

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ**

Katedra inženýrské pedagogiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Praha 2015

Bc. Karel Martínek

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
MASARYKŮV ÚSTAV VYŠŠÍCH STUDIÍ**

Katedra inženýrské pedagogiky

**Tvorba nestandardizovaného didaktického testu
Creation of non-standard didactic test**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor: Bc. Karel Martínek
Studijní program: Specializace v pedagogice
Studijní obor: Učitelství odborných předmětů
Vedoucí práce: Prof. RNDr. Emanuel Svoboda, CSc.

Praha 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady uvedené v příloženém seznamu.

Nemám žádný důvod proti zpřístupnění této závěrečné práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Praze dne 6. 5. 2015

Bc. Karel Martínek

Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Prof. RNDr. Emanuelu Svobodovi, CSc. za odborné vedení, pomoc, vstřícnost při konzultacích a cenné rady při zpracování této práce, kterých si nesmírně vážím.

Dále bych chtěl poděkovat Doc. Ing. Petru Byčkovskému, CSc. za inspirace vydat se na cestu poznání pedagogickými vědami. Bohužel se tohoto okamžiku nemohl dožít.

Poděkování patří také Mgr. Jaroslavu Procházkovi, řediteli ZŠ Resslerova, jeho zástupkyni Mgr. Ritě Tluchořové nejen za to, že můžu působit na základní škole, kterou jsem před pár lety absolvoval, mým kolegům, kteří mi poskytli potřebné materiály a Mgr. Lence Bourové, ředitelce ZŠ Botičská, za možnost zadat testy v 9. ročníku na zmíněné škole.

Anotace

Autor: Karel Martínek

Název: Tvorba nestandardizovaného didaktického testu

Škola: České vysoké učení technické v Praze, Masarykův ústav vyšších studií

Rok: 2015

Tato práce se zabývá tvorbou učitelského didaktického testu ověřující znalosti a dovednosti žáků základní školy. Test je sestaven pro jeden vybraný tematický celek – Světelné jevy a jejich využití. Test je vytvořen ve dvou variantách shodné obtížnosti a byl ověřen na žácích 9. ročníku dvou základních škol – Základní škola Resslova a Základní škola Botičská. Součástí práce je také teoretický přehled o druzích, vlastnostech, etapách realizace didaktického testu a didaktická analýza zmíněného tematického celku.

Klíčová slova: didaktický test, didaktická analýza, světelné jevy a jejich využití, tvorba a zpracování testu.

Abstract

Author: Karel Martínek

Title: Creation of non-standard didactic test

School: Czech Technical University in Prague, Masaryk Institute of Advanced Studies

Year: 2015

The thesis focuses on the generation of a teacher's didactic test to identify knowledge and skills of primary school children. The test is designed for a specific theme block – Light appearances and their usