často prebieha v niekoľkých kratších cykloch EUR vo vnútri lineárne postupujúcej štruktúry EUR, ktorá sa tiahne celou vyučovacou hodinou.“ (Pálenčárová, n.d., s. 4).



Obr. 4.1 Schematické znázornenie priebehu metódy EUR (Pálenčárová, n.d., s. 4)

Z obrázku 4.1 je zrejmé, že kým pri využívaní textov na hodine sa stratégia EUR vyskytuje ako uzavretá vyučovacia jednotka s lineárnym priebehom, na hodinách fyziky má pri stanovení problému, nájdení hypotéz a ich následnom overovaní cyklický priebeh. Žiak sa pri overovaní hypotézy musí opakovane zamyslieť nad tým, čo pri experimente zistil, akú závislosť nameral, či hypotézu možno prijať alebo zamietnuť. Toto by bez uplatnenia kritického myslenia nebolo možné. Fázu uvedomenia a reflexie nemožno oddeliť, navzájom sa prelínajú.

4.2.4 Využitie stratégie EUR na vyučovaní fyziky

Stratégiu EUR je možné využiť na akejkol'vek hodine, nevynímajúc hodiny fyziky. V tejto časti by sme chceli uviesť konkrétny príklad, ako možno pomocou nej rozvíjať kritické myslenie. Téma hodiny je *Gumovacie pero* – guľôčkové pero, ktoré sa predáva v rôznych farebných prevedeniach.

Evokácia – Čo vieš o gumovacom pere?

V tejto fáze by žiak mal uviesť všetko, na čo si v súvislosti s gumovacím perom spomenie. Uvádzame námety na vhodné otázky pre žiaka, ktoré by mu mohol zadať učiteľ. Mali by ho viesť k vybaveniu vedomostí o gumovacom pere:

- Poznáš gumovacie pero?
- Písal si ním už?
- Skús opísať, ako vyzerá gumovacie pero.
- V čom je jeho najväčšia výhoda?
- Vznikajú pri gumovaní gumovacieho pera žmolky?
- Prečo napísaný text zmizne?
- Je to kvôli špeciálnej gume alebo kvôli špeciálnemu atramentu?

Všetky vedomosti o gumovacom pere by si mal žiak vybaviť v rámci fázy evokácie, teda skôr ako prejde k ďalšej fáze stratégie EUR – uvedomeniu, čo je v prípade tejto aktivity vyslovenie hypotézy, navrhnutie a uskutočnenie experimentu.

Uvedomenie – Uskutočni experiment, ktorým dokážeš svoje tvrdenie o fungovaní gumovacieho pera.

Po tom, ako si žiak vybaví vedomosti o gumovacom pere a predstavy o jeho fungovaní, je pripravený prejsť k ďalšej fáze stratégie EUR – uvedomeniu. V tomto prípade bude zbierať nové informácie o gumovacom pere experimentálnou činnosťou. V prípade uskutočňovania experimentov pôjde o cyklický priebeh. Fáza uvedomenia sa bude prelínať s fázou reflexie – po stanovení hypotézy a vykonaní experimentu bude nasledovať jeho vyhodnotenie a návrh nového experimentu zohľadňujúceho výsledky predošlého.

Uvádzame experimenty, ktoré navrhli žiaci (Velmovská, 2014c, s. 258):

- zistím, či sa guma pri gumovaní zašpiní;
- experiment pozostávajúci z toho, že na internete vyhl'adám potrebné informácie;
- na papier by sme niečo napísali normálnym perom a skúsili vygumovať normálnou gumou;
- skúsil by som to vygumovať prstom;

- porovnal by som, ako to vyzerá, keď vygumujem ceruzku a keď vygumujem gumovacie pero;
- napísal by som čiarky rôznymi perami a gumoval gumovacím perom, zmazala by sa iba čiarka napísaná gumovacím perom;
- odstrihnem kúsok gummy a ovoniam ju – látka v atramente (zmizík) smrdí;
- napíšem niečo gumovacím perom a zohrejem nad ohňom, text by mal zmiznúť;
- skúsil by som to pero gumovať obyčajnou gumou a potom obyčajné pero gumou na gumovacom pere;
- vylial by som na gumu gumovacieho pera atrament;
- ak sa guma aktivuje pri zohriatí, stačí gumu chytiť po gumovaní, mala by byť teplá.

Ukázalo sa, že žiaci, majú pri navrhovaní overujúcich experimentov problémy, pretože navrhujú také, pomocou ktorých nedokážu rozhodnúť o pravdivostnej hodnote nimi stanovenej hypotézy.

Reflexia – Čo si experimentom zistil?

Ako sme už spomenuli, fázu reflexie nemožno pri experimentálnej činnosti žiaka oddeliť od fázy uvedomenia. V tejto fáze sa žiak snaží slovne vyjadriť výsledky experimentu, ktoré prezentuje pred spolužiakmi. Tým, že žiaci uskutočňujú rôzne experimenty, navzájom si vymieňajú rôzne myšlienky o fungovaní gumovacieho pera – môžu sledovať rôzne konštrukty, ktoré berú do úvahy pri rozvoji vlastných schém.

4.3 Rozvíjanie kritického myslenia metódou sokratovského rozhovoru a kladením otázok

Rozhovor ako výučbová metóda patrí medzi aktivizujúce a podnecuje žiakov k pozornosti a spolupráci. Maňák a Švec (2003, s. 69) hovoria, že „metóda rozhovoru predstavuje verbálnu komunikáciu v podobe otázok a odpovedí dvoch alebo viacerých osôb (obyčajne učiteľa a žiakov) na danú výchovno-vzdelávaciu tému, ktorá sa vyznačuje svojou vnútornou zameranosťou na stanovený cieľ.“ Taktiež dodávajú, že „významnú funkciu plní rozhovor pri motivácii, pretože žiakov bezprostredne oslovuje, budí ich záujem a ponúka im spoluúčasť pri riešení problémov. Rozhovor tiež podáva dôležitú informáciu učiteľovi o stave vedomostí žiakov a poskytuje spätnú väzbu pri skúšaní a hodnotení. Náročnejší rozhovor, a hlavne dialóg, intenzívne rozvíjajú rozumové schopnosti vyššieho rádu, lebo žiak sa pri ňom učí rozhodovať, argumentovať, obhajovať svoje názory, a pod.“ (Maňák, Švec, 2003, s. 69).

Pokiaľ ide o rozhovor, ktorého cieľom je osvetlenie zmyslu javov a porozumenie ich podstate, hovoríme o sokratovskom rozhovore.

Sokrates sa síce vyučil za kamenára, ale začal sa venovať filozofii a jej výučbe, ktorá spočívala v tom, že besedoval so svojimi priateľmi a žiakmi – Sokrates vyučoval rozhovorom, diskusiou, ktorá prostredníctvom potvrdzovania či vyvracania argumentov a protiargumentov vedie diskutujúcich k vyjadreniu všeobecných (filozofických) pravd. Pri tzv. sokratovskej metóde sa nepýta žiak učiteľa, ale naopak, žiak je tým, kto je učiteľovými otázkami vedený k odpovediam (zivotopisyonline.cz, 2014).

Otázka predstavuje v rozhovore veľmi významný prvok štruktúry, ktorý iniciuje komunikáciu a usmerňuje jej zameranie. Autori Maňák a Švec (2003, s. 70) rozlišujú niekoľko druhov a foriem otázok, ku ktorým dopĺňame pre lepšiu názornosť príklady z vyučovania fyziky:

- a) otázka zisťovacia – na vybavenie faktov (napr. Aké sú vlastnosti kvapalín?),
- b) otázka otvorená (napr. Ako sa dá vysvetliť vznik búrky?),
- c) otázka uzatvorená (napr. Ako sa nazýva teleso, ktoré sa pôsobením vonkajších síl nedeformuje?),
- d) otázka konvergentná a divergentná – v prvom prípade sa vyžaduje známa, jednoznačná odpoveď, v druhom prípade sa očakáva vystihnutie nových súvislostí, (konvergentná – Ako dlho bude trvať trom rovnako výkonným cyklistom prejsť trasu, keď jeden cyklista ju prejde za 3 hodiny?; divergentná – Ako by si zistil veľkosť tiažového zrýchlenia?),
- e) otázka na pozorovanie (napr. Ako sa správal potápač pri stláčaní fľaše?),
- f) otázka problémová (napr. Prečo je v noci tma?),
- g) otázka na posúdenie situácie (napr. Čo by sa stalo, keby sme vodu vymenili za lieh?),
- h) otázka rozhodovacia (napr. Ktorá poloha je na prepravu nákladu najvýhodnejšia?).

Voľba určitého druhu otázky a jej forma závisí od konkrétnej situácie na hodine. Avšak Maňák a Švec (2003, s. 70) taktiež zdôrazňujú, že niektoré typy otázok na vyučovaní nie sú príliš vhodné:

- a) otázka reťazová – učiteľ formuluje otázku nejasne a potom je nútený znovu ju i niekoľkokrát opakovať, meniť alebo dopĺňovať, kým žiaci pochopia jej zmysel,
- b) otázka sugestívna – otázka vlastne napovedá odpoveď (napr. Je rýchlosť zvuku vo vzduchu približne 340 m/s?),
- c) otázka nejasná (napr. Čo viete o rýchlosti pohybu?).

Nastolenie problému je prvým krokom pri sokratovskom rozhovore. Následne žiaci predkladajú svoje riešenia problému alebo problémovej situácie. Učiteľ ich riešenia zo začiatku

akceptuje, ale kladie k nim sériu otázok s cieľom, aby sa žiaci zamysleli nad správnosťou svojich tvrdení. Učiteľ by mal svojimi otázkami priviesť žiakov k spochybneniu nesprávneho alebo neúplného riešenia, nedôslednej formulácie riešenia problému, jej protirečenia, nedostatkom, dôsledkom, limitám platnosti alebo hraniciam používania. Ako tvrdí Kosturková (2011, s. 530), „hľadanie odpovedí na tieto otázky núti študentov stále hlbšie sa nad problémom zamýšľať, hľadať argumenty, dôkazy pre svoje stanoviská, prihliadať na názory iných, pozerieť sa na problém z rôznych strán, vyvodzovať závery, domýšľať dôsledky atď.“ – teda uplatňovať kritické myslenie.

Sokratova metóda mala podľa jeho žiaka Platóna tieto tri prvky (Turek, 2010, s. 253):

1. „Nastolenie problému najčastejšie formou otázky zameranej na definíciu, napr. Čo je spravodlivosť? Čo je zmyslom života? Čo je morálka? Sokrates bol presvedčený, že podmienkou nájdenia pravdy (riešenia problému) je správna definícia problému.
2. Sokrates používal tzv. elenchus – techniku otázok a logickej argumentácie smerujúcej k testovaniu správnosti názorov spolubesedníka, k ich kritike, spochybneniu či vyvráteniu, k dokazovaniu, že spolubesedník vlastne nevie to, o čom bol presvedčený na začiatku rozhovoru, že to vie. Sokrates nútil svojimi otázkami a argumentmi svojho spolubesedníka vyvodzovať závery z vlastného tvrdenia (pôvodnej tézy), domýšľať dôsledky, uvádzať možnosti použitia aj v extrémnych prípadoch, a tým ho zaťahoval stále hlbšie do riešenia problému.
3. Sokrates nikdy neurobil definitívny záver, pretože súčasná pravda je iba dočasná a čaká na zdokonalenie v budúcnosti, pričom absolútnu pravdu ľudia nikdy nespoznajú. Sokratov záver spravidla bol, že pravdu je potrebné hľadať dôkladnejšie, ako to robili v súčasnej diskusii.“

Pri sokratovskom rozhovore sa učiteľ snaží v žiakovi vyvolať pochybnosti alebo poukázať na rozpory v jeho názoroch, čo vedie žiaka k vyvodeniu nových názorov. Učiteľ by mal byť schopný vystihnúť nesúlad v žiakovej argumentácii a vhodne položenou otázkou mu umožniť, aby tento nesúlad sám odhalil. Týmto žiak prichádza k novému poznatku.

Podľa Tureka (2010, s. 254) by „učiteľ pri vedení sokratovského rozhovoru mal dbať aj na to, aby:

- rozhovor bol zameraný na problém,
- zapájal do rozhovoru čo najviac žiakov,
- rozhovor, ktorý viazne, stimuloval vhodnými otázkami,
- udržiaval rozhovor na patričnej intelektuálnej úrovni,

- periodicky zhŕňal to, čo bolo doteraz povedané, a upozorňoval na tie stránky problému, ktorými sa žiaci zatiaľ nezaoberali.“

Body uvedené vyššie sa týkajú skôr vnútornej logiky názorových konfrontácií (ako kognitívny model ideálny napríklad pre právnikov). Pri vedení sokratovského rozhovoru na tému týkajúcu sa prírodných vied nejde iba o deduktívnu logiku. Pokiaľ dialóg uviazne na mieste, podnetom nie sú ďalšie otázky, ale hľadanie nových faktov v realite a ich začlenenie do diskusie.

4.3.1 Typy otázok pre aplikáciu sokratovského rozhovoru

Pre aplikáciu metódy sokratovského rozhovoru existuje šesť základných typov otázok (Changing minds, 2013):

1. Koncepčné vyjasňovacie otázky – tieto otázky majú prinútiť žiakov, aby viac uvažovali o tom, čo presne sa pýtajú alebo o čom rozmýšľajú. Nútia ich zdôvodniť pojmy, ktoré stoja za ich argumentmi. Ide predovšetkým o otázky:

- Prečo to hovoríš?
- Čo presne to znamená?
- Ako to súvisí s tým, o čom sme hovorili predtým?
- Aká je podstata ... ?
- Čo už o tom vieme?
- Môžeš uviesť nejaký príklad?
- Chceš povedať, že ... alebo ... ?
- Môžeš to, prosím ťa, preformulovať?

2. Otázky skúmajúce predpoklady – tieto otázky nútia žiakov premýšľať o predpokladoch a presvedčeníach (ktoré doteraz nikdy nespochybnili), na ktorých zakladajú svoje argumenty. Otázky taktiež otriasajú základmi, o ktoré sa žiak opiera. Ide najmä o tieto:

- Čo iného by sme mohli predpokladať?
- Zdá sa, že ty predpokladáš ... ?
- Ako si si vybral tieto predpoklady?
- Vysvetli, prosím, prečo / ako ... ?
- Ako si môžeš overiť alebo vyvrátiť tento predpoklad?
- Čo by sa stalo, keby ... ?
- Súhlasíš alebo nesúhlasíš s ... ?

3. Otázky skúmajúce logický základ, zdôvodnenia a dôkazy – keď žiaci uvedú logické základy a zdôvodnenia, o ktoré sa opierajú ich argumenty, učiteľ ich vedie k tomu, aby radšej najskôr poriadne prehľadali uvažovanie a zamysleli sa, prečo tak uvažovali, ako by z neho mali hneď vychádzať ďalej. Autori uvádzajú, že ľudia svoje argumenty často opierajú skôr o základy, zdôvodnenia a dôkazy, ktoré nemajú dostatočne premyslené a ktorým rozumejú len veľmi málo. Ide o nasledujúce otázky:

- Prečo sa to deje?
- Ako to vieš?
- Ukáž mi ... ?
- Môžeš uviesť nejaký príklad?
- Čo si myslíš, že je príčinou ... ?
- Aká je podstata tohto?
- Sú tieto dôvody dostatočné?
- Obstálo by to pred porotou?
- Ako by to mohlo byť vyvrátené?
- Ako si môžem byť istý tým, čo hovoríš?
- Prečo sa toto deje?
- Prečo? (pýtajte sa stále – tejto otázky nikdy nie je dost)
- Aké existujú dôkazy na podporu toho, čo hovoríš?
- Na akom prameni si založil svoj argument?

4. Otázky zamerané na uhol pohľadu a perspektívy – autori uvádzajú, že väčšina argumentov je založená a prezentovaná z nejakého uhla pohľadu. Cieľom týchto otázok je teda zaútočiť naň a ukázať žiakom, že sú aj iné, rovnako prijateľné, perspektívy. Ide o otázky:

- Ďalší spôsob, ako sa na toto pozrieť, je ..., zdá sa ti to rozumné?
- Aké alternatívne prístupy k tomu existujú?
- Prečo je ... nutné?
- Kto má z toho prospech?
- Aký je rozdiel medzi ... a ... ?
- Prečo je to lepšie ako ... ?
- Aké sú silné a slabé stránky ... ?
- Ako sa ... a ... podobajú?
- Čo by ... o tom povedal?
- Čo keby si porovnal ... a ... ?

- Ako by si sa na to mohol pozrieť z iného uhla?

5. Otázky zisťujúce dôsledky a následky – týmito otázkami sa učiteľ snaží prinútiť žiakov premýšľať nad tým, že argumenty, ktoré uvedú, môžu mať logické dôsledky, ktoré sa dajú odhadnúť. Žiaci by sa mali taktiež zamyslieť nad tým, či také dôsledky dávajú zmysel alebo či sú žiadané. Ide o tieto otázky:

- Čo by sa potom stalo?
- Aké sú dôsledky tohto predpokladu?
- Ako by mohol byť ... použitý pre / k ... ?
- Čo vyplýva z ... ?
- Aký to bude mať vplyv na ... ?
- Ako to zodpovedá tomu, čo ste sa naučili skôr?
- Prečo je ... dôležité?
- Čo je najlepšie ... ? Prečo?

6. Otázky o otázke – ide o reflexné uvažovanie o celom probléme. Cieľom je viesť žiakov k tomu, aby premýšľali o pôvodnej otázke. Ide najmä o nasledujúce:

- Aký malo zmysel pýtať sa na túto otázku?
- Prečo si myslíte, že som sa pýtal na túto otázku?
- Má to zmysel? Prečo nie?
- Čo iné sa môžem opýtať?
- Čo to znamená?

Celkový účel sokratovského rozhovoru je spochybniť presnosť a úplnosť myslenia takým spôsobom, ktorý povedie ľudí ku konečnému cieľu (Changing minds, 2013).

Použitie metódy sokratovského rozhovoru môže mať veľký prínos pri vzdelávaní študentov učiteľstva. Učiteľom fyziky sa obyčajne stáva taký človek, ktorý už počas štúdia na základnej a strednej škole prejavuje o daný predmet zvýšený záujem, nemá s ním väčšie problémy a dosahuje v ňom dobré výsledky. Avšak učiteľ je v triede mnohokrát vystavený otázkam zo strany žiakov, ktoré sú elementárne a smerujú k podstate veci. Nakoľko ne jeden učiteľ býval žiakom, ktorému vždy bolo (a aj je) všetko jasné, takéto otázky si sám nikdy nekládol a nestretol sa s nimi. Preto je vhodné, aby boli študenti učiteľstva na podobné otázky pripravovaní. Pri vedení sokratovského rozhovoru sa k takýmto otázkam postupne dopracujú a musia nájsť argument, ktorý prijmú aj ostatní spolužiaci ako uspokojivý.

Iné príklady otázok (tabuľka 4.1) ponúka Facione (2020, s. 8). Uvádza otázky rozvíjajúce jednotlivé zručnosti kritického myslenia, ktoré boli charakterizované Americkou filozofickou

asociáciou (Facione, 1990). Považujeme ich za vhodné aj pri sokratovskom rozhovore, nakoľko je to jedna z metód, ktorá kritické myslenie rozvíja.

Tab. 4.1 Príklady otázok rozvíjajúcich jednotlivé zručnosti kritického myslenia

Interpretovať	Čo to znamená? Čo sa deje? Aký je najlepší spôsob charakterizovania/ členenia/ klasifikovania tohto?
Analyzovať	Prečo si to myslíš? Aké sú argumenty pre a proti? Aké predpoklady musíme urobiť, aby sme prijali tento záver?
Hodnotiť	Prečo si myslíme, že môžeme veriť tomu, čo tvrdí táto osoba? Ako silné sú tieto argumenty? Máme správne fakty?
Usudzovať	Aké sú ďalšie alternatívy, ktoré sme ešte nepreskúmali? Aké sú dôsledky robenia vecí týmto spôsobom? Aké ďalšie informácie potrebujeme, aby sme vyriešili otázku?
Vysvetliť	Aké boli konkrétne zistenia/ výsledky skúmania? Ako si prišiel na takúto interpretáciu?
Sebaregulovať	Ako dobrý je náš dôkaz? Je nejaký spôsob, ako môžeme zladit' dva závery, ktoré sú v rozpore?

Môžeme si všimnúť, že žiadna z vyššie uvedených otázok nie je faktografická, a preto by nemal tento druh prevládať na vyučovacích hodinách, pokiaľ chce učiteľ rozvíjať kritické myslenie svojich žiakov.

4.3.2 Problémové situácie, pri ktorých je možné využiť metódu sokratovského rozhovoru

Domnievame sa, že metódu sokratovského rozhovoru je možné využiť aj v problémových situáciách. Uvádzame dve možnosti, kde vidíme uplatnenie:

- a) Problémové situácie pri objasňovaní pojmov, tvrdení, definícií, znení zákonov.
 - Aké je znenie Pascalovho zákona? Igelitové vrecúško naplníme vodou, zaviažeme ho, urobíme do neho približne rovnaké dierky pomocou špendlíka a stlačíme ho. Čo viete povedať o rýchlosti výtoku cez jednotlivé dierky?

- Aké je znenie zákona zachovania hybnosti? Prečo nafúknutý balón odletí po uvoľnení preč? Keď nafúknutý balón len čiastočne uvoľním z pevného zovretia medzi prstami, balón ostáva na mieste, ale vzduch uniká. Tu vari neplatí zákon zachovania hybnosti?
 - Kôň začína z určitého miesta ťahať voz tak, že sa kôň i voz spolu pohybujú s nejakým určitým zrýchlením. Z 3. Newtonovho pohybového zákona vyplýva, že rovnakou silou, akou pôsobí kôň na voz, pôsobí aj voz na koňa. Prečo sa teda kôň a voz pohybujú zrýchlene? Vysvetlite.
 - Rybár sa na loďke plavil proti prúdu rieky. V okamihu, keď sa plavil pod stredom mosta, mu z loďky vypadlo záchranné koleso. Rybár stratu spozoroval až o pol hodiny. Okamžite sa s loďkou obrátil. Záchranné koleso dostihol vo vzdialenosti 5 km od mosta. Predpokladajte, že rýchlosť vody v rieke bola na celom úseku rieky rovnaká a tiež, že rýchlosť loďky vzhľadom na vodu v rieke bola stále 6 km/h. Ako dlho plávalo koleso vo vode? Aká je rýchlosť prúdu rieky vzhľadom na breh?
 - Zmení sa ponor lode, ak vypláva z rieky na more? Na rôznych miestach Zeme je tiažové zrýchlenie rôzne. Má zmena tiažového zrýchlenia vplyv na ponor lode?
 - V plnom pohári vody pláva kocka ľadu. Čo sa stane, ak sa kocka roztopí? Čo sa stane, ak bol v kocke zamrznutý kameň? Čo sa stane, ak bol v kocke zamrznutý kúsok dreva?
- b) Problémové situácie pri predpovedaní priebehu experimentu a jeho následnom vysvetlení.
- Newtonovu kolísku možno nahradiť radom guľôčok v žľabe. Koľko guľôčok odletí, ak do radu rovnakých guľôčok narazí jedna guľôčka? Čo musím urobiť, aby odleteli dve guľôčky polovičnou rýchlosťou?
 - Ako sa bude správať cievka so stuhou, keď ju potiahnem?
 - Ako by ste pomocou pravítka (výlučne) určili, za približne aký čas sa naplní prázdny bazén?
 - Na rovnoramenných váhach sú dva rovnaké poháre s rovnakým množstvom vody. Čo sa stane, keď do jedného z nich ponorím prst bez toho, aby som sa nádoby dotkla? Zmenil by sa výsledok, keby som namiesto prsta do nádoby ponárala drevenú ceruzku?
 - Do stredu ťažného lana zavesíme ťažkú tašku. Dokážu dvaja mocní chlapi natiahnuť lano do vodorovnej polohy?
 - Krúžkom na kľúčoch prevlečiem drevenú paličku s kruhovým profilom. Paličku nakláňam tak, aby kľúče zostali stáť. Prečo sa nehýbu? Čo sa stane, keď v tejto polohe začnem paličku otáčať okolo jej pozdĺžnej osi?

- Ťažisko nesymetrického telesa (napríklad metly) možno nájsť tak, že si ju položíme na dva prsty rozpažených rúk. Ruky k sebe postupne približujeme a kde sa prsty stretnú, tam je ťažisko. Vysvetlite.

Príklad, ako môže vyzerat' sokratovský rozhovor medzi učiteľom a žiakmi, možno nájsť v knihe *Otázky a úlohy z fyziky* (Tarasov, Tarasovová, 1983). Autori tu riešia viacero problémov z rôznych oblastí fyziky, pričom ide o otázky kladené autorom, na ktoré odpovedá žiak (prípadne dvaja). Odpovede mnohokrát nie sú správne, ale autori navádzajú žiaka k ich hľadaniu, bez toho, aby prezradili riešenie.

4.4 Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pri experimentálnej činnosti

Experiment je jednou z metód empirického poznávania, pričom sa vyznačuje zásahmi do skúmaného javu. Mal by byť zorganizovaný tak, aby sa menili súčasne len dve navzájom sa ovplyvňujúce vlastnosti, ktorých závislosť skúmame.

Žiaci sa na hodinách fyziky často zaoberajú práve experimentálnou činnosťou. Zvlášť hodnotný prínos majú pre nich experimenty, ktoré im umožňujú samostatne „vedecky pracovať“, pričom „vedecká práca môže prebiehať rôznymi formami, ale vo všeobecnosti zahŕňa formulovanie a testovanie hypotéz prostredníctvom pozorovania, merania a experimentov.“ (Demkanin et al., 2006, s. 5).

Podľa štátneho vzdelávacieho programu (ŠPÚ, 2015c, s. 3 – 4) patrí medzi ciele vyučovania fyziky aj to, aby boli žiaci na konci kurzu schopní formulovať problém vo forme otázky, ktorá môže byť zodpovedaná experimentom, formulovať hypotézu, testovať hypotézu v podmienkach riadenia jednej nezávislej premennej veličiny, plánovať experiment, naznačiť záver konzistentný s realizovaným experimentom, komentovať chyby merania, vyhodnotiť celkový experiment vrátane použitých postupov, postupovať podľa slovných i písaných inštrukcií, vybrať a bezpečne použiť experimentálnu zostavu, materiál, techniku vhodnú na meranie, vykonať experiment bezpečne, zaznamenať údaje z pozorovania a merania, použiť vhodné nástroje a techniku na zber dát, spolupracovať v skupine rovesníkov zostavenej učiteľom.

Keď sa pozrieme na uvedené ciele a porovnáme ich s indikátormi kritického myslenia, ktoré sme charakterizovali v kapitole 3, môžeme si všimnúť prepojenie medzi úrovňou kritického myslenia a experimentálnou činnosťou.

Rozvoju kritického myslenia aplikovaním empirických metód práce je venovaný aj článok (Trúsiková, Velmovská, 2020), v ktorom autorky poukazujú na prepojenie medzi

úrovňou kritického myslenia a úrovňou, na akej žiak pozoruje alebo vykonáva merania a experimenty.

V ďalšom sa pozrieme na konkrétnu aktivitu a uvedieme, ako pri nej žiak môže uplatňovať, a tým rozvíjať, svoje kritické myslenie podľa indikátorov spomínaných v kapitole 3.

4.4.1 Aktivita zameraná na zisťovanie závislosti odporu vodiča od jeho vlastností

V učebnici Fyzika pre 9. ročník ZŠ (Lapitková et al., 2012b, s. 54 – 57) je rozpracovaná téma *Závislosť elektrického odporu od vlastností vodiča*. V téme je zaradená aj úloha, kde majú žiaci zistiť odpor tuhy rôznej dĺžky a rôzneho prierezu, ktorý dosiahnu spojením niekoľkých túh dokopy. Následne zisťujú odpor iného materiálu, konkrétne si pripraví tenké pásiky z alobalu. Zapojenie experimentu je znázornené na obrázku 4.2.



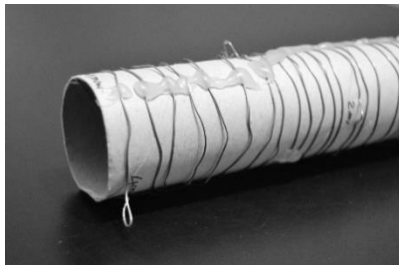
Obr. 4.2 Meranie odporu tuhy (Lapitková et al., 2012b, s. 55)

Toto meranie má niekoľko úskalí. Jedným sú pomerne malé hodnoty meraných odporov zaťažených chybou meracieho prístroja. Problémom je aj kontakt pri spojení niekoľkých túh. Treba ich pritláčať k sebe, pričom sa nie vždy podarí namerať správnu hodnotu. Pri použití meracích prístrojov, ktoré majú žiaci na školách obyčajne k dispozícii (merajú od $0,1\ \Omega$), je nemožné namerať odpor pásiku alobalu, pretože podľa výpočtu by mal byť odpor 10 cm pásika s priemerom 1 mm približne $0,003\ \Omega$.

Vhodnou alternatívou sa nám javilo meranie odporu 1 m, 2 m, ... 5 m drôtu. Použiť izolovaný elektrikársky drôt by bolo najjednoduchšou voľbou, pretože by ho stačilo navinúť na cievku a merať odpor medzi jeho koncami. Keďže však ide o elektrikársky drôt jeho hlavnou charakteristikou je minimálny odpor – aby čo najmenej skresľoval parametre elektrického obvodu, v ktorom je zapojený. Preto je pre naše meranie nepoužiteľný.

Inou alternatívou je viazací drôt, ktorého odpor je už aj pri dĺžke 1 m merateľný školským ohmmetrom. Problémom však je, že nie je izolovaný, a teda ak chceme zmerať odpor drôtu

s dĺžkou 5 m, musíme ho rozvinúť, čo nemusí byť v priestoroch triedy jednoduché. Iná možnosť je navinúť drôt tak, aby sa jednotlivé závitov nedotýkali (obrázok 4.3). Toto je však pomerne náročné pri príprave učebnej pomôcky, ak by sme chceli použiť napríklad rolku z kuchynských utierok.



Obr. 4.3 Závitov na rolke z kuchynských utierok

Ako najvhodnejšia sa javí alternatíva použitia flexichrániča, ktorý sa dá zakúpiť v elektroobchode. Jeho výhodou je špirálovitá drážka na povrchu, v ktorej pri navíjaní vedieme drôt a tým sa jeden závit nedotýka druhého. Ideálne je použitie odporového drôtu s veľkou rezistivitou. Je však pomerne drahý, preto je možné použiť aj pomôcku kedysi dodávanú do škôl v rámci centrálnych dodávok pomôcok (obrázok 4.4).



Obr. 4.4 Pomôcka – odporové drôty

Pri navíjaní drôtu po každom metri urobíme očko, kde žiaci budú pripájať krokosvorku (obrázok 4.5). Keďže dĺžka týchto drôtov je niečo viac ako 4 m, môžeme na jednom kuse drôtu namerať odpor 1 m, 2 m, 3 m a 4 m. Pri každom očku označíme dĺžku a tiež na flexichrániči označíme, z akého materiálu je drôt a aký je jeho priemer.



Obr. 4.5 Pomôcka pripravená na meranie odporu

Žiaci pomocou riadeného bádania riešia 3 úlohy, ku ktorým majú k dispozícii 3 pracovné listy (príloha C, D, E). V prvej zisťujú, ako závisí odpor vodiča od jeho dĺžky, v ďalšej od prierezu a v tretej od druhu materiálu. K meraniu sú potrebné minimálne 3 vodiče – dva vodiče z rovnakého materiálu, ale iného priemeru a tretí vodič z iného materiálu, pričom jeho priemer je rovnaký ako priemer niektorého zo spomenutých vodičov. Je však vhodné mať k dispozícii viac navinutých vodičov, aby si ich žiaci v skupinách mohli vymieňať a realizovať meranie.

Na úvod hodiny učiteľ zopakuje poznatky o fyzikálnej veličine elektrický odpor, ktorú spolu so žiakmi zaviedli na predchádzajúcej hodine. Následne upriamuje pozornosť žiakov na to, od čoho závisí odpor vodiča. Kladie žiakom otázky, ktoré sa týkajú závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky, prierezu, materiálu.

Následne žiakom predstaví pomôcku – navinuté odporové drôty s označenými vzdialenosťami. Aktivita by mala byť realizovaná formou tímovej práce v 3-4 členných skupinách. Je na zvážení učiteľa, či bude každá skupina riešiť všetky 3 úlohy (zvýši sa časová náročnosť aktivity), alebo iba jednu, pričom na záver aktivity skupiny referujú svoje zistenia ostatným skupinám.

4.4.2 Príklad indikátorov na posúdenie kritického myslenia pri vybranej aktivite

Pozrime sa teraz, ako pri tejto aktivite môže žiak uplatňovať, a tým rozvíjať, svoje kritické myslenie podľa indikátorov, ktoré sme charakterizovali v kapitole 3.1.

Formulovanie hypotéz

Žiaci riešia tri problémy: *Ako závisí odpor vodiča od jeho dĺžky? Ako závisí odpor vodiča od jeho prierezu? Závaží odpor vodiča od materiálu, z ktorého je zhotovený?* Na začiatku aktivity je žiak učiteľom vyzvaný, aby vyslovil hypotézu, t. j. jeho predstavu o závislosti. Pri stanovovaní hypotézy by žiak mal vychádzať zo svojich vedomostí o vnútornej štruktúre látok, ktoré nadobudol v predchádzajúcich témach na fyzike alebo aj na hodinách chémie. Mal by vychádzať z poznatkov o elektrónoch a pri tvorbe hypotézy by ich mal použiť. Nie je dôležité, aby žiakom stanovená hypotéza bola správna (v zmysle, že bude po realizácii experimentu prijatá). Ale malo by ísť o zmysluplné tvrdenie obsahujúce vzťah medzi premennými. V našom prípade medzi odporom vodiča a jeho dĺžkou, medzi odporom vodiča a jeho prierezom a medzi odporom vodiča a materiálom, z ktorého je vodič vyrobený.

Získavanie relevantných informácií a dát.

Žiaci pokračujú meraním podľa pripraveného návodu v pracovnom liste. Výsledky zapisujú do tabuľky a spracúvajú ich do grafu. Graf je v tomto prípade vhodná forma prezentácie nameraných dát.

Analýza a hodnotenie získaných informácií a dát

Žiaci následne vyhodnotia graf, ktorý zostrojili po nameraní údajov. Použijú ho pri hľadaní odpovedí na doplňujúce otázky, ktoré sú uvedené v pracovnom liste. Je dôležité, aby si uvedomili, že odpovede na otázky v pracovnom liste môžu nájsť v grafe. Na grafe sú znázornené závislosti odporu vodičov od dĺžky. Pri zväčšení grafu je zrejmé, že odpor pri nulovej dĺžke vodiča nie je nulový. Žiaci následne hľadajú vysvetlenie pre toto zistenie a aby ho podložili aj meraním, zisťujú odpor použitých spojovacích vodičov a krokosvoriek. Zo sklonu grafu vyplýva, že odpor vodiča postupne s dĺžkou narastá. Ide o lineárnu závislosť, avšak ešte neočakávame od žiakov, že ju budú vedieť pomenovať. Žiaci, ktorí riešili druhú úlohu, zostrojili graf, v ktorom môžu porovnať odpor vodičov s rôznym prierezom. Čiara grafu pre vodič s menším prierezom je vyššie ako pre vodič s väčším prierezom, to znamená, že pri rovnakej dĺžke vodiča je odpor tenšieho vodiča väčší ako odpor hrubšieho vodiča. Pri riešení tretej úlohy budú analyzovať graf, na ktorom je zobrazená závislosť odporu vodiča od materiálu, z ktorého je vodič zhotovený. Pokiaľ mali k dispozícii materiály, ktorých odpor je dostatočne odlišný, môžu vidieť, že čiary grafu sa nezhodujú.

Stanovenie záverov z výsledkov analýzy a hodnotenia

Očakávame, že žiaci dospejú po analýze nameraných hodnôt k nasledovným záverom: *Odpor vodiča narastá s dĺžkou. Odpor vodiča klesá so zväčšujúcim sa prierezom. Odpor dvoch vodičov rovnakých rozmerov z rôznych materiálov je rôzny.* V prípade, že učiteľ zvolí časovo menej náročnú aktivitu, kde každá skupina žiakov overuje inú hypotézu, v rámci diskusie budú prezentovať svoje závery a zistenia ostatným skupinám.

Uvedenie argumentov, ktoré podporia stanovené závery

Pri prezentácii výsledkov ostatným skupinám by žiaci mali svoje tvrdenia podložiť vhodnými argumentmi. V nami uvedenom prípade by sa argumenty mali opierať o dáta, ktoré žiaci získali meraním a následne analyzovali. Každý argument by mal podľa trojčlennej štruktúry obsahovať zložky T, A, Z (Palenčárová, Kročitý, 2015, s. 31), kde T reprezentuje nejaké tvrdenie alebo tézu, A značí dôkaz, argumentovanie, objasňovanie a Z predstavuje zdôvodnenie, zhrňujúce tvrdenie, záver a riešenie, návod na možnosti riešenia, výzvu na konanie. Bližšie sa argumentom aj spomenutej štruktúre venujeme v piatej kapitole. Na ilustráciu uvedieme, ako by mohol vyzerat argument v druhej úlohe, kde žiaci určujú, ako závisí odpor vodiča od jeho prierezu. Pri vysvetlení nameraných výsledkov ostatným skupinám, môžu žiaci použiť argument:

(T) Obe závislosti sú lineárne, ale jedna čiara leží vyššie ako druhá.

(A) Ak určíme odpor oboch vodičov pre rovnakú dĺžku, tak zistíme, že odpor vodiča s menším prierezom je väčší.

(Z) Čím väčší je prierez vodiča, tým menší je jeho odpor.

Tvrdenie vychádza z nameraných a spracovaných dát, ktoré majú žiaci pred sebou v podobe grafu. Pomocou argumentu upozorňujú na nejaký aspekt, na základe ktorého je možné prepojiť tvrdenie so záverom.

Sebaregulácia

Je dôležité, aby sa po získavaní dát, ich spracovaní a vyhodnotení, žiaci vrátili k hypotéze, ktorú formulovali na začiatku a zhodnotili, či je v súlade so stanovenými závermi alebo nie. Pokiaľ žiaci hypotézu prijímajú a ich nové zistenia sú v súlade s predchádzajúcimi, začlenia ich do už existujúcej štruktúry poznatkov. Avšak taktiež sa môže stať, že žiaci hypotézu zamietnu a ich stanovené závery nebudú v súlade s predchádzajúcimi zisteniami. V tomto prípade je dôležité, aby zhodnotili proces získavania údajov a ich analýzy, zamysleli sa nad vlastným uvažovaním a nad argumentami, ktoré použili na podporu stanovených záverov. Taktiež je dôležité, aby prehodnotili vlastné vedomosti, z ktorých vychádzali pri formulovaní hypotézy a prípadne ich opravili.

4.4.3 Zhrnutie aktivity

Indikátory poukazujúce na používanie kritického myslenia sme ilustrovali na konkrétnom príklade experimentálnej činnosti žiakov. Uviedli sme, v ktorej fáze možno identifikovať jednotlivé indikátory. Naznačili sme, že vhodne postavená experimentálna činnosť žiakov umožňuje rozvíjať nielen spôsobilosti vedeckej práce, ale aj ich kritické myslenie. Zo záverov výskumu (Kosturková et al., 2016, s. 164) vyplýva, že rozvoju kritického myslenia nie je venovaná vo vzdelávacej praxi slovenských škôl dostatočná pozornosť. Uvedomujeme si, že vyučovanie fyziky je spojené s mnohými problémami, ako je napríklad nízka časová dotácia, nedostatok pomôcok, či časová náročnosť na prípravu zo strany učiteľa. Sme aj napriek tomu presvedčení, že experimentálne aktivity by mali byť prirodzenou súčasťou vyučovania fyziky na základných a stredných školách.

5 ARGUMENTÁCIA AKO SÚČASŤ KRITICKÉHO MYSLENIA

Argumentácia je súčasťou komunikácie, ktorú používame v bežnom živote, či už osobnom alebo pracovnom. Takmer každý deň musíme obhájiť svoje názory, postoje, návrhy, alebo vyjadriť svoje myšlienky. Musíme vysvetliť a zdôvodňovať svoje konanie, alebo presvedčiť niekoho o niečom. Pri týchto bežných činnostiach uvádzame argumenty.

Viacerí autori uvádzajú situácie, v ktorých je argumentácia potrebná. Staněk hovorí, že schopnosť správne argumentovať je potrebná pri akademickom písaní, aj pri analyzovaní cudzích argumentov. Ďalej uvádza, že je nevyhnutná pri vlastnom výskume, pri písaní a obhajobe výskumnej správy, pri diskusii alebo pri štúdiu odbornej literatúry (Staněk, 2011, s. 1). Podľa Hincovej a Húskovej (2009, s. 281) je potrebná účinná argumentácia pri každom rokovaní, pri riešení konfliktných situácií alebo pri vedení ľudí. Hovorí, že „ani najlepšia myšlienka nemá nádej na presadenie sa, keď ju nedokážeme dobre prezentovať druhým a podporiť ju jasnými a presvedčivými argumentmi“ (Hincová, Húsková, 2009, s. 281). Sme teda presvedčení, že schopnosť dobre argumentovať je veľmi dôležitá a oplatí sa ju rozvíjať. Tomášková (2015, s. 5) chápe kompetenciu vedieť argumentovať ako nadpredmetovú. Podľa nej treba postupne rozvíjať rôzne zručnosti, ako vyjadriť svoj názor, zdôvodniť stanovisko a predniesť „vítaný argument“ na to, aby bola kompetencia dosiahnutá. Uvádza, že správne argumentovať nie je jednoduché, avšak pri istom špecifickom postupe je možné schopnosť argumentovať zdokonaľovať. Hovorí, že dôležitý argument môžeme vysloviť na súde, v zamestnaní, doma, ale taktiež aj v škole. Dodáva, že v komunikácii nie je dôležité len vyslovovať argumenty, ale aj počúvať a reagovať na počuté. Taktiež tvrdí, že argumentovanie sa môžeme učiť a naučiť sa ho (Tomášková, 2015, s. 27).

Žiaci sa môžu stretnúť s rôznymi formami argumentácie a s rôznymi druhmi argumentov, keďže sú v každodennom kontakte s masmédiami, ktoré sprostredkovávajú informácie. Avšak je dôležité, aby sa stretli s argumentáciou aj počas školskej dochádzky.

Mnoho ľudí si myslí, že argumentovanie môže narušať proces učenia sa. Súhlasíme s názorom, že určité typy argumentov, ktoré sú stále viac a viac prevládajúce v médiách, vyučovací proces naozaj narušajú. Tannen (1998, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 1) analyzoval agresívne typy argumentov, ktoré je často vidieť v rôznych diskusných reláciách a v politickej sfére, kde predstavitelia dvoch opozičných pohľadov chrlia na seba svoje myšlienky. V týchto argumentoch nie je cieľom spolupracovať za účelom nájdenia spoločného stanoviska, ale jednoducho získať publikum na svoju stranu. Myslíme si, že väčšina žiakov už zažila situáciu, v rámci ktorej boli zapojení do takého typu argumentácie a sme presvedčení, že

učitelia a rodičia by súhlasili s názorom, že tento spôsob argumentácie málo prispieva k vzdelávaniu.

Už Menčinskaja v 50-tych rokoch minulého storočia zdôrazňovala, že „učenie sa nemá zamerať len na výsledný produkt osvojenia poznatkovej sústavy (kvantum vedomostí), ale predovšetkým na myšlienkové operácie, ktoré sa rozvíjajú učením.“ (Ďurič, 1981, s. 234). Teda je potrebné rozvíjať aj argumentáciu v rámci vyučovania. Počas vyučovacích hodín sú žiaci konfrontovaní s takými situáciami, v ktorých majú vyjadriť svoje názory, prípadne pomocou faktov podložiť svoje tvrdenia. V rámci vyučovania fyziky sa takéto situácie vyskytnú napríklad pri predpovedi, vyslovení hypotézy alebo pri vysvetľovaní rôznych javov a dejov.

Napriek tomu, že schopnosť argumentácie patrí medzi nevyhnutné kognitívne schopnosti 21. storočia, nie je dôsledne rozvíjaná vo vyučovaní (Sieck, 2018). Jednou z príčin je, že argumentácia môže byť považovaná za zručnosť, ktorá sa prirodzene rozvíja v priebehu štúdia. Ďalšou príčinou je, že nemusí byť jasné, čo presne je potrebné vyučovať. Z výskumu, ktorý uskutočnili Kuhn a Crowell (2011), vyplýva, že argumentačné schopnosti je možné počas vyučovania cieleným spôsobom rozvíjať.

Vedy o vzdelávaní (Learning Sciences) sa zaoberajú rôznymi druhmi argumentácie, ktoré nazývajú kolaboratívnou argumentáciou (collaborative argumentation). Napríklad kolaboratívna argumentácia zohráva hlavnú úlohu vo vede a vo vedeckých pokrokoch, a to nie zhromažďovaním faktov, ale diskutovaním a argumentáciou (Osborne, 2010, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 1). Argumentácia vo vede by nemala byť v prevažnej miere oponujúca a agresívna, jedná sa totiž o formu kolaboratívnej diskusie, v rámci ktorej obidve strany spolupracujú na riešení problému, a v rámci ktorej sa vedci snažia dostať sa k spoločnému súhlasnému stanovisku. Zapojenie žiakov do kolaboratívnej argumentácie im môže pomôcť naučiť sa v dôležitých problémoch a v sporných prípadoch myslieť kriticky a nezávisle. Predtým, ako sa žiaci úspešne zapoja do kolaboratívnej argumentácie, musia prekonať tradičný a hlboko zakorenený opozičný vzťah medzi úsudkom a emóciami (Baker et al., 2013, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 2, Picard et al., 2004, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 2), musia prestať byť agresívne protichodní voči ostatným, a musia sa orientovať na diskutované otázky a názory ostatných.

Keď žiaci v rámci triedy spolupracujú v argumentácii, používajú ju s cieľom niečo sa naučiť. Keď sa na to celé pozrieme ako na spoluprácu, argumentácia môže pomôcť učiacim sa dosiahnuť široký výber dôležitých vzdelávacích cieľov. Existuje veľa možností, ako argumentácia prispieva k učeniu sa. Po prvé, argumentácia zahŕňa spracovanie poznatkov, zdôvodnenie a sebareflexiu. Tieto aktivity sú považované za prostriedky prispievajúce

k hlbšiemu konceptuálnemu učeniu sa (Bransford et al., 1999, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 2). Po druhé, účasť v argumentácii pomáha žiakom spoznať argumentačné štruktúry (Kuhn, 2001, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 3). Po tretie, produktívna argumentácia je určitá forma spolupráce, môže pomôcť v rozvíjaní sociálneho povedomia a schopnosti spolupráce vo všeobecnosti (Wertsch, 1985, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 3). Po štvrté, skupiny ľudí v práci, doma, či v inom sociálnom kontexte často zdieľajú spoločnú tradíciu argumentácie (Billig, 1987, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 3) a efektívna účasť v týchto skupinách môže spustiť učenie sa ako argumentovať priamo v rámci nich (Koschmann, 2003, podľa Andriessen, Baker, 2014, s. 3).

5.1 Vymedzenie pojmov

V literatúre sa môžeme stretnúť s rôznymi prístupmi autorov k definovaniu pojmu argumentácia. V ďalšom sa pozrieme na niektoré z nich. Keďže nevyhnutnou súčasťou argumentácie je použitie argumentu, tiež priblížime ako autori charakterizujú tento pojem.

5.1.1 Argumentácia

Ak preskúmame definovanie pojmu argumentácia v slovníkoch, nachádzame rôzne prístupy. Vo Veľkom slovníku cudzích slov (Brukker, Opatíková, 2006, s. 38) definujú tento pojem ako „dokazovanie, uvádzanie dôkazov, súhrn dôkazov“.

V Slovníku cudzích slov pre školu a prax (Šaling et al., 1997, s. 54) argumentáciu opisujú ako „myšlienkový postup vyjadrený slovami a dokazujúci, že dajaké tvrdenie je pravdivé alebo nepravdivé.“

Tomášková (2015, s. 15) vníma argumentáciu ako „druh exemplifikácie, v ktorej sa objasňuje, zdôvodňuje a dokazuje isté tvrdenie, pričom sa vyvíja úsilie presvedčiť niekoho o niečom.“

Nagy et al. (2010, s. 27) definujú, že argumentácia je „forma komunikácie, pri ktorej sa objasňujú, zdôvodňujú postoje, názory, konkrétne činy a pod.“ Podľa nich najčastejšie argumentujeme pri dokazovaní niečoho, pri presvedčovaní niekoho, alebo pri presadení názoru a myšlienky. Hovoria, že argumentovať možno viacerými spôsobmi: rozumne, logicky (logos), citmi (pátos), vôľou, mravnosťou (étos).

Staněk (2011, s. 1) uvádza, že „cieľom argumentácie je presvedčiť partnerov v diskusii a publikum, že tvrdenie, ktoré zastávate, je pravdivé.“ Ďalej hovorí, že k tomuto cieľu sa nie je možné dostať akýmkoľvek spôsobom (bitka, zastrašenie, hádka), ale „výhradne predkladaním dôvodov podporujúcich vaše tvrdenie“ (Staněk, 2011, s. 1).

Hincová a Húsková (2009, s. 281) hovoria, že „argumentácia je presvedčovanie na základe uvádzania dôvodov, ktoré majú viesť k prijatiu toho, čo je predpokladané. Je to odôvodňovanie pravdivosti či správnosti tvrdenia, názoru hľadaním správnych dôkazových prostriedkov ako dôvodov určitého tvrdenia. Tvrdenie pritom môže byť pravdivé a nepravdivé.“ Tiež uvádzajú, že pri argumentovaní sa považujú určité veci ako dané. Tie sú zachytené v premisách argumentu, a ďalej je potrebné sa pokúsiť ukázať, že pokiaľ platia premisy argumentu, musí platiť aj záver argumentu. Píšu, že „argumentácia je založená na vzťahu podpory medzi premisami a záverom“ (Hincová, Húsková, 2009, s. 276).

Viacerí autori (Hincová, Húsková, 2009, s. 275 – 276, Staněk, 2011, s. 1, Tomášková, 2015, s. 26) sa zhodujú v názore, že argumentácia nie je hádka. V prípade, že sa človek snaží rôznymi spôsobmi, ako napríklad povrchné zapôsobenie na partnera, zastrašovanie partnera, bitka, či hádka, docieľiť, aby jeho partner v diskusii priznal, že on má pravdu, nejde o argumentáciu. Pri argumentácii by sa mal človek snažiť pomocou racionálnych prostriedkov prehovoriť svojho partnera a ponúknuť mu dôvod na to, že určité tvrdenie je pravdivé, prípadne, že partnerovo tvrdenie je chybné. Mali by sme mať na mysli, že „cieľom argumentovania je dostať sa k pravde. Cieľom hádania sa je dostať druhého človeka“ (Tomášková, 2015, s. 26).

Bielik vymedzuje aj pojem vedecká argumentácia: „Vedecká argumentácia je druh argumentácie, v ktorej určitú (empirickú) evidenciu získanú pomocou vedeckých metód (a opierajúc sa o určité teoretické pozadie) predkladáme ako dôvod pre prijatie alebo odmietnutie určitej hypotézy (resp. teórie, prípadne iného evidenčného výroku)“ (Bielik, 2016, s. 13).

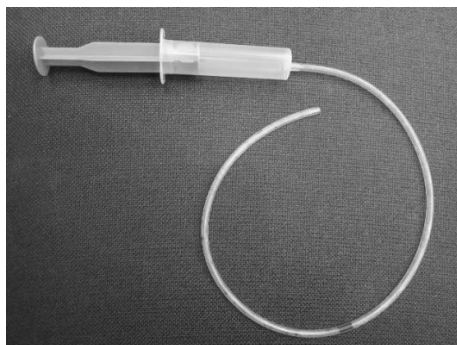
Nagy et al. (2010, s. 27) považujú argumentáciu za korektnú, ak prejde nasledujúcimi etapami:

- výber premís,
- logické usudzovanie,
- formulácia záveru.

Žiak musí pri vyslovení argumentu najprv vhodne identifikovať fyzikálny jav, o ktorý ide v diskusii pri riešení problému. Na základe toho vyberie vhodnú premisu – tvrdenie, ktoré je pre daný fyzikálny jav platné. Potom na základe logického usudzovania prepojí tvrdenie s fyzikálnym javom a vysloví záver.

Ilustrujme to na príklade vysvetlenia nasledovného pokusu, ktorý je znázornený na obrázku. 5.1: *V hadičke napojenej na striekačku je malá kvapka vody. Injekčná striekačka má povytiahnutý piest, je v nej vzduch. Keď striekačku chytíme do dlane a zahrievame, kvapka sa*

v hadičke začne posúvať jedným smerom. Ak striekačku obalíme mokrou vreckovkou, kvapka sa začne posúvať druhým smerom. Prečo sa kvapka pohybuje? Vysvetli.



Obr. 5.1 Kvapka v hadičke sa pri zohrievaní alebo ochladzovaní striekačky pohybuje

Žiak by si mal na základe pozorovaného pokusu uvedomiť, že fyzikálny jav, ktorý pozoruje súvisí s teplotnou rozťažnosťou vzduchu. Vyberie predpoklad: *Plyny pri zohrievaní zväčšujú svoj objem*. V ďalšom kroku si žiak logickým usudzovaním uvedomí, že *V injekčnej striekačke je vzduch, čo je tiež plyn, a teda zväčšuje svoj objem*. Nakoniec dospeje k záveru, že *Vzduch teda zaberá väčší objem, a preto sa kvapka vody musí v hadičke posunúť ďalej*.

5.1.2 Argument

Pojem argument je tiež definovaný rôzne. Vo Veľkom slovníku cudzích slov (Brukker, Opatíková, 2006, s. 38) nájdeme nasledujúci opis: „dôvod tvrdenia, dôkaz, dôkazový prostriedok; nezávisle premenná veličina určitej funkcie“. V Slovníku cudzích slov pre školu a prax (Šaling et al., 1997, s. 54) sa uvádza viac vysvetlení tohto pojmu:

- „dôvod určitého tvrdenia,
- logický súd, fakt, príklad, analógia, jedna alebo niekoľko viet na potvrdenie alebo vyvrátenie určitého tvrdenia alebo tézy; dôkazový prostriedok, dôkaz,
- mat. nezávisle premenná veličina nejakej funkcie,
- lingvistický prostriedok na vyjadrenie okolností viazaných na sloveso, bez ktorých sloveso nemá plný význam (napr. rúbať – drevo sekerou)“.

Tomášková (2015, s. 16) hovorí, že argumenty sú základom argumentácie a „sú potrebné na potvrdenie stanoviska jednotlivca, či celého tímu. Ich základom je tvrdenie, ktoré je primerane vysvetlené a podložené dôkazom.“ (Tomášková, 2015, s. 16).

Staněk (2011, s. 2) definuje argument ako „postupnosť výrokov, ktorá vedie od premís (predpokladov) k záveru“. Výrok chápe ako vetu s pravdivostnou hodnotou, o ktorej sa dá aspoň v princípe povedať, či je pravdivá, alebo nie. Ďalej hovorí, že cieľom človeka pri

predkladaní argumentu je ukázať, že pokiaľ platia premisy argumentu, platí aj záver argumentu. Uvádza, že na to, aby sa dalo nejakú výpoveď považovať za argument, musí zahŕňať aspoň jeden predpoklad, teda výrok, ktorý je považovaný ako pravdivý – podmienka fakticity, a s použitím tohto pravdivého výroku podporiť iné tvrdenie – podmienka inferencie.

Hincová a Húsková (2009, s. 274) uvádzajú nasledujúcu definíciu argumentu: „Argument je druh dokazovania, odôvodňovania, ktorý sa snaží podporiť platnosť nejakého tvrdenia (záveru) pomocou iných tvrdení (premís).“

Bielik (2016, s. 8) definuje argument nasledovne: „Argument je konečná postupnosť výrokov (prepozícií) $P_1, \dots, P_n, Z$, taká, že výroky $P_1, \dots, P_n$, nazývané premisy (argumentu), sú uvedené ako dôvod (podpora) pre prijatie výroku Z , ktorý nazývame záver (argumentu).“

Staněk (2011, s. 2) upozorňuje aj na to, že niektoré typy výpovedí nemôžeme považovať za argumenty a treba ich od neho odlíšiť. Uvádza nasledujúce štyri typy výpovedí:

Vyjadrenie názoru alebo presvedčenia nespĺňa podmienku inferencie, teda pri vyjadrení názoru nepodporíme nejaké tvrdenie pomocou pravdivého výroku, napr. *Obráz sa mi páči, lebo sú na ňom žlté kvety*. Príklad z fyziky nájdeme len veľmi ťažko, pretože vo fyzike obyčajne nevyjadrujeme svoj názor, ale opierame sa o fakty. To ako nejaký jav funguje nie je vecou názoru.

Deskripcia je opis stavu nejakej veci alebo udalosti bez ďalšieho vyvodzovania. Tento typ výpovede spĺňa podmienku fakticity. Znamená to, že máme nejaký predpoklad, ktorý považujeme za pravdivý. Deskripcia avšak nespĺňa podmienku inferencie, teda nemôžeme ju považovať za argument. Napr. *Po stlačení fľaše potápač klesá ku dnu*.

Podmienkové vety sú vety typu „Ak ..., potom ...“. Nemôžeme ich považovať za argument, pretože nespĺňajú podmienku fakticity, ale takéto vety môžu byť jeho súčasťou. Napr. podmienková veta *Ak stlačím fľašu, potom potápač klesá ku dnu*. nemôže byť sama o sebe argumentom. Avšak môže byť jeho súčasťou, napr. *Telesá s väčšou hustotou ako voda, klesajú vo vode ku dnu. Ak stlačím fľašu, potom potápač klesá ku dnu*.

Vysvetlenie je typ výpovede, ktorý sa ťažko odlišuje od argumentu. Cieľom argumentu je preukázať, že nejaké tvrdenie platí a cieľom vysvetlenia je ukázať, prečo nejaké tvrdenie platí. Argument sa od vysvetlenia líši v tvrdení, ktoré má tvoriť záver argumentu. Ak je toto tvrdenie neznáme, alebo kontroverzné, ide o argument. Keď je tvrdenie všeobecne prijímané, ide o vysvetlenie.

Ak sa však na tvrdenie pozrieme z hľadiska poznávania, zistíme, že z pohľadu žiaka môže byť aj všeobecne známe tvrdenie pre neho neznáme. Ak uvažíme napríklad tvrdenie o tom, či bude teleso v kvapaline plávať, vznášať sa alebo sa potopí, závisí od hustoty telesa a kvapaliny,

tak ho považujeme za všeobecne prijímanú skutočnosť. Z pohľadu žiaka, ktorý má v procese učenia sa toto tvrdenie prijať, ho môžeme považovať za tvrdenie neznáme. Preto i vysvetlenia žiakov môžeme považovať za argumenty.

Na základe vyššie opísaných definícií budeme v našej práci argumentáciu chápať ako nejaký proces, v rámci ktorého objasňujeme, zdôvodňujeme, dokazujeme vlastné názory a myšlienky, alebo presviedčame niekoho o niečom. Pri argumentácii vychádzame z niečoho, čo považujeme za platné – predpoklad alebo premisa argumentu. S použitím tohto predpokladu, alebo predpokladov sa snažíme dostať k nejakému tvrdeniu – záveru argumentu. Tento záver je vlastne ten náš dokazovaný názor alebo myšlienka. Z pohľadu fyziky to znamená, že žiak podáva vysvetlenie alebo objasnenie nejakého fyzikálneho javu, pričom vychádza z predpokladov – jemu známych a platných faktov, pravidiel a zákonov fyziky, alebo na základe faktov a nadobudnutých informácií (napríklad aj meraním) vyvodzuje závery a podáva dôkazy pre hypotézy.

Na odhalenie vzťahov medzi jednotlivými časťami argumentu, medzi predpokladmi, a medzi predpokladom a záverom, môžu byť použité argumentačné schémy. Staněk (2011, s. 3) charakterizuje štyri nasledovné:

Vertikálna schéma je taká štruktúra argumentov, „v ktorej je záver jedného argumentu predpokladom ďalšieho argumentu“ (Staněk, 2011, s. 3). Napr. *Lopta padá v tiažovom poli Zeme pri zanedbateľnom odpore prostredia. Na loptu preto pôsobí tiažová sila. Lopta sa teda pohybuje so zrýchlením.*

O horizontálnej schéme hovoríme, keď je argument štruktúrovaný tak, že záver je „podporovaný niekoľkými nezávislými predpokladmi, t. j. každý predpoklad podporuje záver sám o sebe“ (Staněk, 2011, s. 3). Napr. *Všetky plyny sú tekuté. Oxid uhličitý je plyn. Preto môžeme tvrdiť, že oxid uhličitý je tekutý.*

Spojené premisy sú typ štruktúry „kedy je záver podporovaný niekoľkými predpokladmi, ktoré podporujú záver jedine vtedy, keď sú všetky pravdivé“ (Staněk, 2011, s. 3). Napr. *Mesiace je k Zemi priťahovaný tiažovou silou. Sily spôsobené inými vesmírnymi telesami považujeme za zanedbateľne malé. Mesiac sa pohybuje nenulovou rýchlosťou. Výsledná sila pôsobiaca na Mesiac je tiažová sila. Preto Mesiac obieha okolo Zeme.*

Pri niekoľkonásobnom závere „je z premisy (či z premís) vyvedených viac záverov“ (Staněk, 2011, s. 3). Napr. *Pre odpor vodiča platí vzťah $R = \rho \frac{l}{S}$, kde ρ je rezistivita, l dĺžka vodiča a S jeho prierez. Vodič dvojnásobnej dĺžky má dvojnásobný odpor. Vodič s polovičným prierezom má dvojnásobný odpor.*

Autori rozdeľujú druhy argumentov rôzne. Myslíme si, že z pohľadu vyučovania fyziky je vhodné charakterizovať deduktívne a induktívne argumenty, nakoľko by ich mali žiaci najviac využívať pri riešení problémov.

Deduktívne argumenty

Bielik (2016, s. 11) označuje deduktívne argumenty, ako logicky platné argumenty. Pri takomto type argumentu sa o závere dá jednoznačne povedať, či platí, alebo nie – tretia možnosť neexistuje. Jeho platnosť je možné overiť pomocou nástrojov výrokovej logiky.

Platnosť argumentu pomocou výrokovej logiky môžeme overiť nasledovne. Najskôr musíme zistiť predpoklady a záver argumentu. V ďalšom kroku danej časti treba napísať pomocou jednoduchých výrokov a výrokových spojok. Platnosť zápisu môžeme overiť pomocou tabuľky pravdivostných hodnôt zložených výrokov tak, že predpokladom priradíme všetky kombinácie pravdivostných hodnôt.

V tabuľke 5.1 uvádzame pravdivostné hodnoty zložených výrokov. Znakom 0 označujeme nepravdivý výrok, znakom 1 pravdivý výrok. Znaky $\wedge$, $\vee$, $\Rightarrow$, $\Leftrightarrow$, $'$ označujú výrokové operácie. Znak $\wedge$ je znakom konjunkcie, znak $\vee$ je znakom disjunkcie, znak $\Rightarrow$ označuje implikáciu, znak $\Leftrightarrow$ označuje ekvivalenciu a $'$ je znakom negácie.

Tab. 5.1 Tabuľka pravdivostných hodnôt zložených výrokov (Gahér, 1998, s. 85)

p	q	$p \wedge q$	$p \vee q$	$p \Rightarrow q$	$p \Leftrightarrow q$
1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	0	0	0	1	1

Staněk (2011, s. 5) uvádza aj iný spôsob overenia argumentu, kedy je možné jeho platnosť odvodiť pomocou axiém a odvodzovacích pravidiel, ako sú napríklad modus ponens a modus tollens. V pravidlách sa využívajú dva predpoklady (P1 a P2), z ktorých sa odvodí záver (Z).

Odvodzovacie pravidlo modus ponens vyplýva z tautológie $((A \Rightarrow B) \wedge A) \Rightarrow B$. Napr.:
P1: Ak má teleso väčšiu hustotu ako voda, klesá ku dnu. P2: Teleso má väčšiu hustotu ako voda. Z: Teleso klesá ku dnu.

Odvodzovacie pravidlo modus tollens vyplýva z tautológie: $((A \Rightarrow B) \wedge B') \Rightarrow A'$. Napr.:
P1: Ak má teleso väčšiu hustotu ako voda, klesá ku dnu. P2: Teleso neklesá ku dnu. Z: Jeho hustota nie je väčšia ako hustota vody.

Pri deduktívnom argumente si musíme uvedomiť, že na to, aby sme mohli o danom závere povedať, že je pravdivý, musí vychádzať z pravdivých predpokladov (Staněk, 2011,

s. 4). Na ilustráciu uvádzame príklad argumentu, ktorý je platný, ale nevedie k pravdivému záveru: *P1: Ak má teleso väčšiu hustotu ako voda, pláva na hladine. P2: Teleso má väčšiu hustotu ako voda. Z: Teleso pláva na hladine.* Je to platný argument modus ponens. Ale keď pozrieme na premisu 1, zistíme, že táto nie je pravdivá. Preto nemôžeme povedať, že je pravdivý záver.

Taktiež si musíme uvedomiť, že neplatnosť argumentu neznamená, že záver je nepravdivý. V prípade takého argumentu môžeme povedať iba toľko, že „autor argumentu nepreukázal pravdivosť záveru“ (Staněk, 2011, s. 6). Na ilustráciu uvádzame nasledovný príklad: *P: Ak na teleso pôsobí nulová sila, potom sa nemení jeho pohybový stav. Z: Ak na teleso pôsobí nenulová sila, potom sa mení jeho pohybový stav.* Ide o neplatný argument, pretože výrok $(A \Rightarrow B) \Leftrightarrow (A' \Rightarrow B')$ nie je tautológia. V konečnom dôsledku ani záver nie je úplne správny, pretože ak na teleso pôsobí výsledná nenulová sila, nemusí to nutne znamenať, že sa mení jeho pohybový stav. Sila môže spôsobovať aj deformáciu telesa.

Induktívne argumenty

Pri induktívnom argumente môžeme hovoriť iba o pravdepodobnom závere (Staněk, 2011, s. 6). Vo vyučovaní fyziky sa s takýmto typom argumentov stretávame napríklad pri skúmaní vlastností látok. Žiaci skúmajú vlastnosť len jedného plynu, a to vzduchu. Na základe pokusov so vzduchom zistia vlastnosť plynu, napríklad. stlačiteľnosť, ktorú potom zovšeobecnia na všetky plyny. Z logického hľadiska nejde o korektný argument. Z hľadiska vyučovania a časovej dotácie však nie je možné preskúmať všetky plyny, aby bolo zovšeobecnenie korektné.

Argumenty možno deliť aj na faktické, logické a emocionálne (Kratochvílová et al., 2007, s. 59):

1. faktické – vecné argumenty a dôkazy vychádzajúce priamo zo skúseností,
2. logické – argumenty vyplývajúce z logického odvodzovania a vzájomnej kombinácie myšlienok,
3. emocionálne – argumenty založené na pôsobení na city.

Z pohľadu didaktiky fyziky sa na toto delenie môžeme pozrieť z iného uhla. Vo fyzike a fyzikálnej komunite sa vo všeobecnosti uznávajú dva druhy argumentov, ktoré sa používajú pri vysvetľovaní javov. Ide o názorné a matematické argumenty. Názorné argumenty sa opierajú o experiment, a tým zdôvodňujú fyzikálne zákony a princípy. Podľa vyššie uvedeného delenia argumentov (Kratochvílová et al., 2007, s. 59) ich môžeme radiť k faktickým. Matematické dôkazy, teda argumenty vychádzajúce z matematických postupov, zákonov, pravidiel, ktoré zdôvodňujú fyzikálne princípy či zákony, zasa patria k logickým. Pri

posudzovaní javov alebo riešení problémov žiakom sa vysoko hodnotí argument opierajúci sa o jeho vedomosti z matematiky, ako aj argument postavený na výsledkoch experimentu. Emocionálne argumenty sa pri vysvetľovaní fyzikálnych javov nepoužívajú.

Iné rozdelenie argumentov uvádza Tomášková (2015, s. 11 – 19), keď hovorí o presviedčaní. Vzhľadom na to, že rozum a pocity spolu súvisia, presviedčajúci pôsobí na obidva tieto aspekty. Tomášková presviedčanie teda rozdeľuje na dve časti: emocionálne a racionálne. Pri racionálnom presviedčaní Tomášková (2015, s. 16 – 17) rozlišuje nasledujúce druhy argumentov, ktoré sme doplnili príkladmi z fyziky:

- argumenty odvodené z definície,

Ak je zmena veľkosti rýchlosti Δv za rovnaké časové intervaly Δt vždy rovnaká, môžeme konštatovať, že ide o pohyb so stálym zrýchlením, teda o rovnomerne zrýchlený, alebo rovnomerne spomalený pohyb. A presne to znázorňuje graf závislosti veľkosti rýchlosti od času.

- argumenty vytvorené zo vzťahu príčiny a následku,

Ak zväčšíme dĺžku vodiča na dvojnásobok, potom bude jeho odpor dvakrát väčší.

- argumenty vytvorené zo situácie alebo okolností,

Ak loptičku položíme na naklonenú rovinu, skotúľa sa dole. Nebude sa predsa kotúľať hore kopcom.

- argumenty založené na analógii,

Keď sme robili pokus s kovovým gombíkom, ktorý sme vložili do vody, klesol ku dnu. Teraz máme klinček, ktorý je tiež kovový. Teda, keď ho vložíme do nádoby s vodou, tiež klesne ku dnu.

- argumenty používajúce dôkazy: správy, fakty, štatistiky, osobné svedectvo, odvolávanie sa na authority. Tu treba zvážiť vierohodnosť zdrojov.

Aj Newton tvrdil, že pri nulovej výslednej sile pôsobiacej na teleso, sa toto bude pohybovať rovnomerným pohybom alebo bude v pokoji.

Môže nastať prípad, kedy sa žiaci pri argumentovaní nedokážu úplne zbaviť emócií a argumentácia nesie so sebou emočný nádych. Argumentácia sa v takýchto prípadoch môže stať prostriedkom vyjadrovania hnevu, pomsty, či sebaobhajovania medzi žiakmi. Avšak ako hovorí aj Tomášková (2015, s. 26) „to, čo by malo závažiť pri správnej argumentácii, je jej intelektuálna podstata, myšlienky a ich vzájomné prepojenie“.

Počas vyučovacej hodiny v rámci diskusie môže nastať chaos. Môže sa stať, že medzi žiakmi sa nájde jeden, ktorý odvádza pozornosť od danej témy, zasype oponenta rôznymi

nezmyslami, alebo nabaľuje na danú tému nesúvisiace informácie. V takom prípade rastie počet nesúvisiacich tvrdení a je ťažké sa rozhodnúť, ktorý argument považovať za rozumný, čo oponenta môže zmiast'ť. „Ak má mať diskusia zmysel, musí sa v nej nachádzať ešte jeden člen, ktorý síce neargumentuje za žiadnu stranu, ale dokáže robiť „výcuc“ z toho, čo tá ktorá strana povedala.“ (InVivo, 2016). V diskusiách v rámci vyučovania by to mal byť učiteľ. Učiteľ by však žiakom nemal prezradiť riešenie problému, o ktorom žiaci diskutujú. Mal by nechať žiakov diskutovať, ale diskusiu musí riadiť, aby sa neuberala nesprávnym smerom. Dohliada na to, aby žiaci používali vedeckú argumentáciu, každý záver by mali podložiť tvrdením a argumentom.

5.2 Podpora rozvoja argumentačných schopností v oficiálnych dokumentoch

Požiadavka na rozvoj argumentačných schopností žiaka vyplýva aj z aktuálnych výziev zahraničných aktérov vo vzťahu k zaviazanosti Slovenska plniť požiadavky v tomto kontexte v prepojení na spoločný celoeurópsky priestor v oblasti vzdelávania. Rada Európskej únie prijala odporúčanie o kľúčových kompetenciách pre celoživotné vzdelávanie v máji 2018. V odporúčaní sa vymedzuje osem kľúčových kompetencií nevyhnutných pre občanov pre osobné naplnenie, zdravý a udržateľný životný štýl, zamestnateľnosť, aktívne občianstvo a sociálne začlenenie. Ide o nasledovné kompetencie (EU, 2019):

- kompetencia v oblasti gramotnosti,
- viacjazyčná kompetencia,
- matematická kompetencia a spôsobilosť v oblasti vedy, techniky a inžinierstva,
- digitálna kompetencia,
- osobnostná, sociálna a vzdelávacia schopnosť učiť sa,
- občianska kompetencia,
- podnikateľská kompetencia,
- kultúrne povedomie a kompetencia komunikačná.

Tieto kompetencie okrem iného zahŕňajú aj schopnosti rozlišovať a používať rôzne typy zdrojov, vyhľadávať, zhromažďovať a spracúvať informácie, používať pomôcky a formulovať a vyjadrovať ústne a písomné argumenty presvedčivým spôsobom zodpovedajúcim kontextu.

Fyzika ako vyučovací predmet je súčasťou vzdelávacej oblasti Človek a príroda, kde sa novým školským zákonom z roku 2008 (NRSR, 2008) vytvoril priestor pre podporu argumentačných schopností. To sa zároveň premietlo do Štátneho vzdelávacieho programu pre druhý stupeň základnej školy (ISCED 2), aj pre gymnáziá (ISCED 3A).

Podľa prílohy Štátneho vzdelávacieho programu pre fyziku ISCED 2 (ŠPÚ, 2009a, s. 2 – 3) je jedným z cieľov predmetu fyzika v intelektuálnej oblasti „vedieť rozlíšiť argumenty od osobných názorov, spoľahlivé od nespoľahlivých informácií“ a „vedieť obhájiť vlastné rozhodnutia a postupy logickou argumentáciou založenou na dôkazoch“. Čo sa týka cieľov v oblasti schopností a zručností, má žiak „vedieť správne formulovať aj otázky aj odpovede, ale aj počúvať druhých. Dokázať obhájiť svoj názor a nehanbiť sa priznať vlastnú chybu.“ (ŠPÚ, 2009a, s. 3).

V prílohe Štátneho vzdelávacieho programu pre fyziku ISCED 3A (ŠPÚ, 2009b) sú ciele predmetu fyzika tiež rozdelené na viaceré oblasti. Na konci kurzu, by žiak „mal byť schopný komunikovať myšlienky, pozorovania, argumenty, praktické skúsenosti:

- použitím vhodného slovníka a jazyka,
- použitím grafov a tabuliek,
- použitím vhodného formátu laboratórneho protokolu,
- použitím vhodného softvéru ako textový editor, tabuľkový procesor“ (ŠPÚ, 2009b, s. 2).

Štruktúru kompetencií rozvíjaných vyučovaním fyziky udáva tabuľka 5.2. V komunikačnej oblasti je jednou z kompetencií, ktoré je potrebné rozvíjať v rámci vyučovania fyziky, aj argumentácia.

Tab. 5.2 Štruktúra kompetencií rozvíjaných vyučovaním fyziky (ŠPÚ, 2009a, s. 4, ŠPÚ, 2009b, s. 4)

Poznávacia (kognitívna)	Komunikačná	Interpersonálna	Intrapersonálna
Používať kognitívne operácie.	Tvoriť, prijať a spracovať informácie.	Akceptovať skupinové rozhodnutia.	Regulovať svoje správanie.
Formulovať a riešiť problémy, používať stratégie riešenia.	Vyhľadávať informácie.	Kooperovať v skupine.	Vytvárať si vlastný hodnotový systém.
Uplatňovať kritické myslenie.	Formulovať svoj názor a argumentovať.	Tolerovať odlišnosti jednotlivcov a iných.	
Nájsť si vlastný štýl učenia a vedieť sa učiť v skupine.		Diskutovať a viesť diskusiu o odbornom probléme.	
Myslieť tvorivo a uplatniť jeho výsledky.			

V roku 2015 boli vydané tzv. inovované štátne vzdelávacie programy. V inovovanom Štátnom vzdelávacom programe pre nižšie stredné vzdelávanie – 2. stupeň základnej školy (ŠPÚ, 2015a, s. 4) je medzi všeobecné ciele výchovy zaradené aj rozvíjanie funkčnej

gramotnosti a kritického myslenia žiakov. Medzi všeobecné ciele úplného stredného všeobecného vzdelávania patrí „prehľbiť u žiakov sociálne kompetencie, osobitne schopnosť kultivovane komunikovať, racionálne argumentovať a efektívne spolupracovať v rôznych skupinách“ (ŠPÚ, 2015b, s. 4).

V rámci vyučovania fyziky by učiteľ žiakom nemal predkladať len hotové poznatky. Jeho úlohou je zabezpečiť žiakom podmienky na aktívne osvojovanie vedomostí. Teda také, kde by žiaci mohli manipulovať s predmetmi, pozorovať javy, merať, experimentovať a vzájomne diskutovať, riešiť otvorené úlohy, praktické a teoretické problémy. Pri budovaní fyzikálnych poznatkov je dôraz kladený na vlastnú žiacku skúsenosť s fyzikálnymi javmi a objektmi prostredníctvom žiackych pokusov, reálnych demonštrácií, priamych meraní a ich spracovaní. Rozvíjajú sa žiacke bádateľské spôsobilosti, medzi ktoré patrí aj schopnosť formulovať hypotézy, tvoriť závery a zovšeobecnenia, interpretovať údaje a opísať ich vzájomné vzťahy (ŠPÚ, 2015c, ŠPÚ, 2015d).

V Štátnom vzdelávacom programe: fyzika – nižšie stredné vzdelávanie si môžeme všimnúť ciele, ktoré sú zamerané aj na argumentáciu. Žiaci po absolvovaní kurzu okrem iného „prezentujú a obhajujú svoje postupy a tvrdenia logickou argumentáciou založenou na dôkazoch“ (ŠPÚ, 2015d, s. 3).

Ciele súvisiace s argumentáciou sú uvedené aj Štátnom vzdelávacom programe: fyzika – gymnázium so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom, kde žiaci v oblasti komunikácie „vyjadrujú myšlienky, argumenty, praktické skúsenosti z pozorovania

- použitím vhodného slovníka a jazyka,
- použitím grafov a tabuliek,
- použitím vhodného formátu laboratórneho protokolu,
- použitím digitálnych technológií (určených školským vzdelávacím programom).“ (ŠPÚ, 2015c, s. 3).

Z nášho pohľadu je pre nás inšpiratívny model kognitívnych procesov podľa Americkej filozofickej asociácie (Facione, 1990), ktorý uvádzame v časti 1.2. Argumentácia sa v tomto modeli javí ako nosný komponent rozvoja kritického myslenia.

5.3 Výskumy týkajúce sa argumentácie

Väčšina ľudí sa domnieva, že rozvíjanie argumentácie je záležitosťou predškolských pedagógov a spoločenskovedných predmetov, pričom nezohľadňujú možnosti učiteľov prírodovedných predmetov. Namdar a Tuskan (2018) uskutočnili výskum zameraný práve na

názory učiteľov na vedeckú argumentáciu. Pomocou online dotazníka oslovili 357 učiteľov tureckých škôl, ktorí najčastejšie uvádzali, že argumentácia je dôležitá pre motiváciu žiakov k učeniu sa vedy, pri rozvíjaní argumentácie je dôležitý spôsob riadenia hodiny a na podporu rozvíjania argumentácie na prírodovedných predmetoch by sa mali využiť poznatky zo spoločenskovedných disciplín. Zaujímavým zistením bolo, že učitelia na podporu rozvíjania argumentácie u žiakov používajú experimenty a práve fyziku považujú za najvhodnejší vyučovací predmet na jej rozvíjanie.

Autori Wang a Buck (2016) sú tiež toho názoru, že rozvíjanie schopnosti argumentovať je dôležitým cieľom vo vzdelávaní prírodných vied. Hovoria, že implementácia argumentácie do školského prostredia vyžaduje od učiteľov prírodných vied, aby dômyselne rozvíjali schopnosti argumentácie. Avšak, keďže je nedostatok informácií o argumentačných schopnostiach učiteľov prírodných vied, hlavne v oblasti dialogického významu argumentácie, autori sa vo svojej práci bližšie zaoberajú argumentačnými schopnosťami učiteľov stredných škôl týkajúcich sa vzdelávacieho štandardu v kontexte dialogickej argumentácie. Uvádzajú, že iba učiteľ, ktorý je schopný tvoriť dobré argumenty, môže schopnosť argumentácie rozvíjať aj u svojich žiakov.

Argumentácia je súčasťou kritického myslenia. Učiteľ môže rozvíjať kritické myslenie žiakov, a teda aj argumentáciu, ak dokáže sám uplatniť kritické myslenie na požadovanej úrovni a má dostatok materiálov a podnetov pre žiakov. Ako však preukázali výsledky výskumu zameraného na zistenie úrovne kritického myslenia pedagógov stredných škôl realizovaného Kosturkovou (2013), stredoškolskí pedagógovia Prešovského a Košického kraja (N = 286) dosiahli v kritickom myslení neuspokojivé výsledky.

Výskum zameraný na to, ako vnímajú študenti učiteľstva rozvoj svojich argumentačných schopností učiteľmi, uskutočnili Kosturková a Velmovská (2019). Zúčastnili sa ho študenti troch fakúlt Prešovskej Univerzity v Prešove (N = 484). Zo záveru výskumu vyplýva, že škola podľa vyjadrenia študentov nepodporuje ich argumentačné schopnosti na uspokojivej úrovni. Výsledky taktiež naznačujú, že typ výučby zameraný na podporu argumentačných schopností je na vybraných učiteľských fakultách dosť podceňovaný. Ak teda nie je rozvoj spôsobilostí ako kritické myslenie a argumentácia podporované a rozvíjané u študentov počas ich prípravy na učiteľské povolanie, nemôžeme očakávať, že týmito schopnosťami budú disponovať na požadovanej úrovni a tiež, že ich budú rozvíjať u svojich žiakov.

U študentov učiteľstva by okrem požiadavky na rozvoj kritického myslenia mal byť kladený dôraz aj na dobré vedomosti z odboru, ktorý budú vyučovať. Vedecká štúdia, ktorú realizovali Hakyolu a Ogan-Bekiroglu (2016) sledovala argumenty žiakov počas vedeckej

argumentácie a porovnávala ich s ich predošlými poznatkami. V štúdiu hľadali možný vzťah medzi argumentáciou a vedomosťami študentov. Zistili, že existuje pozitívny vzťah medzi predchádzajúcimi vedomosťami jednotlivcov a ich príspevkom k argumentácii. Ak sú študenti oboznámení s obsahom a majú vedomosti o konceptoch, o ktorých sa diskutuje, majú tendenciu zdôvodňovať svoje tvrdenia, hoci s argumentáciou nemali predtým veľa skúseností. Zistenia taktiež naznačujú pozitívny vzťah medzi vedomosťami a množstvom argumentov, ktoré študenti vytvárajú počas diskusie. Je zrejmé, že iba učiteľ, ktorý má dobré vedomosti z odboru, môže u svojich žiakov vo vyššej miere prispieť k osvojeniu konceptov a vzťahov medzi nimi, a tým prispieť aj k rozvoju ich schopnosti argumentovať.

Okrem rozvinutých schopností učiteľa sú nutnou podmienkou na rozvoj argumentácie žiakov aj vhodné stratégie a postupy spracované v materiáloch, ktoré sú dostupné pre učiteľov. Larraín et al. (2017) uskutočnili prípadovú štúdiu zameranú na rozvoj argumentácie pomocou lekcií *epiSTEMe Forces*. Tieto lekcie sa zakladajú na starostlivo štruktúrovaných problémových situáciách, ktoré majú za cieľ aktivovať širšie skúsenosti žiakov a podporovať vedecký rozhovor s cieľom rozvíjať vedecké koncepcie (Howe et al., 2015). Začínajú sa celotriednou diskusiou o myšlienkach z predchádzajúcich lekcií. Po nej nasledujú aktivity zamerané na riešenie problémov, ktoré žiaci realizujú v malých skupinách. Veľká časť aktivít je zameraná na testovanie hypotéz – žiaci najskôr musia prediskutovať a dohodnúť sa na predpovediach, potom testovať svoje hypotézy prostredníctvom praktických aktivít, následne diskutovať o výsledkoch a dohodnúť sa na závere. V poslednej fáze skupiny zdieľajú svoje výsledky v celotriednej diskusii vedenej učiteľom.

Výskumnú vzorku tvorila jedna trieda žiakov spolu s učiteľom. Učiteľ dostal k dispozícii učebné materiály na podporu argumentácie počas výučby fyziky (lekcie *epiSTEMe Forces*). Lekcie boli zaznamenané na videu a následne analyzované. Učiteľovi bola poskytnutá spätná väzba. Ukázalo sa, že učiteľ sa postupne zlepšoval v podporovaní rozvíjania argumentácie v rámci celej triedy.

Výsledky tohto výskumu naznačujú, že pokiaľ má učiteľ k dispozícii vhodné materiály a je inštruovaný, ako na hodine postupovať, môže aktívne pracovať na rozvíjaní argumentačných schopností žiakov. Tento fakt potvrdzujú aj výsledky výskumu, ktorý realizovala Kosturková (2016). Výskum bol zameraný na experimentálne overenie Programu rozvoja kritického myslenia žiakov v 1. ročníku strednej školy. V rámci výskumu sa zamerala aj na schopnosť argumentovať. Výsledky ukázali, že použitím spomínaného programu sa schopnosti argumentácie zlepšujú.

Kuhn a Crowell (2011) študovali argumentačné schopnosti u šiestakov, pričom sa venovali aj spôsobom ich učenia. Testovali intenzívny vzdelávací program na vybudovanie argumentačných schopností. Tento program bol realizovaný v rámci triedy dvakrát do týždňa počas troch školských rokov. Každý štvrtý rok bola žiakom poskytnutá určitá sociálna problematika, ktorú mali riešiť ako trieda. Napríklad samovzdelávanie doma, čínska politika týkajúca sa jedného dieťaťa, plat učiteľov alebo eutanázia.

Žiaci boli náhodne rozdelení do experimentálnej a kontrolnej skupiny. Obidve skupiny riešili dané sociálne problémy. Kontrolná skupina tieto problémy riešila viac tradičným a individuálnym spôsobom vo forme písania. V experimentálnej skupine, ktorá bola zameraná na rozvíjanie argumentačných schopností, problémy riešili počas diskusií v rámci celej skupiny. Obe skupiny napísali individuálne eseje ako reakcie na sociálne problémy za účelom porovnania rozdielov v ich modeloch odôvodňovania. Taktiež napísali otázky ohľadom toho, čo by chceli vedieť, aby získali dodatočné informácie o daných problémoch.

Experimentálna skupina sa v argumentácii časom zlepšila, i keď v niektorých prípadoch sa argumenty začali objavovať až v treťom roku. Kontrolná skupina s postupom času písala dlhšie eseje, v súlade s tým, že dôraz v tejto skupine bol kladený na individuálne písanie. Avšak neexistoval žiaden dôkaz, že by sa argumentačné schopnosti žiakov kontrolnej skupiny prirodzene zlepšili. Experimentálna skupina napísala viac otázok a vo vyššej kvalite, ako kontrolná skupina. Okrem toho, že boli schopní vypracovať viac odlišných a vyvážených argumentov, boli lepšie pripravení na to, aby sa naučili, čo potrebujú na prekonanie komplexnejších problémov.

Program Kuhna a Crowella (2011) ukázal počiatočné úspechy, avšak ešte je potrebné ďalšie štúdium. Podľa autorov by bolo výhodné zistiť, či argumentačný tréning môže byť ešte efektívnejší. Autori výskumu vidia možnosť začlenenia prvkov tréningu do základ školského a stredoškolského kurzu.

Rozvoj akýchkoľvek schopností je dlhodobý proces (Jurčo, 1964). V súlade s týmto tvrdením je aj výskum Osborna (Gabrielsen, 2013). V roku 2004 Osborne a jeho kolegovia skúmali 12 učiteľov a ich spôsob argumentácie počas vyučovacích hodín prírodovedných predmetov. Argumentačné schopnosti ich žiakov sa zlepšili, avšak výskumníci skonštatovali, že žiaci potrebovali viac ako jeden školský rok na to, aby ukázali výrazné zlepšenie.

Z prieskumu autoriek (Kiss, Velmovská, 2020), ktoré sa zaoberali úspešnosťou riešenia úloh zameraných na uplatnenie argumentácie, vyplýva, že žiaci dosahovali pomerne nízku úspešnosť. Autorky dali výsledky do vzťahu s tým, že vyučovanie nie je orientované na rozvoj schopnosti komunikovať, a teda aj argumentovať.

Nemožno teda očakávať, že rozvoj schopnosti argumentovať prebehne v priebehu jedného roka. Ideálne by k rozvíjaniu tejto schopnosti mali byť žiaci cielene vedení počas celej školskej dochádzky.

5.4 Argumentačný text

Argumentačný text sa skladá z rôznych zložiek a autori uvádzajú odlišné argumentačné štruktúry. V tejto časti práce uvedieme niektoré z nich.

Podľa Tomáškovej (2015, s. 19) je základom silnej argumentácie obsahovo, aj jazykovo dobre pripravený text. Uvádza, že argumentačný text je taký, v ktorom prevažuje vysvetľovanie a zdôvodňovanie, a dôkazy sú jasne identifikovateľné. Ako hovorí, „pri príprave na argumentáciu je potrebné pripraviť si argumentačnú líniu“ (Tomášková, 2015, s. 19). Kroky, ktoré sa odporúčajú dodržiavať pri tvorbe argumentačnej línie uvádza podľa Thieleho (2010, podľa Tomášková, 2015, s. 19 – 22):

1. „Určenie cieľa argumentácie (minimálny cieľ a maximálny cieľ)“

2. Analýza partnera a situácie

Argumentačný text musí byť pripravený tak, aby zodpovedal nielen našim požiadavkám, ale bol presvedčivý pre oponenta. Ak predpokladáme problematickeho partnera, potrebujeme urobiť analýzu jeho profilu. Môžeme sa zamerať na niekoľko oblastí:

a) Kto je môj oponent

- Aké má pracovné postavenie?
- Aké má kompetencie?
- Je kľúčovou postavou v komunikácii?
- Aký je jeho súkromný život (rodinné zázemie, priatelia, koníčky, záujmy, atď.)?

b) V akej situácii je môj oponent

- Aké očakávania má od nášho rozhovoru?
- Máme spoločné záujmy a dajú sa využiť?
- Aké námietky by mohol mať k návrhu?
- Je ochotný robiť kompromisy?

c) Aké postoje má môj oponent

- Budú jeho námietky vecné alebo silne emocionálne?
- Aké sú jeho komunikačné zručnosti?
- Inklinuje k nečestným hrám a komunikačným praktikám?
- Ako sa správa v strese?

d) Aký je vzťah komunikačného partnera ku mne

- Má vo vzťahu ku mne prednosti (vek, pohlavie, odbornosť, predchádzajúce skúsenosti)?
- Ako ma hodnotí (rovnocenný partner, bude sa povyšovať)?
- Ako vie využívať mimojazykové prostriedky?
- Aké kontakty môže pri príprave proti mne použiť?

Ak nie je možné zistiť konkrétne informácie, je potrebné aspoň analyzovať komunikačné situácie, ktoré súvisia s naším oponentom.

3. Analýza celého spektra okolností

Skôr ako začneme zbierať materiály a spracovávať argumenty, mali by sme sa na problém pozrieť z viacerých aspektov. Pomôže nám pri tom pravidlo ETHOS ako nástroj určitej analýzy celého spektra. Na každú tému v podstate môžeme nazerať z piatich hľadísk:

- E – economic (ekonomické aspekty);
- T – technical (technické aspekty);
- H – human (ľudské aspekty);
- O – organizacional (organizačné aspekty);
- S – social (spoločenské aspekty týkajúce sa okolia).

Cieľom tejto techniky je:

- jasne ukázať na dôležité aspekty diskutovanej témy;
- rozčleniť informácie na relevantné a irelevantné (fakty, argumenty, názorné príklady, špecifické znaky a pod.);
- vybrať aspekty dôležité z pohľadu partnera.

4. Zber a formulovanie argumentov

5. Zváženie a optimalizácia argumentov

Ak sme k diskutovanej téme získali dostatočné množstvo informácií, je potrebné urobiť ich revíziu, t. j. vybrať tie najpresvedčivejšie. Pri hľadaní priorít odporúčame analýzu ABC.

A – údaje, informácie, ktoré musím zverejniť a poskytnúť oponentovi

Malo by ísť o najsilnejšie argumenty celej argumentačnej línie. Nasledujúce otázky nám pomôžu pri ich hľadaní:

- Ako by som za 1 minútu zhrnul podstatu mojej argumentačnej línie?
- Ktoré tri až štyri argumenty by mali zostať v oponentovej pamäti?

B – údaje, informácie, ktoré by som mal/a poskytnúť oponentovi

Tieto argumenty fungujú ako podpora hlavných argumentov, napomáhajú presvedčivosti. Uvádzame praktické príklady, porovnanie, analógie, opakovania a pod.

C – údaje, informácie, ktoré by som mohol/a poskytnúť oponentovi

Ide o argumenty a informácie, ktorým sa hovorí *nice to know it*, teda *je pekné to vedieť*. Využívame ich v prípade, ak máme čas, ide o podrobnosti, stimulujúce a presvedčujúce prvky. Zručnosť rozdeliť argumenty na základné, okrajové a doplňujúce nám pomáha pripraviť dobrý argumentačný text aj v časovom strese.

6. Predvídanie námietok a premýšľanie o možných reakciách

Už pri príprave je potrebné myslieť na oponenta a pripraviť si protiargumenty. V argumentácii je nutné rátať s tým, že oponenti zaútočia neférovou.

7. Plán postupu pri argumentácii

Poslednú fázu prípravy zahŕňa plán postupu pri argumentácii (v školskej praxi napríklad písanie vybraného slohového útvaru s využitím argumentačných techník – diskusný príspevok).“

Uvedenú argumentačnú líniu môžu žiaci využiť napríklad pri príprave referátu o výhodách, prípadne nevýhodách rôznych druhov elektrární.

Palenčárová a Kročitý (2015, s. 31) uvádzajú trichotómnú, inými slovami trojčlennú štruktúru argumentačného textu, ktorú schematicky môžeme vyjadriť ako T+A+Z:

- T – tvrdenie, téza,
- A – dôkaz, argumentovanie, objasňovanie,
- Z – zdôvodnenie, zhrňujúce tvrdenie, záver a riešenie, návod na možnosti riešenia, výzva na konanie.

Tieto zložky sa môžu opakovať, nemajú presne určené poradie, teda sa môžu striedať a taktiež sa navzájom dopĺňať. Na ďalšej strane uvádzame tabuľku 5.3 so štruktúrou argumentačného textu aj s vysvetleniami jednotlivých riadkov.

V rámci vyučovania fyziky si túto trojčlennú štruktúru vieme predstaviť nasledovne. Pri experimentálnej úlohe obyčajne hľadáme nejaké vysvetlenie, vzťahy medzi fyzikálnymi veličinami. Teda tvrdenie by malo byť postavené na dátach, ktoré sme získali a graficky spracovali. Argument by mal čiaru grafu prepojiť s fyzikálnymi veličinami. V závere by malo byť vyslovené, ako dané dve fyzikálne veličiny spolu súvisia. Ako príklad uvádzame nasledovný argumentačný text: (T) *Grafom závislosti napätia od prúdu je priamka.* (A) *So zvyšovaním napätia sa prúd rovnomerne zvyšuje.* (Z) *Medzi elektrickým prúdom, ktorý prechádza vodičom a elektrickým napätím medzi koncami vodiča je lineárna závislosť.*

Tento postup je v súlade s vyššie spomínanou definíciou vedeckej argumentácie, keďže pomocou zistení (určitá empirická evidencia) počas pozorovania a merania (vedecká metóda) žiaci rozhodujú o správnosti predpokladu (hypotéza).

Tab. 5.3 Štruktúra argumentačného textu (Palenčárová, Kročitý, 2015, s. 32)

téma/problém	tvrdenie/téza	argumenty na podporu tézy	Antitéza	argumenty na podporu antitézy	popretie/vyvrátenie protiargumentov	riešenie/uzavretie/syntéza
téma/problém	Antitéza	argumenty na podporu antitézy	popretie/vyvrátenie protiargumentov	tvrdenie/téza	argumenty na podporu tézy	riešenie/uzavretie/syntéza
téma/problém	argumenty na podporu tézy	tvrdenie/téza	argumenty na podporu antitézy	Antitéza	popretie/vyvrátenie protiargumentov	riešenie/uzavretie/syntéza
téma/problém	argumenty na podporu tézy	Antitéza	argumenty na podporu antitézy	popretie/vyvrátenie protiargumentov	tvrdenie/téza	riešenie/uzavretie/syntéza

Poznámky:

Prvý riadok predstavuje všeobecne platnú štruktúru argumentácie, tzv. **argumentačnú štruktúru** v jej „najklasickejšom“ poňatí.

Druhý riadok je „prevrátením“ (tzv. **inverziou**) tézy a antitézy; neraz sa stáva, že autor vyjadrí hneď na začiatku protiargumenty, argumenty na podporu svojho tvrdenia vyjadruje až v závere.

Tretí riadok ukazuje tzv. **argumentačný zvrät** (opak) vzhľadom na vyslovenú tézu/tvrdenie; niekedy pisateľ najprv prezentuje argumenty na podporu svojho tvrdenia; až potom vysloví svoj postoj (tému).

Štvrtý riadok je „**posunom**“ tvrdenia/tézy až na záver textu; občas autor nevyjadrí svoje stanoviská v úvode, ale po prezentácii všetkých argumentov, protiargumentov a ich eventúálnych námietok, vyjadrí svoj názor.

Ďalší autor, ktorý sa zaoberal argumentáciou, bol Toulmin, anglický filozof a logik, ktorý identifikoval prvky správneho argumentu. Uvádza argumentačnú schému pozostávajúcu zo šiestich prvkov (obrázok 5.2), pomocou ktorých možno argument rozvíjať, analyzovať a kategorizovať (Changing Works, 2019). Nasledovnú schému sme doplnili o príklad prvkov argumentu na fyzikálnu úlohu, ktorej zadanie je nasledovné:

Miško si všimol, že babka nechala na stole olej a vodu. V skrini našiel dve rovnaké skúmavky. Do jednej skúmavky nalial trochu vody a zatvoril ju. Následne ju ponoril do akvária s vodou. Skúmavka sa vo vode ustálila vo zvislej polohe, plávala kolmo na hladinu vody. Druhá skúmavku naplnil olejom do rovnakej výšky a ponoril ju do akvária s vodou. Skúmavka s olejom vo vode sa tiež ustálila vo zvislej polohe. Porovnaj ponor týchto skúmaviek a svoju odpoveď vysvetli! (Kiss, 2017, s. 43)

Tvrdenie (Claim) – je vyjadrenie, ktoré chceme, aby bolo akceptované. Môže ním byť odpoveď žiaka alebo výsledok, ktorý žiak považuje za správny.

„Chcem, aby ste verili, že...“

Skúmavka s vodou sa ponorí hlbšie.

Dáta (Grounds) – sú základom skutočného presvedčania a sú tvorené údajmi a faktami, ako aj úvahami, ktoré sa týkajú tvrdenia. Je to „pravda“, na ktorej je tvrdenie založené. Môže ísť o konkrétne vzťahy, výpočty, fakty, ktoré sú nespochybniteľné a ktoré žiak použije na podporu tvrdenia.

„Mali by tomu veriť, pretože (zoznam dôvodov)...“

Hustota vody je väčšia ako hustota oleja.

Garancia (Warrant) – vyjadrenia, ktoré dáta (= fakty, ktoré považujeme za pravdivé) prepájajú s tvrdením a objasňujú ako tieto dáta vedú k tvrdeniu. Vyjadrenia odpovedajú na otázku „Prečo údaje znamenajú, že tvrdenie je pravdivé?“

„Ako môžem fakty predložiť, aby viedli k presvedčeniu, že je tvrdenie pravdivé?“

Hmotnosť skúmavky s vodou je väčšia ako hmotnosť skúmavky s olejom.

Podpora (Backing) – poskytuje dodatočnú podporu ku garancii, v prípade spochybnenia pravdivosti a hodnovernosti garancie je nutné posilniť garanciu tým, že upresníme základné teórie a hypotézy, z ktorých garancia vychádza.

„Aké dôkazy alebo dôvody môžem povedať, aby sa moje publikum domnievalo, že máme spoločné stanovisko?“

Keď nalejeme do jednej nádoby vodu a olej, tak olej je hore a voda dole.

Kvalifikátor (Qualifier) – označuje silu prepojenia tvrdenia s ostatnými prvkami schémy, ktoré môže obmedziť. Zahŕňa slová ako „väčšinou“, „zvyčajne“, „pravdepodobne“, „možno“, „zrejme“, „podľa všetkého“, „dajme tomu“, „očividne“.

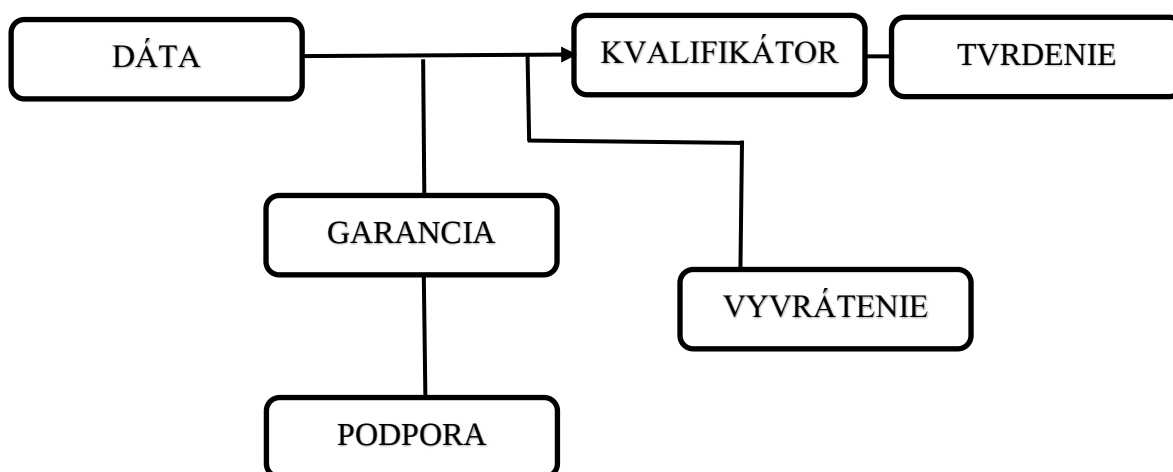
„Mám svoj argument vyjadriť absolútne (vždy, nikdy, najlepší, najhorší) alebo pridať nejaké pravdepodobné pojmy (niekedy, pravdepodobne, či, prípadne)?“

Skúmanky sú očividne rovnako veľké z rovnakého materiálu, majú rovnaký objem.

Vyvrátenie (Rebuttal) – napriek starostlivej konštrukcii argumentu môžu byť stále použité protiargumenty. Vyvrátenie sa používa ak dáta, garancia a podpora pôvodné tvrdenie podporujú len slabo, čiastočne alebo ho podporujú len za určitých podmienok.

„Aké sú ďalšie pohľady na riešenú tému?“

Ak by skúmanky neboli rovnaké, tak by išlo o inú situáciu.



Obr. 5.2 Schéma Toulminovho modelu (Toulmin, 2003, s. 97)

Toulmin vo svojej práci kládol dôraz na nasledovné (Verheij, 2005, s. 349):

- V argumentácii môžu byť garancie argumentu sporné a ich podpory sa môžu líšiť od odboru k odboru.
- Argumenty môžu byť vyvrátené v tom zmysle, že môžu existovať výnimočné podmienky.
- Argumenty môžu mať obmedzené závery.
- Iné druhy argumentov ako tie, ktoré sú iba založené na štandardných logických kvantifikátoroch a spojkách (pre všetky x , pre niektoré x , nie, a, alebo, a tak ďalej) je potrebné analyzovať.
- Určenie, či je argument dobrý, alebo nie, zahŕňa reálne úsudky a nie iba formálne.

Vyššie sme uviedli na jednotlivé kroky Toulminovho modelu príklad so skúmvkami. Uvedme ešte jeden príklad, ktorého zadanie je:

Miško našiel starú hliníkovú lyžicu. Vložil ju do nádoby s vodou. Lyžica klesla na dno. To isté zopakoval so starými hliníkovými mincami, ktoré našiel. Aj mince klesli na dno. Potom našiel alobal, ktorý je vlastne tenúčka hliníková fólia. Odrhol z alobalu kus s rozmermi približne 5x5 cm. Ponoril ho pod hladinu vody a pustil. Ako sa správal tento kus alobalu vo vode? Ako by sa správal vo vode menší kus alobalu? Svoje odpovede vysvetli! (Kiss, 2017, s. 41)

Odpoveď, ktorá je v súlade s dodržaním jednotlivých prvkov Toulminovho modelu, vyzerá nasledovne (v zátvorkách uvádzame označenie jednotlivých prvkov):

Kus alobalu klesol na dno nádoby s vodou (tvrdenie/claim), keďže hustota alobalu je väčšia ako hustota vody (dáta/grounds). Ak je hustota telesa väčšia ako hustota kvapaliny, teleso sa potopí (garancia/warrant). Alobal je z kovu – z hliníka (podpora/backing), a hliník má väčšiu hustotu, ako voda. Kus alobalu je pravdepodobne z jedného materiálu a neobsahuje napríklad vzduchové bubliny (kvalifikátor/qualifier). Ak by bol pokrčený, mohol by obsahovať vzduchové bubliny a potom by sa správal inak (vyvrátenie/rebuttal). Menší kus alobalu by tiež klesol na dno nádoby, keďže ide o rovnakú situáciu, ako v prípade väčšieho kusu alobalu (tvrdenie).

5.5 Skúmanie spôsobilosti argumentovať v školskej praxi

Testovanie spôsobilosti argumentovať si vyžaduje použitie testu s úlohami, pri riešení ktorých majú žiaci možnosť uplatniť schopnosť argumentácie. Pre potreby vyučovania fyziky sme vytvorili test (príloha F) obsahujúci fyzikálne úlohy s voľnými odpoveďami, ktorý je zameraný na argumentačné schopnosti žiakov základných škôl.

K rozvoju schopnosti argumentovať môže dôjsť len vtedy, ak ju žiak opakovane uplatňuje v rôznych situáciách. V tretej kapitole sme uviedli príklady úloh z učebníc, v ktorých majú žiaci uviesť svoje argumenty alebo zdôvodnenia. Teraz sa pozrieme na analýzu vybranej témy, ktorá je v slovenskej učebnici Fyzika pre 9. ročník ZŠ spracovaná v časti *Vedenie elektrického prúdu v kovových vodičoch* (Lapitková et al., 2012b, s. 34 – 64) a v českej učebnici Fyzika 8 je spracovaná v časti *Elektrický proud* (Randa et al., 2018, s. 93 – 114).

Taktiež sme sa zaoberali zisťovaním, do akej miery žiaci rôznych ročníkov uplatňujú schopnosť argumentovať. Výsledky prieskumu uvádzame v časti 5.5.2.

5.5.1 Analýza vybraného tematického celku z hľadiska uplatnenia argumentácie

Pri analýze sme sa najskôr pozreli na časť tematického celku *Vedenie elektrického prúdu v kovových vodičoch*, ktorá je spracovaná na 31 stranách v slovenskej učebnici Fyzika pre 9. ročník ZŠ a pozostáva z nasledujúcich tém (Lapitková et al., 2012b, s. 34 – 64):

- *Elektrický obvod. Elektrické vodiče a izolanty.*
- *Elektrický prúd v kovovom vodiči. Tepelné účinky prúdu.*
- *Fyzikálna veličina – elektrický prúd. Meranie prúdu.*
- *Elektrické sily a elektrické pole vo vodiči.*
- *Elektrické napätie. Meranie napätia.*
- *Ohmov zákon. Elektrický odpor vodiča.*
- *Závislosť elektrického odporu od vlastností vodiča.*
- *Rezistor s premenným odporom.*
- *Čo sme sa naučili.*

Taktiež sme sa pozreli na českú učebnicu Fyzika 8, kde je veľmi podobný obsah spracovaný na 22 stranách v tematickom celku *Elektrický prúd*. Uvedená časť pozostáva z nasledovných tém (Randa et al., 2018, s. 93 – 114):

- *Elektrický náboj.*
- *Elektrický prúd a jeho príčiny.*
- *Meranie elektrického prúdu a napätia.*
- *Ohmov zákon.*
- *Elektrický odpor.*
- *Zapojenie rezistorov, potenciometer.*
- *Závislosť odporu od teploty.*
- *Zapojenie zdrojov elektrického napätia, vnútorný odpor zdroja.*

V slovenskej učebnici pozostáva každá téma z viacerých častí. Okrem výkladového textu tu nachádzame aj časti s nadpisom *Pokus*, *Úloha*, *Rieš úlohy* a *Vyskúšaj sa*. V častiach *Pokus* a *Úloha* je uvedených spolu 10 pokusov, po uskutočnení ktorých má žiak odpovedať na niekoľko otázok, pričom pod otázkou rozumieme akúkoľvek inštrukciu pre žiaka, aj keď nie je vo forme otázky. Takýchto otázok je spolu 27 a v dvoch z nich sa od žiakov vyžaduje vysvetlenie. Ďalších 31 úloh nájdeme v časti *Rieš úlohy*. Niektoré obsahujú viac otázok, a teda ich celkový počet je v danej časti 43. Osem z nich je formulovaných tak, aby žiak pri riešení uviedol vysvetlenie. V časti *Vyskúšaj sa* je uvedených sedem úloh s dvanástimi otázkami,

z ktorých 2 vyžadujú uplatnenie argumentačných schopností. Spomenuté rozdelenie úloh uvádzame aj v tabuľke 5.4.

Tab. 5.4 Rozdelenie úloh v slovenskej učebnici vo vybranej časti tematického celku *Vedenie elektrického prúdu v kovových vodičoch* (Lapitková et al., 2012b, s. 34 – 64)

Časť		Otázok spolu	Z nich otázky na uplatnenie argumentačných schopností
Pokus a Úloha	10 pokusov	27	2
Rieš úlohy	31 úloh	43	8
Test 2 – vyskúšaj sa	7 úloh	12	2

Vo vybranej časti tematického celku nachádzame 12 otázok, ktoré vytvárajú priestor na to, aby žiak mohol uplatniť argumentáciu. Pozrime sa teraz na typy týchto otázok. Môžeme ich kategorizovať na otázky, v ktorých žiak pri hľadaní odpovede zostavuje argument vychádzajúci z experimentálne získaných poznatkov (2) a argument vychádzajúci z teoretických metód poznávania (10).

Argument vychádzajúci z experimentálne získaných poznatkov

- **Ako si vysvetľuješ** skutočnosť, že sa drôtenka a špirála nezohriali na rovnakú teplotu? (Pokus, s. 41)
- **Vysvetli** prípadné rozdiely v meraniach. (Úloha, s. 53)

Argument vychádzajúci z teoretických metód poznávania

- **Vysvetli** svoju predstavu pohybu voľných elektrónov v medenej slučke na obr. a a b. (Rieš úlohy, s. 46)
- **Vysvetli**, prečo by sa nemal vodič týmto spôsobom zapájať k zdroju. (Rieš úlohy, s. 46)
- **Vysvetli**, podľa ktorej schémy by bol zapojený elektrický obvod funkčný. (Rieš úlohy, s. 46)
- **Vysvetli** rôzny jas žiarovky na obrázkoch. (Rieš úlohy, s. 49)
- **Ako si vysvetľuješ** fakt, že grafom nie je priamka? (Rieš úlohy, s. 53)
- **Vysvetli** príčinu rozdielnej hodnoty odporu pri zmenenej teplote. (Rieš úlohy, s. 56)
- Svoje tvrdenie **vysvetli**. (Rieš úlohy, s. 60)
- **Vysvetli**, ako by si súčiastky na regulovanie jasu použil. (Rieš úlohy, s. 60)
- Svoju odpoveď **zdôvodni**. (Test 2 – vyskúšaj sa, s. 63)
- Svoju odpoveď **zdôvodni**. (Test 2 – vyskúšaj sa, s. 63)

Môžeme si všimnúť, že v otázkach sa explicitne neuvádza priama výzva pre žiaka na uvedenia argumentu. Väčšina otázok obsahuje slovo „vysvetli“.

Podobným spôsobom sme analyzovali aj tematický celok *Elektrický prúd* z českej učebnice fyziky (Randa et al., 2018, s. 93 – 114). Spracované témy pozostávajú z viacerých častí označených rôznymi symbolmi, ako napríklad otáznik (otázka, úloha), lupa (riešenie, bádanie), kadička (pokús), uzol (súvislosti) alebo hlava (úlohy s vyššou náročnosťou). Okrem toho tu nachádzame časti *Otázky a úlohy* a *Námety na pokusy*. Pozreli sme sa, koľko úloh sa nachádza v jednotlivých častiach, koľko otázok obsahujú dané úlohy, a ktoré z nich sú zamerané na argumentačné schopnosti žiakov. Rozdelenie uvádzame v tabuľke 5.5.

Tab. 5.5 Rozdelenie úloh v českej učebnici v tematickom celku *Elektrický prúd* (Randa et al., 2018, s. 93 – 114)

Časť		Otázok spolu	Z nich otázky na uplatnenie argumentačných schopností
Rôzne typy úloh so symbolmi	20 úloh	35	3
Otázky a úlohy	22 úloh	26	2
Námety na pokusy	6 pokusov	0	0

Spolu je v tejto téme 61 otázok, z ktorých je 5 zameraných na uplatnenie argumentačných schopností. Ak sa bližšie pozrieme na otázky, ktoré vytvárajú priestor na to, aby mohol žiak uplatniť argumentáciu, môžeme si všimnúť, že všetky vychádzajú z teoretických metód poznávania. Rovnako ako v slovenskej učebnici, v otázkach nenachádzame slovo „argument“, ani „argumentuj“. Avšak na rozdiel od slovenskej učebnice tu nenachádzame výzvu „vysvetli“, ale všetkých 5 otázok obsahuje slovo „prečo“.

- **Prečo** sa musia tieto zariadenia občas zapojiť do elektrickej siete? (*Otázky a úlohy*, s. 98)
- **Prečo** musí byť v automobile batéria, keď je tu ako zdroj napätia alternátor? (*Otázky a úlohy*, s. 98)
- **Prečo** odpor kovových vodičov rastie s teplotou? (*Symbol*, s. 110)
- **Prečo** sa nepoužívajú oveľa ľahšie a lacnejšie monočlánky, keď sériovým zapojením 8 monočlánkov tiež získame napätie 12 V? (*Symbol*, s. 112)
- **Prečo** sa majú pri štartovaní automobilu zhasnúť svetlomety? (*Symbol*, s. 113)

V rámci analýzy učebníc z hľadiska uplatnenia argumentačných schopností žiakov základných škôl sme porovnali dva vybrané tematické celky zo slovenskej a českej učebnice

fyziky, ktoré sú obsahovo veľmi podobné. Zistili sme zastúpenie úloh a otázok, pri ktorých má žiak uplatniť schopnosť argumentácie. Porovnania ukazuje tabuľka 5.6.

Tab. 5.6 Porovnania slovenskej a českej učebnice fyziky na základe analýzy vybraného tematického celku

	Slovenská učebnica	Česká učebnica
Počet strán	31	22
Celkový počet úloh a pokusov	48	48
Počet úloh na jednu stranu	1,5	2,2
Počet všetkých otázok	82	61
Počet všetkých otázok na stranu	2,6	2,7
Počet otázok na uplatnenie argumentačných schopností	12 (15 %)	5 (8 %)
Počet otázok na uplatnenie argumentačných schopností na jednu stranu	0,4	0,2

Skúmaný tematický celok má väčší rozsah strán v slovenskej učebnici. Počet úloh a pokusov je rovnaký v slovenskej aj v českej učebnici, avšak učebnice sa odlišujú v počte všetkých otázok v danom tematickom celku. Slovenská učebnica ich obsahuje 80, zatiaľ čo česká 61. V českej i v slovenskej učebnici fyziky má žiak vzhľadom na počet strán odpovedať približne na rovnaký počet otázok, avšak otázky na uplatnenie argumentačných schopností majú v slovenskej učebnici (15 %) väčšie zastúpenie ako v českej (8 %).

5.5.2 Testovanie výkonov žiakov v spôsobilosti argumentovať

Úloha prieskumu

Úlohou prieskumu bolo zistiť vplyv počtu rokov školskej dochádzky na úroveň argumentácie žiakov základnej školy.

Hypotéza prieskumu

Domnievame sa, že úroveň argumentácie žiakov vo vyučovaní fyziky by sa mala zlepšovať s rastúcim počtom rokov školskej dochádzky. Dôvodom je, že žiaci v každom školskom roku počas vyučovacích hodín riešia rôzne problémy, úlohy, pri ktorých je potrebná argumentácia, alebo ktoré sú vytvorené na rozvíjanie argumentačných schopností žiakov. V časti 5.2 sme poukázali na požiadavku rozvoja schopnosti argumentovať, ktorá je deklarovaná v oficiálnych dokumentoch. Ďalej sme v časti 5.5.1 uviedli analýzu vybraného tematického celku a poukázali sme na úlohy a otázky, v ktorých žiaci uplatňujú argumentáciu.

Teda žiak, ktorý navštevuje školu už viac rokov, by mal mať schopnosť argumentovať na vyššej úrovni, ako žiak, ktorý absolvuje menej rokov školskej dochádzky. Stanovili sme hypotézu:

H1: Žiaci, ktorí absolvovali viac rokov školskej dochádzky, riešia úlohy zamerané na argumentáciu s vyššou úspešnosťou, ako žiaci, ktorí absolvovali menej rokov školskej dochádzky.

Sme presvedčení, že ak budú mať žiaci na dostatočnej úrovni rozvinuté kritické myslenie, a tým pádom aj argumentáciu, budú lepšie pripravení na budúcnosť. A teda akýkoľvek vzdelávací systém by mal tieto spôsobilosti rozvíjať. Domnievame sa, že úroveň argumentácie žiakov s rovnakým počtom rokov školskej dochádzky v jednotlivých krajinách by sa nemala líšiť. Na základe tohto sme stanovili druhú hypotézu.

H2: Úroveň argumentácie žiakov, ktorí majú za sebou rovnaký počet rokov školskej dochádzky, nezáleží od vzdelávacieho systému.

Metódy prieskumu

Prieskum bol realizovaný formou písomného testu s úlohami s otvorenou odpoveďou. Úloha, ktorej riešenie budeme analyzovať, bola zameraná na pochopenie pojmu hustotu a na správanie sa telies v kvapalinách. Daná úloha vyžadovala od žiakov, aby uviedli svoje vysvetlenia, ktoré aj zdôvodnia, teda vyžadovala uplatnenie schopnosti argumentácie.

Zadanie úlohy:

Miško našiel starú hliníkovú lyžicu. Vložil ju do nádoby s vodou. Lyžica klesla na dno. To isté zopakoval so starými hliníkovými mincami, ktoré našiel. Aj mince klesli na dno. Potom našiel alobal, ktorý je vlastne tenučká hliníková fólia. Odtrhol z alobalu kus s rozmermi približne 5x5 cm. Ponoril ho pod hladinu vody a pustil. Ako sa správal tento kus alobalu vo vode? Ako by sa správal vo vode menší kus alobalu? Svoje odpovede vysvetli! (Kiss, 2017, s. 41)

Za správne vyriešenú úlohu mohli žiaci získať spolu 6 bodov, 3 body za štruktúru odpovede a 3 body za jej správnosť. Odpovede sme vyhodnocovali v súlade s trojčlennou štruktúrou argumentačného textu T, A, Z. Keďže odpovede žiakov na túto úlohu boli pomerne krátke (obvyčajne 1-2 vety), nepoužili sme na vyhodnotenie Toulminovu šesťprvkovú štruktúru. Tú nachádzame skôr v argumentačnom texte, kde žiak vyjadruje a zdôvodňuje svoje stanovisko k danej téme. Každú odpoveď sme rozdelili na 3 časti (T, A, Z). Za uvedenie jednotlivých častí, bez ohľadu na ich správnosť, mohli žiaci získať po 1 bode. Takisto mohli získať po 1 bode, ak boli časti T, A, Z správne. Takto mohli žiaci získať 3+3, teda spolu 6 bodov za odpoveď na danú úlohu.

Ako príklad v tabuľke 5.7 uvádzame hodnotenie odpovede vybraného žiaka za 6 bodov: *Hocijaká hliníková vec sa potopí, v hocijakom množstve alebo veľkosti. Hliník má väčšiu hustotu ako voda, tak sa tá fólia musí potopiť.*

Tab. 5.7 Hodnotenie odpovede za 6 bodov

Štruktúra		3
Tvrdenie	Hliník má väčšiu hustotu ako voda.	1
Argument	Hocijaká hliníková vec sa potopí.	1
Záver 1	Tá fólia sa musí potopiť.	0,5
Záver 2	Tá fólia sa musí potopiť.	0,5
Spolu		6

V tabuľke 5.8 môžeme vidieť hodnotenie odpovede za 2 body, ktorú uviedol iný žiak: *Vyšiel hore nad hladinu, lebo bol ľahký. To isté by sa stalo aj s menším kusom alobalu.*

Tab. 5.8 Hodnotenie odpovede za 2 body

Štruktúra		2
Tvrdenie	Alobal bol ľahký.	0
Argument		0
Záver 1	Vyšiel hore nad hladinu.	0
Záver 2	To isté by sa stalo aj s menším kusom alobalu.	0
Spolu		2

Charakteristika súboru

Prieskum sme na slovenských školách uskutočnili v marci a apríli 2017 a v Maďarsku na jar 2018. Do prieskumu sa zapojili žiaci zo Súkromnej základnej školy Česká v Bratislave, zo základnej školy Jána Amosa Komenského v Tvrdošovciach a žiaci zo základnej školy Vaszaty Jánosa v Tate v Maďarsku. Do prieskumu bolo zapojených spolu 140 žiakov zo Slovenska a 35 z Maďarska. V tabuľke 5.9 uvádzame ich počet podľa jednotlivých ročníkov. Žiaci na tieto základné školy nie sú prijímaní na základe žiadnych špeciálnych kritérií, môžeme sa preto domnievať, že ide o bežných žiakov populácie. Keďže žiaci na základných školách v Maďarsku absolvujú fyziku iba v 7. a 8. ročníku, do prieskumu sa nezapojili žiaci zo 6. ročníka.

Tab. 5.9 Počet respondentov zapojených do prieskumu

	Škola	6. ročník	7. ročník	8. ročník	Spolu
SR	SZŠ Česká v Bratislave	39	7	45	91
	ZŠ J. A. Komenského v Tvrdošovciach	12	18	19	49
	Spolu SR	51	25	64	140
MR	Základná škola Vaszary János, Tata	--	22	13	35

Spracovanie a interpretácia výsledkov prieskumu

V prieskume sme overovali hypotézu H1. Stanovili sme k nej nulovú hypotézu:

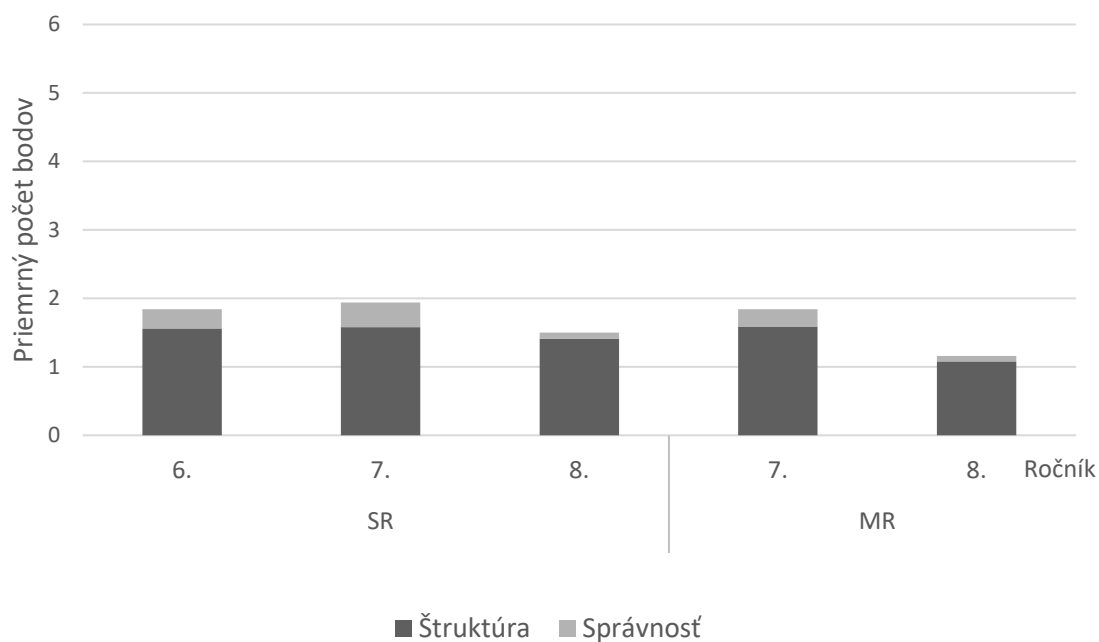
H01: Žiaci, ktorí absolvovali viac rokov školskej dochádzky, riešia úlohy zamerané na argumentáciu s rovnakou úspešnosťou, ako žiaci, ktorí absolvovali menej rokov školskej dochádzky.

Pri overovaní hypotézy H01 sme najprv porovnali tri súbory dát prislúchajúcich jednotlivým ročníkom (6. ročník, 7. ročník, 8. ročník) zo slovenských škôl, ktoré obsahovali počet bodov získaných v danej úlohe. Následne vykonáme štatistické vyhodnotenie hypotézy H01 aj pre žiakov z Maďarska. V tabuľke 5.10 uvádzame priemerný počet bodov slovenských žiakov jednotlivých ročníkov pre danú úlohu, ktoré získali za štruktúru argumentu a za správnosť.

Tab. 5.10 Priemerný počet bodov žiakov jednotlivých ročníkov za danú úlohu

	Ročník	Štruktúra	Správnosť	Spolu
SR	6.	1,56	0,28	1,84
	7.	1,58	0,36	1,94
	8.	1,41	0,09	1,50
MR	7.	1,59	0,25	1,84
	8.	1,08	0,08	1,16

Na obrázku 5.3 sú tieto údaje znázornené graficky.



Obr. 5.3 Grafické zobrazenie priemerného počtu bodov, ktoré získali žiaci jednotlivých ročníkov za danú úlohu

Ak sa pozrieme na priemerný počet bodov, ktorý získali žiaci jednotlivých ročníkov za vybranú úlohu, zistíme, že ich úspešnosť sa pohybovala medzi 25 % a 32,3 %. Čo sa týka štruktúry argumentu, tak žiaci vo väčšine prípadov uvádzali len tvrdenie a záver, pričom neuviedli argument. Čo sa týka správnosti jednotlivých častí vyjadrení žiakov, tak celkovo dosiahli priemerný počet bodov 0,21, čo predstavuje 7% úspešnosť.

V ďalšom sme zisťovali, či môžeme rozdelenie dát považovať za normálne. Použili sme Shapiro-Wilkov test normality a zistili sme, že rozdelenie dát môžeme považovať za normálne iba pre 7. ročník ($p_{\text{stat}} = 0,058 > p_{\text{crit}} = 0,05$). Pre 6. ročník ($p_{\text{stat}} = 0,000001 < p_{\text{crit}} = 0,05$) a 8. ročník ($p_{\text{stat}} = 0,0001 < p_{\text{crit}} = 0,05$) zamietame hypotézu o normálnom rozdelení. Následne sme použili neparametrický Wilcoxon-Mann-Whitneyho test na výpočet p-hodnôt pre jednotlivé kombinácie ročníkov. Teda výsledky žiakov 6. ročníka sme porovnali s výsledkami žiakov 7. ročníka, ďalej výsledky žiakov 6. ročníka s výsledkami žiakov 8. ročníka a nakoniec výsledky žiakov 7. ročníka s výsledkami žiakov 8. ročníka. P-hodnoty upravené metódou Benjamini & Yukutieli uvádzame v tabuľke 5.11.

Tab. 5.11 P-hodnoty upravené metódou Benjamini & Yukutieli

	7. ročník	8. ročník
6. ročník	0,806	0,132
7. ročník		0,119

Pre všetky hodnoty platí $p_{\text{crit}} > 0,05$, teda vo všetkých prípadoch hypotézu H01 o rovnakej úspešnosti riešenia nezamietame. Na základe vyhodnotenia teda môžeme tvrdiť, že nie sú štatisticky významné rozdiely v úspešnosti riešenia úlohy zameranej na argumentáciu u žiakov 6., 7. a 8. ročníka z vybraných slovenských škôl.

V ďalšom sme overovali hypotézu H01 pre žiakov z Maďarska – porovnali sme príslušné súbory dát obsahujúce počet bodov maďarských žiakov 7. a 8. ročníka. Najskôr sme zisťovali, či môžeme rozdelenie dát považovať za normálne. Použili sme Shapiro-Wilkov test normality a zistili sme, že rozdelenie dát môžeme považovať za normálne pre súbor dát 7. ročníka v Maďarsku ($p_{\text{stat}} = 0,06384 > p_{\text{crit}} = 0,05$). Pre súbor dát 8. ročníka v Maďarsku ($p_{\text{stat}} = 0,03132 < p_{\text{crit}} = 0,05$) zamietame hypotézu o normálnom rozdelení.

Pre porovnanie stredných hodnôt súborov dát s počtom bodov, ktoré získali žiaci 7. a 8. ročníka v Maďarsku sme preto použili neparametrický Wilcoxon-Mann-Whitneyho test. Keďže $p_{\text{stat}} = 0,0137 < p_{\text{crit}} = 0,05$, zamietame hypotézu o rovnosti stredných hodnôt oboch súborov. Pri porovnaní stredných hodnôt oboch súborov zisťujeme, že vyššiu strednú hodnotu má súbor dát s počtom bodov, ktoré získali maďarskí žiaci 7. ročníka.

Pri overovaní hypotézy H2 sme si stanovili nulovú hypotézu:

H02: Úroveň argumentácie žiakov absolvujúcich rôzne vzdelávacie systémy, ktorí majú za sebou rovnaký počet rokov školskej dochádzky, je rovnaká.

Pri porovnaní stredných hodnôt súborov dát, ktoré obsahovali počet bodov žiakov 7. ročníka na Slovensku a počet bodov žiakov 7. ročníka v Maďarsku sme použili parametrický Studentov t-test, keďže pre súbory dát s počtom bodov siedmakov sme nezamietli hypotézu o normálnom rozdelení dát. Vypočítaná hodnota $p_{\text{stat}} = 0,6984 > p_{\text{crit}} = 0,05$, preto nezamietame hypotézu o rovnosti stredných hodnôt.

Pri porovnaní stredných hodnôt súborov dát, ktoré obsahovali počet bodov žiakov 8. ročníka na Slovensku a počet bodov žiakov 8. ročníka v Maďarsku sme, vzhľadom na zamietnutie hypotézy o normálnom rozdelení pri oboch súboroch, použili na porovnanie stredných hodnôt neparametrický Wilcoxon-Mann-Whitneyho test. Vypočítaná hodnota $p_{\text{stat}} = 0,1175 > p_{\text{crit}} = 0,05$, preto nezamietame hypotézu o rovnosti stredných hodnôt.

Diskusia

Prieskum sa orientoval na analýzu argumentácie žiakov. Zisťovali sme, či žiaci vo svojich odpovediach uvádzajú tvrdenia a argumenty k tomu, aby vyjadrili záver. Môžeme konštatovať, že slovenskí žiaci v priemere dosiahli okolo 30% úspešnosť, čo zodpovedá uvedeniu iba

jedného prvku, najčastejšie záveru. Pri posudzovaní správnosti jednotlivých prvkov sa ukázala nízka úspešnosť žiakov (7 %).

Maďarskí žiaci jednotlivých ročníkov získali priemerný počet bodov za vybranú úlohu v rozmedzí 19 % a 32,7 %. Čo sa týka štruktúry argumentu, tak žiaci vo všetkých prípadoch uvádzali len tvrdenie a záver, pričom neuviedli ani jeden argument. Čo sa týka správnosti jednotlivých častí vyjadrení žiakov, tak celkovo dosiahli priemerný počet bodov 0,33, čo predstavuje 5,5% úspešnosť.

Tento fakt poukazuje na skutočnosť, že žiaci nemajú skúsenosti s riešením úloh zameraných na uplatnenie argumentácie.

V prieskume sme zisťovali vplyv počtu rokov školskej dochádzky na úspešnosť riešenia úlohy zameranej na uplatnenie argumentácie. Vzhľadom na to, že ide o spôsobilosť obsiahnutú v štátnom vzdelávacom programe, sme predpokladali, že starší žiaci budú v riešení úlohy zameranej na argumentáciu úspešnejší ako ich mladší spolužiaci. Na Slovensku sme pre vybrané skupiny respondentov nezamietli hypotézu o rovnosti stredných hodnôt – teda žiaci zo 6., 7. a 8. ročníka dosiahli porovnateľné výsledky pri riešení úlohy.

Na základe štatistického vyhodnotenia dát od respondentov z Maďarska sme zistili, že žiaci zo 7. ročníka zapojení do prieskumu dosiahli štatisticky lepšie výsledky ako žiaci z 8. ročníka.

Vybraná vzorka respondentov (žiacov siedmich a ôsmich ročníkov) zo Slovenska dosiahla štatisticky porovnateľné výsledky ako ich rovesníci z Maďarska. Teda nemôžeme z toho usudzovať, že niektorí zo sledovaných vzdelávacích systémov je kvalitnejší z hľadiska rozvíjania argumentácie.

Výsledky prieskumu naznačujú, že na osvojenie spôsobilosti argumentovať nevlýva teda vek, ale jej cielené rozvíjanie. Nemôžeme ich však generalizovať, keďže počet respondentov bol nízky.

ZÁVER

V súčasnosti sme obklopení množstvom informácií a máme veľa možností, ako sa k nim dostať – či už z médií, internetu alebo knižných zdrojov. Oveľa dôležitejšou, ako schopnosť vedieť ich vyhľadať, sa stáva schopnosť tieto informácie kategorizovať, posúdiť ich pravdivosť, vyhodnotiť ich, kriticky posúdiť ich hodnotu, prísť pomocou nich k záveru, či rozhodnutiu akceptovateľnému na základe prijatých hodnotových kritérií a vysloviť argument, prečo je nejaké tvrdenie pravdivé, prípadne prečo nie. Tieto kognitívne zručnosti spadajú medzi procesy, ktoré sú potrebné pri uplatnení kritického myslenia.

Človek by mal zvyšovať úroveň svojho kritického myslenia po celý život, avšak jeho rozvíjanie treba podchytiť počas všetkých stupňov vzdelávania. Jeho rozvoj umožňujú prakticky všetky predmety, prírodovedné nevynímajúc. Rozvíjanie kritického myslenia by malo byť aj integrálnou súčasťou vyučovania fyziky.

Cieľom publikácie je prispieť k rozvoju myslenia žiakov na vyučovaní fyziky so zameraním na kritické myslenie. Na jeho dosiahnutie sme v publikácii uviedli viaceré definície slovenských aj zahraničných autorov, ktorí charakterizovali kritické myslenie, a zdôraznili jeho dôležitosť v prírodovednom, a teda i fyzikálnom poznávaní. Domnievame sa, že učiteľ by mal vedieť, čo znamená, že žiak dokáže uplatňovať kritické myslenie. Uviedli sme preto charakteristiku kognitívnych zručností potrebných pri jeho uplatnení podľa Americkej filozofickej asociácie (Facione, 1990).

V ďalšej časti sme spomenuli domáce aj zahraničné výskumy, ktoré sa venovali možnostiam rozvoja kritického myslenia, pripravenosti učiteľov na vyučovanie zamerané na kritické myslenie. Taktiež sme uviedli výskumy, ktoré zisťovali vzťah medzi kritickým myslením a vedomosťami.

V tretej kapitole sme stanovili indikátory na posudzovanie úrovne kritického myslenia žiakov, ktoré môžu byť využiteľné na vyučovaní fyziky. Jednotlivé indikátory sme charakterizovali a ilustrovali sme ich príkladmi úloh z učebníc fyziky.

Rozvíjanie kritického myslenia je dlhodobý a cieľavedomý proces. K jeho rozvoju na vyučovaní fyziky môže dôjsť v prípade, že učiteľ bude vedieť, na ktoré kognitívne zručnosti má klásť dôraz. Oboznámenie sa s indikátormi kritického myslenia mu v tom môže pomôcť. Učiteľ môže na rozvoj kritického myslenia na vyučovaní fyziky taktiež využiť rôzne stratégie a postupy, ktoré sme charakterizovali v štvrtej kapitole. Rozpracovali sme ich na konkrétnych fyzikálnych problémoch, avšak domnievame sa, že môžu byť užitočné aj pre učiteľov iných prírodovedných predmetov.

V poslednej kapitole sme sa podrobnejšie venovali jednej z kognitívnych zručností kritického myslenia, konkrétne zručnosti argumentovať. Aby učiteľ vedel posúdiť úroveň argumentácie žiakov, uviedli sme štruktúry argumentačného textu, na základe ktorých by mal zvládnuť analyzovať argumenty žiakov. Tiež sme uviedli úlohy, pri riešení ktorých by mal žiak uplatniť schopnosť argumentácie a konkrétne príklady, ako môže učiteľ hodnotiť žiakové argumenty.

Pokiaľ sa nebude venovať dostatočná pozornosť rozvoju kritického myslenia a argumentácie, nemožno očakávať zlepšenie ich úrovne. Veríme, že naša publikácia poskytne ucelený pohľad na kritické myslenie. Taktiež dúfame, že nielen učitelia fyziky, ale aj učitelia iných prírodovedných predmetov, v nej nájdu inšpiráciu na možnosti rozvoja kritického myslenia vo vyučovaní, a že uvedené možnosti implementujú do praxe.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- AL-MASREE, M. Q. 2003. Teaching Thinking in Social Studies. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- ANDERSON, L. A., KRATWOOHL, D. B. (Eds.) 2000. *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York : Longman, 2000. 352 s. ISBN 0-321-08405-5.
- ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- ASSAID, A. 1995. Critical Thinking: A study in cognitive psychology. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- BAKER, M., ANDRIESSEN, J., JÄRVELÄ, S. 2013. Affective learning together: Social and emotional dimensions of collaborative learning. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- BEYER, B. K. 1987. Developing a thinking skills programme. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- BIELIK, L. 2016. *Logika, argumentácia a evidencia*. [online]. Bratislava. 2016. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/oe27>
- BILLIG, M. 1987. Arguing and thinking: A rhetorical approach to social psychology. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- BLUESTONE, C. 2000. Feature Films as a Teaching Tool. In: *College Teaching*, 48(4), 2000. s. 141-146. ISSN 8756-7555.
- BRANSFORD, J. D., BROWN, A. L., COCKING, R. 1999. How people learn: Brain, mind, experience and school. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In:

- SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- BRUKKER, G., OPATÍKOVÁ, J. 2006. *Veľký slovník cudzích slov*. [online]. Bratislava : Robinson s.r.o., 2006. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/klmt>
- CHANGING MINDS. 2013. *Socratic Questions*. [online]. 2013. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/I1xVRp>
- CHANGING WORKS. 2019. *Toulmin's Argument Model*. [online]. 2019. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/mrjs>
- COLLINS III., J. W., O'BRIEN, N. P. 2003. *The Greenwood Dictionary of Education*. [online]. 2. vyd. Connecticut, Westport : Greenwood, Press, 2003. 431 s. ISBN 0-89774-860-3. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na <https://lnk.sk/yit9>
- CRAWFORD, A. et al. 2005. *Teaching and learning strategies for the thinking classroom*. New York : The International Debate Education Association, 2005. 244 s. ISBN 978-1-932716-11-5.
- ČÁP, J., MAREŠ, J. 2001. *Psychologie pro učitele*. Praha : Portál, 2001. 656 s. ISBN 80-7178-463-X.
- ČERETKOVÁ S. et al. 2017. *Stratégie tvorivého a kritického myslenia v príprave učiteľov prírodovedných predmetov, matematiky a informatiky*. Nitra : Pedagogická fakulta UKF v Nitre, 2017. 196 s. ISBN 978-80-558-1231-1.
- DEMČÁKOVÁ, I. 2013. Kritické myslenie vo fyzike. In: *Zborník ŠVK 2013*. Bratislava : FMFI UK, 2013. s. 355-363. ISBN 978-80-8147-009-7.
- DEMČÁKOVÁ, I. 2014. *Úlohy rozvíjajúce kritické myslenie žiakov vo fyzike*. Diplomová práca. Bratislava : FMFI UK, 2014. 64 s.
- DEMKANIN, P. et al. 2006. *Počítačom podporované prírodovedné laboratórium*. Bratislava : FMFI UK, 2006. 140 s. ISBN 80-89186-10-6.
- DEMKANIN, P. 2018. *Didaktika fyziky pre študentov magisterského štúdia a učiteľov v praxi*. Bratislava : FMFI UK, 2018. 155 s. ISBN 978-80-223-4374-9.
- DENNIS, C. M. 2002. Start Using "Hollywood Physics" in Your Classroom. In: *The Physics Teacher*, 40 (7), 2002. s. 420-424. ISSN 1943-4928.
- DILEK EREN, C., AKINOGLU, O. 2013. Effect of problem-based learning (PBL) on critical thinking disposition in science education. [online]. In: *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 14(3A), 2013. s. 1353-1361. ISSN 1311-5065. [cit. 2019-12-10]. Dostupné na: <https://lnk.sk/nyM5>
- ŽURIČ, L. 1981. *Úvod do pedagogickej psychológie*. Bratislava : SPN, 1981. 303 s.

- ENNIS, R.H. 1962. A Concept of Critical Thinking. In: *Harvard Educational Review*. 32(1), 1962, s. 81-111.
- ENNIS, R. H. 1993. Critical Thinking Assessment. Theory into Practice. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- EU (European Union). 2019. *Key Competences For Lifelong Learning*. [online]. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2019. 17 s. ISBN 978-92-76-004769. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/aymp>
- FACIONE, P. A. 1990. *Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction*. [online]. 1990. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/pvl2>
- FACIONE, P. A. 2009. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- FACIONE, P. A. 2011. *Critical thinking: What it is and why it counts*. Millbrae, CA: Measured Reasons and The California Academic Press, re-printed with permission by Insight Assessment. Based on the American Philosophical Association's Delphi Report "Critical Thinking: A Statement of Expert Consensus for Purposes of Educational Assessment and Instruction. Research Findings and Recommendations," 1990, ERIC document ED315423.
- FACIONE, P. A. 2020. *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. [online]. 2020. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/iBhJu8>
- FISHER, A., SCRIVEN, M. 1997. Critical Thinking: Its Definition and Assessment. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- FMFI (Fakulta matematiky, fyziky a informatiky). 2019. *Výročná správa o činnosti Fakulty matematiky, fyziky a informatiky UK za rok 2018*. [online]. Bratislava : FMFI UK, 2019. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/nuau>
- GABRIELSEN, P. 2013. *Teach science through argument, Stanford professor says*. [online]. 2013. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/sei1>
- GAHÉR, F. 1998. *Logika pre každého*. Bratislava : IRIS, 1998. 413 s. ISBN 80-88778-77-8.
- GAVORA, P. 1995. Kritické myslenie – prehľad situácie v zahraničí. In: KOLLÁRIKOVÁ, Z. *Výchova ku kritickému mysleniu – teória a prax*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 1995. s. 7-22. ISBN 80-85756-18-8.

- GERHATOVÁ, Ž. 2012. Fyzika – (ne)oblíbený premet? [online]. In: *Acta facultatis paedagogicae Universitas Tyrnaviensis*. 16(C), 2012. s. 20-28. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/36PAzH>
- GERMUŠKOVÁ, M. 2014. Interpretácia literárneho textu ako tvorivá reflexívno-komunikačná procedúra. [online]. In: *Tvorivosť v škole – škola tvorivosti 2*. Prešov : PU, 2014. s. 39-50. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/hxco>
- GHANEM, M. M. 2004. Children's Thinking. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- HAKYOLU, H., OGAN-BEKIROLGU, F., 2016. Interplay between content knowledge and scientific argumentation. In: *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(12), 2016, s. 3005-3033. e-ISSN 1305-8223.
- HALPERN, D. F. 1997. *Critical thinking across the curriculum: a brief edition of thought and knowledge*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates, 1997. 292 s. ISBN 978-08-05-82731-6.
- HEJNÝ, M. 1998a. Ciele vyučovania matematiky. In: *Pedagogické rozhľady*, 7(1) 1998, s. 12-16. ISSN 135-0404.
- HEJNÝ, M. 1998b. Ciele vyučovania matematiky. In: *Pedagogické rozhľady*, 7(2), 1998, s. 7-12. ISSN 135-0404.
- HEJNÝ, M. 1998c. Ciele vyučovania matematiky. In: *Pedagogické rozhľady*, 7(3), 1998, s. 11-14. ISSN 135-0404.
- HELD, Ľ. et al. 2011. *Výskumne ladená koncepcia prírodovedného vzdelávania*. Trnava : Trnavská univerzita v Trnave, 2011. 139 s. ISBN 978-80-8082-486-0.
- HINCOVÁ, K., HÚSKOVÁ, A. 2009. *Slovenský jazyk pre 1. – 4. ročník stredných škôl*. 2. vyd. Bratislava : SPN, 2009. 367 s. ISBN 978-80-10-01772-0.
- HOWE, C. et al. 2015. Principled improvement in science: Forces and proportional relations in early secondaryschool teaching. In: *International Journal of Science Education*, 37(1), 2015. s. 162-184. ISSN 0950-0693.
- IMIG, D. R. 1981. The Use of Film in the Measurement of Student Learning. In: *Family Relations*, 30(2), 1981. s. 259-263. ISSN 1741-3729.
- INVIVO. 2016. Rozumné argumenty vs obhajoba nezmyslov: Aby diskusie neboli kabaretom či mínovým poľom. [online]. In: *InVivo magazín*, 28.06.2016. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/wgz0>

- IOWA DEPARTMENT OF EDUCATION. 1989. *A guide to Developing Higher Order Thinking Across the Curriculum*. Iowa Department of Education. 1989. 84 s.
- IUVENTA, 2017. 48. medzinárodná fyzikálna olympiáda. *Správa o účasti družstva Slovenskej republiky*. [online]. Bratislava : Iuventa, 2017. [cit. 2020-12-13]. Dostupné na: <https://lnk.sk/nad6>
- JOHNSON, R. H. 1985. Some Observations about Teaching Critical Thinking. In: *CT News*, 4 (1), 1985. s. 150-156.
- JURČO, M. 1964. *Utváranie poznávacích procesov a schopností u dieťaťa*. Bratislava : SPN, 1964. 400 s.
- KISS, T. 2017. *Žiacke predstavy vo vyučovaní fyziky*. Diplomová práca. Bratislava : FMFI UK, 2017. 93 s.
- KISS, T., VELMOVSKÁ, K. 2020. Identifikácia žiackych predstáv a argumentov pomocou riešenia fyzikálnych úloh. In: *Eruditio - Educatio*. 15(1), 2020. s. 32-43. ISSN 1336-8893.
- KLOOSTER, D. 2000. Co je kritické myšlení. [online]. In: *Kritické listy 1, 2*. Občanské sdružení Kritické myšlení, 2000. s. 8-9. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/sxc2>
- KLUVANEC, D. et al. 2010. Fyzikálne vzdelanie moderného človeka. In: *Obzory matematiky, fyziky a informatiky*. 39(1), 2010. s. 37-45. ISSN 1335-4981.
- KOLLÁRIKOVÁ, Z. 1995. Model kritického myslenia a zásady jeho rozvoja. In: KOLLÁRIKOVÁ, Z. *Výchova ku kritickému mysleniu – teória a prax*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 1995. s. 23-42. ISBN 80-85756-18-8.
- KONG, S. L. 2005. Critical Thinking Dispositions of Pre-service Teachers in Singapore: A Preliminary Investigation. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- KOSCHMANN, T. 2003. CSCL, argumentation, and Deweyan inquiry: Argumentation is learning. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- KOSTURKOVÁ, M. 2011. Rozvoj kritického myslenia u študentov vysokých škôl. In: *Zborník príspevkov z MEVK*. Prešov : FHPV PU, 2011. s. 526-536. ISBN 978-80-555-0482-7.

- KOSTURKOVÁ, M. 2012. Možnosti využitia stratégie E-U-R v edukácii. In: *Pedagogické rozhľady*, 21(1-2), 2012. s. 1-5. ISSN 1335-0404.
- KOSTURKOVÁ, M. 2013. Kritické myslenie pedagógov stredných škôl. In: *PEDAGOGIKA.SK*. 4(4), 2013. s. 283-298.
- KOSTURKOVÁ, M. 2016. *Rozvoj kritického myslenia žiakov stredných škôl*. Prešov: Vydavateľstvo prešovskej univerzity, 2016. 188 s. ISBN 978-80-555-1755-1.
- KOSTURKOVÁ, M., FERENCOVÁ, J., ŠUŤÁKOVÁ, V. 2016. Hodnotenie kvality vyučovacieho procesu vo vzťahu k rozvoju kritického myslenia študentov učiteľstva. In: *Vnitřní evaluace kvality výuky v terciárním vzdělávání*. Ostrava : Universita v Ostrave, 2016. s. 155-167. ISBN 978-80-7464-865-6.
- KOSTURKOVÁ, M., FERENCOVÁ, J. 2019. *Stratégie rozvoja kritického myslenia*. Wolters Kluwer, 2019. 240 s. ISBN 978-80-571-0049-2.
- KOSTURKOVÁ, M., VELMOVSKÁ, K. 2019. Názory študentov učiteľstva na rozvoj ich argumentačných schopností. In: *Edukácia*, 3(1), 2019. s. 110-118. ISSN 1339-8725.
- KRATOCHVÍLOVÁ et al., 2007. *Úvod do pedagogiky*. Trnava : Pedagogická fakulta TU, 2007. 168 s. ISBN 978-80-8082-145-6.
- KUHN, D. 2001. How do people know? Psychological Science. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- KUHN, D., CROWELL, A. 2011. *Dialogic Argumentation as a Vehicle for Developing Young Adolescents' Thinking*. [online]. 2011. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/zfp8>
- LAMANAUSKAS, V. 2012. A Problem of Science Literacy Encountered by Primary School Teachers and Learners. In: *Journal of Baltic Science Education*, 11 (4), 2012. s. 300-301, ISSN 1648-3898.
- LAPITKA, M. 1995. Kritické myslenie a súčasná škola. In: KOLLÁRIKOVÁ, Z. *Výchova ku kritickému mysleniu – teória a prax*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 1995, s. 43-54. ISBN 80-85756-18-8.
- LAPITKOVÁ, V. 2010. Koncepcia spracovania učebnice Fyzika pre 6. ročník základných škôl a prvého ročníka osemročných gymnázií. In: *Fyzikálne listy*, 15(1), 2010, s. 8-12. ISSN 1337-7795.

- LAPITKOVÁ, V. 2011. Koncepcia spracovania učebnice – Fyzika pre 8. ročník základných škôl a II. AO osemročných gymnázií. In: *Šoltésove dni 2010*. Bratislava : FMFI UK, 2011. s. 90-93. ISBN 978-80-89186-85-3.
- LAPITKOVÁ, V. et al. 2010. *Fyzika pre 7. ročník základnej školy a 2. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : Pedagogické vydavateľstvo Didaktis, 2010. 112 s. ISBN 978-80-89160-79-2.
- LAPITKOVÁ, V. et al. 2012a. *Fyzika pre 8. ročník základnej školy a 3. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Martin : Vydavateľstvo Matice slovenskej, 2012. 196 s. ISBN 978-80-8115-045-6.
- LAPITKOVÁ, V. et al. 2012b. *Fyzika pre 9. ročník základnej školy a 4. ročník gymnázia s osemročným štúdiom*. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2012. 103 s. ISBN 978-80-8091-268-0.
- LAPITKOVÁ, V. et al. 2015a. *Fyzika pre 6. ročník základných škôl a 1. ročník gymnázií s osemročným štúdiom*. 3. vyd. Bratislava : EXPOL PEDAGOGIKA, 2015, 112 s. ISBN-978-80-8091-399-1.
- LAPITKOVÁ, V. et al. 2015b. *Spôsobilosti vedeckej práce v prírodovednom vzdelávaní*. Bratislava : Knižničné a edičné centrum FMFI UK, 2015, 161 s. ISBN 978-80-8147-048-6.
- LARRAÍN, A. et al. 2017. Curriculum materials support teachers in the promotion of argumentation in science teaching: A case study. In: *Teaching and Teacher Education*, 67, 2017. s. 522-537. ISSN 0742-051X.
- LAZAROVÁ, B. 2005. *Otázky dalšího vzdělávání učitelů*. Habilitačná práca. Brno : PF Masarykovej univerzity v Brne, 2005.
- LIPMAN, M. 1988. Critical thinking what can it be? In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- MAJHEROVÁ, J. 2010. *Revidovaná Bloomova taxonómia a kompetencie pre používanie IKT*. [online]. 2010. [cit 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/cibd>
- MALAMITSA, K., KASOUTAS, M., KOKKOTAS, P. 2009. Developing Greek Primary School Students' Critical Thinking through an Approach of Teaching Science which Incorporates Aspects of History of Science. In: *Science & Education*, 18 (3–4), 2009. s. 457-468. ISSN 0926-7220.
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. 2003. *Výukové metody*. Brno : Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

- MCPECK, J. E. 1990. Teaching Critical Thinking: Dialogue and Dialectic. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- MEREDITH, K. S., STEELE, J. L. 1995. Kladenie otázok ako cesta k rozvoju kritického myslenia. In: KOLLÁRIKOVÁ, Z. *Výchova ku kritickému mysleniu – teória a prax*. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 1995. s. 55-76. ISBN 80-85756-18-8.
- MEREDITH, K. S., STEELE, J. L. 1997. Učenie s porozumením. In: *Rozvoj kritického myslenia na základnej škole*. Bratislava : IUVENTA, 1997. s. 36-53. ISBN 801-85756 32 3.
- MIKLOVIČOVÁ, J., VALOVIČ, J. 2019. *Národná správa PISA 2018*. [online]. Národný ústav certifikovaných meraní, 2019, ISBN 978-80-89638-32-1. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/iLO9>
- MUNGAN, C. E., EMERY, J. D. 2011. Rolling the Black Pearl Over: Analyzing the Physics of a Movie Clip. In: *The Physics Teacher*, 49 (5), 2011. s. 266-271. ISSN 1943-4928.
- NAGY, T., NAGYOVÁ, S., LIKAVSKÝ, P. 2010. *Umenie prezentácie a komunikácie*. [online]. Bratislava : PF UK, 2010. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/bfty>
- NAMDAR, B., TUSKAN, I. B. 2018. Science Teachers' Views of Scientific Argumentation. [online]. In: *H. U. Journal of Education*, 33(1), 2018, s. 1-22. ISSN 1300-5340. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/ki79>
- NOVACK, G. 1960. John Dewey's Theories of Education. [online]. In: *International Socialist Review*. 21(1), 1960. Dostupné na: <https://lnk.sk/kikl>
- NRSR (Národná rada Slovenskej republiky). 2008. *Zákon o výchove a vzdelávaní (školský zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov*. [online]. 2008. [cit. 2020-12-13]. Dostupné na: <https://lnk.sk/FLX7>
- O'HANLON, N. 1988. The Role of Library Research Instruction in Developing Teachers Problem Solving Skills. In: *Journal of Teacher Education*. 45 (6), 1988. s. 44-49.
- OECD (Organisation for economic co-operation and development). 2018. *The Future of Education and Skills. Education 2030*. [online]. 2018. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/cit1>
- OLIVEIRA, M., RODRIGUES, A. 2004. Critical thinking as a strategy to promote conceptual change and to enhance better physics problem solvers. In: *Teaching and Learning of Physics in Cultural Contexts : Proceedings of the International Conference on Physics Education in Cultural Context*. Cheongwon, South Korea, 13-17 August 2001. [n.p.]: World Scientific, 2004.

- OLIVERAS, B., MÁRQUEZ, C., SANMARTÍ, N. 2013. The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. [online]. In: *International Journal of Science Education*, 35(6), 2013. s. 885-905. ISSN 1464-5289. [cit. 2019-12-10]. Dostupné na: <https://lnk.sk/pYW6>
- OSBORNE, J. 2010. Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. Science, In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- PAETKAU, M. 2007. Conductive Critical Thinking. In: *The Physics Teacher*, 45(5), 2007. s. 292-294. ISSN 1943-4928.
- PÁLENČÁROVÁ J. [n.d.] *K procesu komunikačného a zážitkového vyučovania materinského jazyka*. [online]. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na <http://goo.gl/8rqAUD>
- PALENČÁROVÁ, J., KROČITÝ, P. 2015. *Akademická príručka na tvorbu odborných textov*. [online]. 3. vyd. Trenčín : Vysoká škola manažmentu v Trenčíne, 2015. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/qqzw>
- PAUL, R. W. 1993. The logic of creative and critical thinking. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- PAUL, R., ELDER, L. 2005. *A Guide for Educators to Critical Thinking Competency Standards: Standards, Principles, Performance, Indicators, and Outcomes with a Critical Thinking Master Rubric*. Dillon Beach, CA : Foundation for Critical Thinking Press, 2005. 66 s. ISBN 978-0-944583-30-2.
- PAUL, R., ELDER, L. 2007. A guide for educators to critical thinking competency standards. In: STOBAUGH, R. 2016. *Assessing Critical Thinking in Middle and High Schools: meeting the common core*. New York: Routledge. 2016. 150 s. ISBN 978-1-138-14853-6.
- PAUL, R., ELDER, L. 2009. *The miniature guide to critical thinking: Concepts and tools* 6. vyd. Dillon Beach, CA : Foundation for Critical Thinking, 2009. 23 s.
- PEARSON, P. D., FIELDING, L. 1991. Comprehension Instruction. In: *Handbook of Reading Research: Volume II*. White Plains, NY : Longman 1991. s. 815-860. ISBN 978-0-805-82416-2.
- PETRASOVÁ, A. 2009. *Kriticky mysliaci učiteľ – tvorca kvality školy : (sprievodca zavádzaním štandardov)*. 2. rozšírené vyd. Prešov : Rokus, 2009. 136 s. ISBN 978-80-89055-88-3.

- PICARD, R. W. et al. 2004. Affective learning – a manifesto. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. *Arguing to Learn*. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- POPULAR SCIENCE. 2012. Adam Weiner | Popular Science. [online]. In: *Popular Science*. 2012 [cit 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/0DpkRm>
- RANDA, M. et al. 2018. *Fyzika 8 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia. Nová generace*. Plzeň : Nakladatelství Fraus, 2018. 128 s. ISBN 978-80-7489-392-6.
- REHÚŠ, M. 2008. *Hlavné zistenia a zlyhania – PISA 2006*. [online]. Nové Školstvo : INEKO. 2008 [cit 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/dHh3W1>
- ROGERS, T. 2007. *Insultingly Stupid Movie Physics: Hollywood's Best Mistakes, Goofs, and Flat-Out Destructions of the Basic Laws of the Universe*. Naperville, Illinois : Sourcebooks Hysteria, 2007. 325 s. ISBN 978-1-4022-1033-4.
- SANDYS, J. 2013. *Movie mistakes*. Jon Sandys. [online]. 2013 [cit 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/fOsnoC>
- SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- SIECK, W. 2018. *Argument Skills and How to Teach Them*. [online]. 2018. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na <https://lnk.sk/ej03>
- STANĚK, R. 2011. Lekce 4: Argumentace. [online]. In: *Kurz Akademické psaní*. Brno. 2011. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/xlqu>
- STOBAUGH, R. 2016. *Assessing Critical Thinking in Middle and High Schools: meeting the common core*. New York: Routledge. 2016. 150 s. ISBN 978-1-138-14853-6.
- ŠALING, S., IVANOVÁ-ŠALINGOVÁ, M., MANÍKOVÁ, Z. 1997. *Slovník cudzích slov pre školu a prax*. Veľký Šariš : SAMO, 1997. 656 s. ISBN 80-967524-1-3.
- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav). 2009a. *Štátny vzdelávací program: Fyzika – Príloha ISCED 2* [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2009 [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/onx4>
- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav). 2009b. *Štátny vzdelávací program: Fyzika – Príloha ISCED 3A* [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2009 [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/uvzh>
- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav). 2015a. *Štátny vzdelávací program pre nižšie stredné vzdelávanie – 2. stupeň základnej školy*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2015. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/cnfn>

- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav): 2015b. *Štátny vzdelávací program pre gymnáziá (úplné stredné všeobecné vzdelávanie)*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2015. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://goo.gl/LG8ZcL>
- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav). 2015c. *Štátny vzdelávací program: fyzika – gymnázium so štvorročným a päťročným vzdelávacím programom*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2015. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/dhh7>
- ŠPÚ (Štátny pedagogický ústav). 2015d. *Štátny vzdelávací program: fyzika – nižšie stredné vzdelávanie*. [online]. Bratislava : ŠPÚ, 2015. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://goo.gl/vBMVo8>
- TANNEN, D. 1998. The argument culture: Moving from debate to dialogue. In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- TARASOV, L. V., TARASOVOVÁ, A. N. 1983. *Otázky a úlohy z fyziky*. Bratislava : Alfa, 1983. 380 s.
- TEACH WITH MOVIES. 2013. *Teach With Movies – Lesson Plans in History, English, Science for High School, Middle School, Elementary, Home School*. [online]. 2013 [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/EtbM0J>
- THIELE, A., 2010. Jak na „špinavé“ triky a útoky. In: TOMÁŠKOVÁ, J. 2015. *Argumentácia v škole i bežnom živote*. [online]. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2015, 56 s. ISBN 978-80-565-0380-5. [cit. 2020-12-17] Dostupné na: <https://lnk.sk/fsus>
- TOMÁŠKOVÁ, J. 2015. *Argumentácia v škole i bežnom živote*. [online]. Bratislava : Metodicko-pedagogické centrum v Bratislave, 2015, 56 s. ISBN 978-80-565-0380-5. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/fsus>
- TOULMIN, S. E., 2003. *The Uses of Argument*. [online]. Cambridge: Cambridge University Press, 2003. 247 s. ISBN 978-80-521-8274-85. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://bit.ly/3mnucU0>
- TRÚSIKOVÁ, A. 2018. *Kritické myslenie a fyzikálne úlohy*. Diplomová práca, Bratislava: FMFI UK, 2018, 63 s.
- TRÚSIKOVÁ, A., VELMOVSKÁ, K. 2020. Indikátory hodnotenia kritického myslenia vo vyučovaní fyziky. In: *15. medzinárodná konferencia študentov doktorandského štúdia v oblasti teórie prírodovedného vzdelávania*. Komárno : Univerzita J. Selyeho, 2020. s. 134-142. ISBN 978-80-8122-349-5.

- TUREK, I. 2010. *Didaktika*. 2. vyd. Bratislava : Iura Edition, s.r.o., 2010. 598 s. ISBN 978-80-8078-322-8.
- VAUGHAN, J. L., ESTES, T. H. 1986. *Reading and Reasoning Beyond the Primary Grades*. Newton, MA : Allyn and Bacon, 1986.
- VELMOVSKÁ, K. 2011. Fyzikálne filmové omyly. In: *Šoltésove dni 2010*. Bratislava : FMFI UK, 2011. s. 136-145. ISBN 978-80-89186-85-3.
- VELMOVSKÁ, K. 2014a. Physical Mistakes in Movies or the Possibility of Developing Critical Thinking in Physics Education. In: *Journal of Science Education*. 15(1), 2014. s. 37-40. ISSN 0124-5481.
- VELMOVSKÁ, K. 2014b. Kritikus gondolkodás és fizika oktatása. In: *Tudás – Tanulás – Szabadság*. Kolozsvár: [s.n.], 2015. s. 65-71. ISBN 978-973-0-18967-4.
- VELMOVSKÁ, K. 2014c. Rozvíjanie kritického myslenia žiakov pomocou stratégie EUR a jej aplikácia na vyučovanie fyziky. In: *Tvorivý učiteľ fyziky VII*. Bratislava : Slovenská fyzikálna spoločnosť, 2015. s. 253-262. ISBN 978-80-97450-3-3.
- VELMOVSKÁ, K., BARTOŠOVIČ, L. 2014. Od výstrelu dela k rozvoju kritického myslenia. In: *Fyzikálne listy*, 19(3-4), 2014, s. 6-9. ISSN 1337-7795.
- VERHEIJ, B., 2005. *Evaluating Arguments Based on Toulmin's Scheme*. [online]. Springer, 2006. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/qeu0>
- WANG, J., BUCK, G. A. 2016. Understanding a High School Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge of Argumentation. [online]. In: *Journal of Science Teacher Education*. 27(5), 2016. s. 577-604. [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <https://lnk.sk/zfr0>
- WEINER, A. 2007. *Don't Try This At Home!: The Physics of Hollywood Movies*. New York, NY : Kaplan Publishing, 2007. 264 s. ISBN 978-1-4195-9406-9.
- WERTSCH, J. V. 1985. Vygotsky and the social formation of mind.: In: ANDRIESSEN, J., BAKER, M. 2014. Arguing to Learn. In: SAWYER, R. K. 2014. *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. 2. vyd. New York: Cambridge University Press, 2014. 776 s. ISBN 978-1-107-62657-7.
- WILLINGHAM, D. T. 2008. Critical Thinking: Why Is It So Hard to Teach? In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.
- YLI-LUOMA, P. V. J. 1992. Predictors of critical thinking abilities: a Rasch-model approach. Helsinki : Department of Education, University of Helsinki, 1992. In: GAVORA, P. 1995. Kritické myslenie – prehľad situácie v zahraničí. In: KOLLÁRIKOVÁ, Z.

Výchova ku kritickému mysleniu – teória a prax. Bratislava : Štátny pedagogický ústav, 1995. s. 7-22. ISBN 80-85756-18-8.

YOUNG, B., D. 1997. Súčasné trendy v reformných procesoch vyučovania prírodných vied. In: *Zborník z konferencie FAST-DISCO*. Bratislava: MFF UK, vyd. R &D, 1997, s. 18-29.

ZEIDLER, D., LEDERMAN, N., TAYLOR, S. 1992. Fallacies and Student Discourse: Conceptualizing the Role of Critical Thinking in Science Education. In: ALOSAIMI, K. H., REID, N., RODRIGUES, S. 2014. Critical thinking. Can it be measured? In: *Journal of science education*. 15(1), 2014. s. 30-36. ISSN 0124-5481.

ZIVOTOPISY ONLINE. 2014. *Sokrates: Vím, že nic nevím...* [online]. 2014 [cit. 2020-12-17]. Dostupné na: <http://goo.gl/PVVuBH>

PRÍLOHY

Príloha A: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 1. časť

Príloha B: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 2. časť

Príloha C: Pracovný list 1: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. dĺžka.

Príloha D: Pracovný list 2: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. prierez.

Príloha E: Pracovný list 3: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. materiál.

Príloha F: Test pozostávajúci z úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie argumentácie

Príloha A: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 1. časť

Meno: _____ Priezvisko: _____ Vek: _____
Škola: _____

Ročník: _____ Počet hodín fyziky za týždeň: _____

Ako často robíte pokusy alebo merania na hodine fyziky? (zakrúžkuj jednu z možností)

- | | |
|----------------------------|---|
| a) Takmer každú hodinu. | c) Veľmi málo – niekoľkokrát za polrok. |
| b) Niekoľkokrát za mesiac. | d) Pokusy nerobíme vôbec. |

V úlohách 1 – 4 si pozorne prečítaj text a zakrúžkuj tvrdenia, ktoré vyplývajú z uvedených informácií. V každej úlohe môžeš zakrúžkovať ľubovoľný počet tvrdení.

Úloha 1: Jozef si založil novú firmu. Milan má firmu s dlhoročnou tradíciou. Nové firmy krachujú s väčšou pravdepodobnosťou, ako firmy s dlhoročnou tradíciou. Na základe tejto informácie môžeme povedať, že:

1. Jozefova firma skrachuje.
2. Milanova firma bude mať lepšie zisky ako Jozefova firma.
3. Milanova firma neskrachuje.
4. Jozefova firma skrachuje s väčšou pravdepodobnosťou ako Milanova.
5. Jozefova firma je novšia ako Milanova.

Úloha 2: V obchode sme kúpili jeden liter pomarančového džúsu, mlieka a vody. Na stole sme mali položené 3 nádoby rôzneho tvaru s objemom 200 ml. Do jednej z nich sme naliali pomarančový džús, do druhej mlieko a do tretej vodu. Na základe nášho pozorovania môžeme povedať, že:

1. Kvapaliny sú deliteľné.
2. Kvapaliny sú takmer nestlačiteľné.
3. Kvapaliny sú tekuté.
4. Kvapaliny nemajú stály tvar, ale nadobúdajú tvar nádoby.
5. Tlak sa prenáša v kvapaline rovnako do všetkých smerov.

Úloha 3: Do nádoby s objemom 100 ml sme naliali 30 ml riedkeho medu. Potom sme pomaly priliali 30 ml slnečnicového oleja a nakoniec 30 ml vody. Pozorovali sme, že voda a olej si navzájom vymenili miesto a kvapaliny sa ustálili v poradí: med, voda, olej, pričom med bol na dne nádoby. Na základe nášho pozorovania môžeme povedať, že:

1. Med je kvapalina s najväčšou hustotou.
2. Hustota vody je $1\,000\text{ kg/m}^3$.
3. Olej má menšiu hustotu ako voda.
4. Zo všetkých vyššie spomínaných kvapalín má olej najmenšiu hustotu.
5. Med má väčšiu hustotu ako voda aj ako olej.

Úloha 4: Svet mimo Venezuely spoznal Anjelské vodopády vďaka americkému letcovi Jamesovi Crawfordovi Angelovi. Letel ponad ne v roku 1933 na malom lietadle. O štyri roky neskôr sa pri nich snažil pristáť, no havaroval. Zostup z vrchu do bezpečia trval jemu a jeho spoločníkom 11 dní.

1. James Crawford Angel bol prvý, čo preletel ponad Anjelské vodopády.
2. Zostup z vodopádov bol pre Jamesa a jeho spoločníkov nebezpečný.
3. Anjelské vodopády sú na území Venezuely.
4. Vďaka Jamesovej havárii sa svet dozvedel o Anjelských vodopádoch.
5. James Crawford Angel havaroval v roku 1937.

V úlohe 5 si pozorne prečítaj text a pozri údaje v tabuľke. Potom postupuj podľa inštrukcií pod tabuľkou.

Úloha 5: Zisťovali sme výšku členov rodiny a rozpätie ich paží. Na meranie výšky sme použili papierový meter, ktorý máme nalepený na stene v detskej izbe. Na zistenie rozpätia paží sme použili dva krajčírské metre, ktoré sme nadpojili a pripevnili vodorovne na stenu. Namerané údaje sme si zapísali do tabuľky 1:

Člen rodiny	Telesná výška [cm]	Rozpätie paží [cm]
ja	155,5	154,5
mama	168	167,5
otec	183	108,3
sestra	164,5	165
brat	115	114,5

Tabuľka 1: namerané údaje

Zakrúžkuj, pri ktorých meraniach sme sa mohli pomýliť, a preto by sme ich mali zopakovať. (*Zakrúžkovať môžeš ľubovoľný počet*)

1. ja
2. mama
3. otec
4. sestra
5. brat

Prečo si to myslíš?

Príloha B: Zadania úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie kritického myslenia, 2. časť

Meno: _____ Priezvisko: _____ Vek: _____
Škola: _____

Ročník: _____ Počet hodín fyziky za týždeň: _____

Ako často robíte pokusy alebo merania na hodine fyziky? (zakrúžkuj jednu z možností)

- | | |
|----------------------------|---|
| a) Takmer každú hodinu. | c) Veľmi málo – niekoľkokrát za polrok. |
| b) Niekoľkokrát za mesiac. | d) Pokusy nerobíme vôbec. |

V úlohách 6 – 9 si pozorne prečítaj text a zakrúžkuj tvrdenia, ktoré vyplývajú z uvedených informácií. V každej úlohe môžeš zakrúžkovať ľubovoľný počet tvrdení.

Úloha 6: Január 2017 bol na Slovensku veľmi studený. Na väčšine nášho územia zaznamenali najnižšiu priemernú teplotu vzduchu za posledných 30 rokov. Na niektorých miestach klesla teplota vzduchu dokonca pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na základe tejto informácie môžeme povedať, že:

1. Január 2017 bol chladnejší, ako sme očakávali.
2. Priemerná teplota vzduchu v januári 2017 bola na väčšine nášho územia nižšia ako v januári 2016.
3. V januári 2017 snežilo na väčšine nášho územia najviac za posledných 30 rokov.
4. Na niektorých miestach bola v januári 2017 priemerná teplota vzduchu $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.
5. V januári 2016 neklesla teplota vzduchu pod $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Úloha 7: Najhoršia lavína v americkej histórii sa uvoľnila v roku 1910 v Kaskádových vrchoch v americkom štáte Washington. Prudká snehová búrka zasiahla dva vlaky, ktoré museli zastaviť. Lavína vlaky spolu s cestujúcimi zmetla do rokliny a zahynulo 96 ľudí. Na základe uvedenej informácie môžeme povedať, že:

1. Pred rokom 1910 sa neuvolnila v Kaskádových vrchoch lavína.
2. Žiadna lavína neusmrtila viac ako 96 ľudí.
3. Vlaky musia zastaviť počas každej prudkej snehovej búrky.
4. Kaskádové vrchy sa tiahnu cez americký štát Washington.
5. Najhoršia lavína v americkej histórii usmrtila 96 ľudí.

Úloha 8: Do jednoduchého kalorimetra sme naliali horúcu vodu a vložili sme do nej kovovú lyžičku, plastovú lyžičku, drevenú špajdlu, oceľový klinec a pásik polystyrénu tak, že rovnaká časť z nich vyčnievala z vody. Nechali sme ich vo vode 3 minúty a potom sme chytili predmety za vyčnievajúce konce a dotykom porovnali ich teplotu. Usporiadali sme ich od najviac horúcich po najmenej teplé nasledovne: oceľový klinec, kovová lyžička, pásik polystyrénu, plastová lyžička, drevená špajdla. Na základe nášho porovnania môžeme povedať, že:

1. Kovy vedú teplo lepšie ako plast.
2. Polystyrén je tepelný izolant, a preto ho používame na zateplenie domov.
3. Drevo nevedie teplo vôbec.
4. Oceľ je kov, ktorý vedie teplo najlepšie.
5. Pokus sme robili len 3 minúty a teda nemôžeme povedať nič o tepelnej vodivosti látok.

Úloha 9: Marek je druhý pilot dopravného lietadla a má nalietaných 1200 hodín. Pracuje pre veľkú leteckú spoločnosť so sídlom v Londýne a sníva, že sa raz stane kapitánom. Na to potrebuje mať, okrem iného, nalietaných aspoň 1500 hodín. Na základe tejto informácie môžeme povedať, že:

1. Marek sa stane čoskoro kapitánom dopravného lietadla.
2. Marek nemôže byť kapitánom, pretože nemá dostatok skúseností.
3. V menšej leteckej spoločnosti by sa Marek stal kapitánom rýchlejšie.
4. Marek potrebuje nalietat ešte minimálne 300 hodín, aby sa mohol stať kapitánom.
5. Marek lieta najčastejšie do Londýna, kde má ich spoločnosť sídlo.

V úlohe 10 si pozorne prečítaj text a pozri údaje v tabuľke. Potom postupuj podľa inštrukcií pod tabuľkou.

Úloha 10: V roku 2016 sa konali Majstrovstvá sveta v ľadovom hokeji v Rusku. V individuálnej súťaži o najlepšieho strelca zvíťazil Gustav Nyquist zo Švédska, ktorý strelil sedem gólov v ôsmich zápasoch. O štvrté miesto sa v súťaži delilo niekoľko hokejistov. Ich výsledky sme zapísali do tabuľky 2.

Meno hráča	Počet gólov	Počet odohraných zápasov	Počet striel
Dadonov	6	10	23
Hall	5	10	30
Matthews	6	10	5
Panarin	6	10	24
Šipačov	6	10	79

Tabuľka 2: výsledky jednotlivých hráčov

Zakrúžkuj, ktoré údaje by sme mali podľa teba vyhľadať znovu. (*Zakrúžkovať môžeš ľubovoľný počet*)

1. Dadonov
2. Hall
3. Matthews
4. Panarin
5. Šipačov

Prečo si to myslíš?

Príloha C: Pracovný list 1: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. dĺžka.

Pracovný list 1: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. dĺžka

V elektrických obvodoch sú jednotlivé súčiastky vodivo pospájané vodičmi. Aby nedochádzalo k energetickým stratám, sú najvhodnejšie vodiče s čo najmenším odporom. Niekedy je však žiaduce, aby odpor vodiča bol čo najväčší. Od čoho závisí, aký odpor má vodič? S akými jeho parametrami to súvisí?

Cieľ merania:

Zisti, ako sa mení odpor vodiča v závislosti od jeho dĺžky. Zobrať graf závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky.

Na základe analýzy grafu vyslov záver o závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky.

Vyslov hypotézu: (Označ možnosť, ktorá je podľa Teba správna.)

Odpor vodiča sa s dĺžkou ZVÄČŠUJE / ZMENŠUJE / NEMENÍ.

Pomôcky:

multimeter, 2 vodiče zakončené krokosvorkami, navinutý drôt s vyznačenými vzdialenosťami.

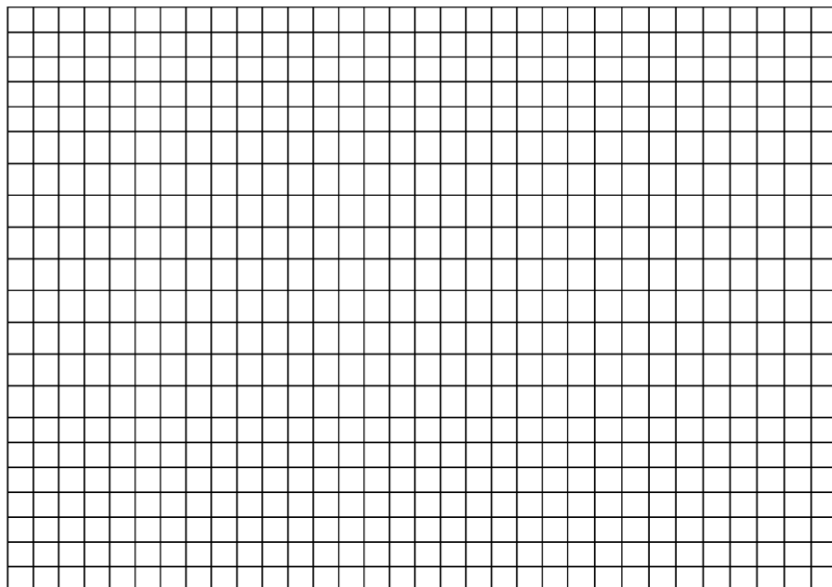
Postup merania:

1. Priprav si multimeter na meranie odporu a pripoj k nemu dva vodiče zakončené krokosvorkami.
2. Do hlavičky tabuľky 1 zapíš charakteristiku drôtu, s ktorým práve pracuješ (priemer, materiál).
3. Meraj odpor drôtu pre jednotlivé dĺžky a hodnoty zapisuj do tabuľky 1.

Tabuľka 1 Namerané hodnoty odporu vodiča v závislosti od dĺžky

Dĺžka (m)	Drôt 1
	Odpor (Ω)
1	
2	
3	
4	
5	

4. Na základe tabuľky zostroj graf závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky. Nezabudni označiť osi grafu. Pomôž si programom na spracovanie dát a graf prekresli.
5. Na grafe prelož cez zobrazené body pre jednotlivé vodiče priamku.



Odpovedz:

1. Ako vyzerá čiara grafu závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky?

2. Ako sa mení odpor vodiča v závislosti od jeho dĺžky?

3. Potvrdil sa meraním tvoj predpoklad o závislosti odporu vodiča od jeho dĺžky?

4. Zober multimeter s vodičmi a krokosvorkami, ktoré si použil pri meraní odporu vodiča. Prilož krokosvorky k sebe a odmeraj odpor. Zapiš si hodnotu.

5. Prechádza čiara grafu bodom [0,0]? Ako by si to vysvetlil?

6. Nájdi na internete informáciu o tom, na čo sú vhodné drôty s veľkým odporom.

Zdroj: _____

7. Vodiče s akým odporom je vhodné používať v elektrických obvodoch? S malým alebo veľkým? Prečo?

Záver

Príloha D: Pracovný list 2: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. prierez..

Pracovný list 2: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. prierez

V elektrických obvodoch sú jednotlivé súčiastky vodivo pospájané vodičmi. Aby nedochádzalo k energetickým stratám, sú najvhodnejšie vodiče s čo najmenším odporom. Niekedy je však žiaduce, aby odpor vodiča bol čo najväčší. Od čoho závisí, aký odpor má vodič? S akými jeho parametrami to súvisí?

Cieľ merania:

Zisti, či odpor vodiča závisí od prierezu vodiča. Do jedného grafu zobraz závislosť odporu vodiča pre 2 rôzne prierezy vodičov z rovnakého materiálu. Na základe analýzy grafu vyslov záver o závislosti odporu vodiča od jeho prierezu.

Vyslov hypotézu: (Označ možnosť, ktorá je podľa Teba správna.)

Odpor drôtu sa s prierezom ZVÄČŠUJE / ZMENŠUJE / NEMENÍ.

Pomôcky:

multimeter, 2 vodiče zakončené krokosvorkami, navinuté drôty s vyznačenými vzdialenosťami s rôznymi prierezmi (rovnaký materiál).

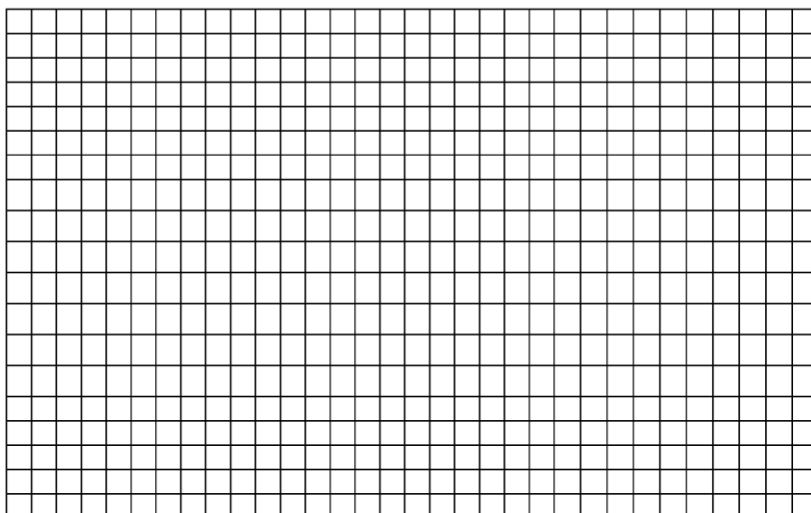
Postup merania:

1. Priprav si multimeter na meranie odporu a pripoj k nemu dva vodiče zakončené krokosvorkami.
2. Do hlavičky tabuľky 1 zapíš charakteristiku drôtu, s ktorým práve pracuješ (priemer, materiál).
3. Meraj odpor drôtu pre jednotlivé dĺžky a hodnoty zapisuj do tabuľky 1.
4. Celý postup opakuj pre druhý vodič.

Tabuľka 1 Namerané hodnoty odporu vodičov v závislosti od dĺžky

	Drôt 1	Drôt 2
Dĺžka (m)	Odpor (Ω)	Odpor (Ω)
1		
2		
3		
4		
5		

5. Na základe tabuľky zostroj grafu závislosti odporu vodiča od dĺžky pre drôty z rovnakého materiálu, ale rôzneho priemeru. Body pre jednotlivé drôty farebne odliš. Vedľa grafu uveď, aké farebné označenie si použil pre ktorý drôt. Nezabudni označiť osi grafu. Pomôž si programom na spracovanie dát a graf prekresli.
6. Na grafe prelož cez zobrazené body pre jednotlivé vodiče priamku.



Odpovedz:

1. Odpor ktorého vodiča s dĺžkou 1 m je väčší? S menším alebo väčším prierezom?

2. Ako sa závislosť od prierezu prejavila na grafe závislosti odporu vodiča od dĺžky?

3. Sklon ktorého grafu je väčší, pre menší alebo pre väčší prierez?

4. Potvrdil sa meraním tvoj predpoklad o závislosti odporu od veľkosti prierezu vodiča?

5. Zober multimeter s vodičmi a krokosvorkami, ktoré si použil pri meraní odporu vodiča. Prilož krokosvorky k sebe a odmeraj odpor. Zapiš si hodnotu.

6. Prechádza čiara grafu bodom $[0,0]$? Ako by si to vysvetlil?

Záver:

Príloha E: Pracovný list 3: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. materiál.

Pracovný list 3: Od čoho závisí odpor vodiča? Odpor vs. materiál

V elektrických obvodoch sú jednotlivé súčiastky vodivo spájané vodičmi. Aby nedochádzalo k energetickým stratám, sú najvhodnejšie vodiče s čo najmenším odporom. Niekedy je však žiaduce, aby odpor vodiča bol čo najväčší. Od čoho závisí, aký odpor má vodič? S akými jeho parametrami to súvisí?

Cieľ merania:

Zisti, či odpor vodiča závisí od materiálu, z ktorého je vodič zhotovený. Do jedného grafu zobraz závislosť odporu od jeho dĺžky pre dva vodiče rovnakého prierezu, ale z rôzneho materiálu. Na základe analýzy grafu vyslov záver, či odpor vodiča závisí od materiálu, z ktorého je vodič zhotovený.

Vyslov hypotézu: (Označ možnosť, ktorá je podľa Teba správna.)

Odpor drôtu ZÁVISÍ / NEZÁVISÍ od materiálu, z ktorého je zhotovený.

Pomôcky:

multimeter, 2 vodiče zakončené krokosvorkami, navinuté drôty s vyznačenými dĺžkami s rôznych materiálov (rovnaký prierez).

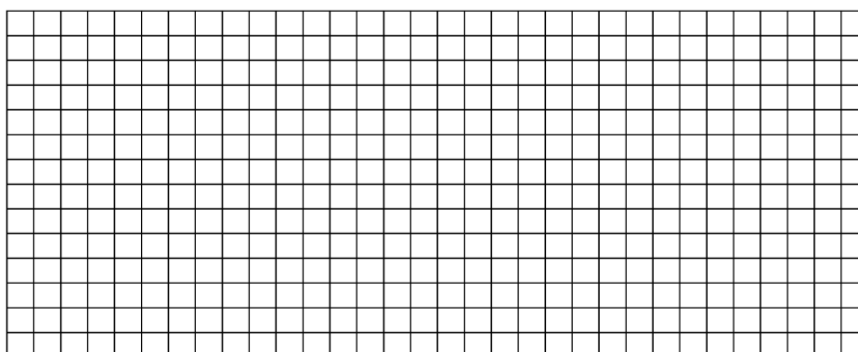
Postup merania:

1. Priprav si multimeter na meranie odporu a pripoj k nemu dva vodiče zakončené krokosvorkami.
2. Do hlavičky tabuľky 1 zapíš charakteristiku drôtu, s ktorým práve pracuješ (priemer, materiál).
3. Meraj odpor drôtu pre jednotlivé dĺžky a hodnoty zapisuj do tabuľky 1.
4. Celý postup opakuj pre druhý vodič.

Tabuľka 1 Namerané hodnoty odporu vodičov v závislosti od dĺžky

	Drôt 1	Drôt 2
Dĺžka (m)	Odpor (Ω)	Odpor (Ω)
1		
2		
3		
4		
5		

5. Na základe tabuľky zostroj grafu závislosti odporu vodiča od dĺžky pre drôty z rovnakého materiálu, ale rôzneho priemeru. Body pre jednotlivé drôty farebne odliš. Vedľa grafu uveď, aké farebné označenie si použil pre ktorý drôt. Nezapadni označiť osi grafu. Pomôž si programom na spracovanie dát a graf prekresli.
6. Na grafe prelož cez zobrazené body pre jednotlivé vodiče priamku.



Odpovedz:

1. Majú dva vodiče rovnakej dĺžky a rovnakého prierezu, ale rôzneho materiálu rovnaký odpor?

2. Ako sa závislosť od materiálu prejavila na grafe závislosti odporu vodiča od dĺžky?

3. Potvrdil sa meraním tvoj predpoklad o závislosti odporu od materiálu, z ktorého je vodič zhotovený?

4. Zober multimeter s vodičmi a krokosvorkami, ktoré si použil pri meraní odporu vodiča. Prilož krokosvorky k sebe a odmeraj odpor. Zapiš si hodnotu.

5. Prechádza čiara grafu bodom [0,0]? Ako by si to vysvetlil?

Záver

Zhrnutie

1. Porovnaj odpor vodičov s danými parametrami a zakrúžkuj správnu možnosť pre odpory vodičov.

Dĺžka l_1, l_2	Prierez S_1, S_2	Materiál	Odpor vodičov R_1, R_2
$l_1 < l_2$	$S_1 = S_2$	rovnaký	$R_1 < R_2$ alebo $R_1 = R_2$ alebo $R_1 > R_2$
$l_1 = l_2$	$S_1 > S_2$	rovnaký	$R_1 < R_2$ alebo $R_1 = R_2$ alebo $R_1 > R_2$
$l_1 = l_2$	$S_1 = S_2$	rôzny	$R_1 = R_2$ alebo $R_1 \neq R_2$

2. Ako sa zmení odpor vodiča, ak jeho dĺžku strojnásobíme?

3. Ako sa zmení odpor vodiča, ak jeho prierez zväčšíme na dvojnásobok?

Odpor uhlíkového vodiča s dĺžkou 1 m a prierezom 1 mm^2 je 60Ω . Aký je odpor uhlíkového vodiča s dĺžkou 2 m a prierezom $0,5 \text{ mm}^2$?

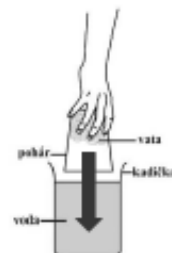
Príloha F: Test pozostávajúci z úloh, ktorých riešenie vyžaduje uplatnenie argumentácie

Milá žiačka, milý žiak,

prečítaj si pozorne úlohy. Napiš na každú otázku odpoveď, aj keď si si nebudeš úplne istý/-á, že tvoja odpoveď je správna. Napiš, prosím, do ktorej triedy chodíš, a či si dievča, alebo chlapec.

Ďakujem za vypracovanie testu a prajem Ti úspešné riešenie.

1. Pani učiteľka dala pohár s vatou dnom nahor do kadičky s vodou v smere šípky, ako to vidíš na obrázku. Pohár nenakláňala. Potom pohár opäť vytiahla. Bola vata mokrá, keď pohár vytiahla? Vysvetli.



2. Voda v skúmavke bola zohriata tak, ako je to vidno na obrázku. Čo sa dialo s balónom navlečeným na hrdlo skúmavky počas zohrievania? Vysvetli prečo.



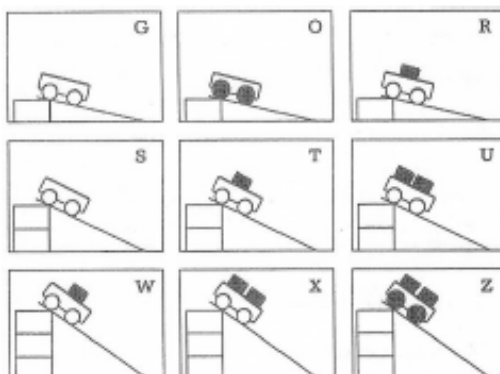
3. Štefánia má váhu a štyri kocky (1, 2, 3, 4). Kocky sú zhotovené z rôznych materiálov. Na váhu položila súčasne dve kocky a pozorovala nasledujúce javy.



Štefánia tvrdí, že kocka 2 je ťažšia ako kocka 1, ale ľahšia ako kocka 3 a 4. Má Štefánia pravdu? Zdôvodni.

4. Tomáš sa rád pozerá na hviezdy. No keďže býva vo veľkom meste, nemôže ich v noci dobre pozorovať. Minulý rok bol Tomáš na vidieku a vyliezol na vrchol kopca, odkiaľ pozoroval veľké množstvo hviezd, ktoré nemohol vidieť, keď bol v meste. Vysvetli, prečo je možné pozorovať oveľa viac hviezd v krajine na vidieku ako v mestách, v ktorých žije väčšina ľudí?
5. Svetlo z baterky urobí na stene kruh. Čím je baterka od steny ďalej, tým je kruh väčší. Dopadá na stenu viac svetla, keď je baterka ďalej od steny? Zdôvodni svoju odpoveď.

6. Diagram zobrazuje rôzne pokusy, ktoré Adam uskutočnil. Vozíky majú kolesá rôznych veľkostí. Odštartoval ich z rôznych výšok a kvádre, ktoré do nich vložil sú rovnakej hmotnosti. Chcel si otestovať tento predpoklad: Čím je vozík ťažší, tým väčšiu rýchlosť dosiahne na konci naklonenej roviny. Adam pozoroval tri pokusy S, T, U. Podarilo sa mu pomocou týchto pokusov si otestovať svoj predpoklad? Svoju odpoveď zdôvodni.



7.

- a. Autobus ide po rovnom úseku cesty. Vodič autobusu Rudolf má na palubnej doske postavený pohár s vodou:



Zrazu musí Rudolf zabrzdiť. Čo sa asi stane s vodou v pohári? Svoju odpoveď zdôvodni.

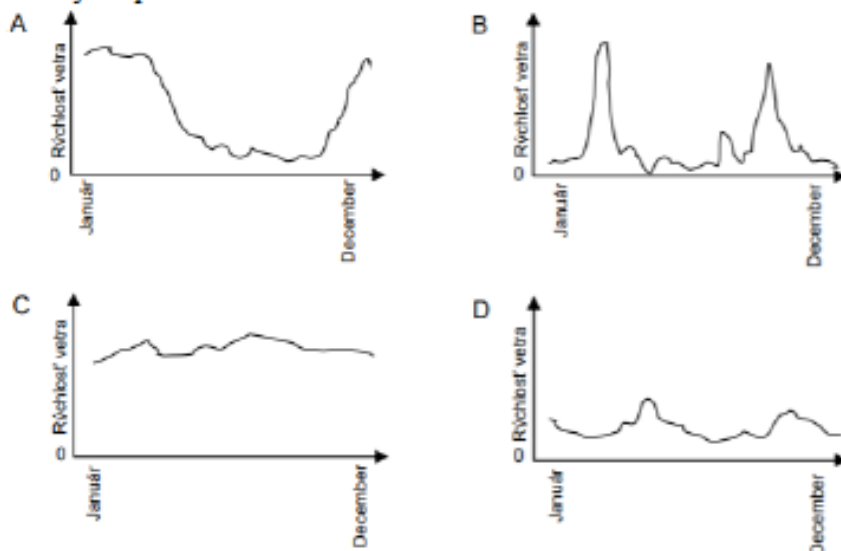
- A. Hladina vody zostane vodorovná.
- B. Voda sa vyleje cez okraj 1.
- C. Voda sa vyleje cez okraj 2.
- D. Voda sa vyleje, ale nemôžeš povedať, či cez okraj 1 alebo 2.

- b. Rudolfov autobus je, podobne ako väčšina autobusov, poháňaný naftový motorom. Tieto autobusy prispievajú k znečisteniu životného prostredia. V niektorých mestách premávajú trolejbusy. Tie sú poháňané elektrickým motorom. Napätie potrebné pre elektrický motor trolejbusu obstaráva nadzemné vedenie (ako u električiek). Elektrinu dodáva elektrárne využívajúca fosilné palivá. Zástancovia používania trolejbusov v mestách hovoria, že trolejbusy neprispievajú k znečisťovaniu životného prostredia. Majú títo zástancovia trolejbusovej dopravy pravdu? Vysvetli svoju odpoveď.

8. Veterná energia sa pokladá za zdroj energie, ktorý by mohol nahradiť ropu a uhlie spaľované v tepelných elektrárnach. Objekty na obrázku sú veterné elektrárne s vrtulami, ktoré poháňa vietor. Otáčanie listov vrtule uvádza do pohybu generátor, ktorý vyrába elektrickú energiu.



- a. Nasledujúce grafy znázorňujú priemernú rýchlosť vetra v priebehu roka na štyroch rôznych miestach. Ktorý z grafov predstavuje najvhodnejšie miesto na vybudovanie veternej elektrárne? Svoju odpoveď zdôvodni.



- b. Zamysli sa nad výrobou elektriny pomocou vetra a výrobou elektriny, ktorá používa fosilné palivá, ako je uhlie a ropa. Ktorý spôsob výroby elektriny je výhodnejší a prečo?

Aspekty rozvoja kritického myslenia vo vyučovaní fyziky

Monografia vznikla s podporou MŠVVaŠ SR, grantu VEGA 1/0396/18 Aspekty rozvoja kritického myslenia v prírodovednom vzdelávaní.

Autori: doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD.
Mgr. Anna Trúsiková
PaedDr. Tünde Kiss

Recenzenti: doc. RNDr. Viera Lapitková, PhD.
doc. RNDr. Zuzana Ješková, PhD.

Náklad: 100 ks
Počet strán: 125
Vydavateľ: Knižničné a edičné centrum FMFI UK, Bratislava, 2021
Tlač: KO & KA, s.r.o., Tlačiareň K-PRINT, Bratislava
Vydanie: prvé
Rok vydania: 2021

© doc. PaedDr. Klára Velmovská, PhD., Mgr. Anna Trúsiková, PaedDr. Tünde Kiss

ISBN 978-80-8147-100-1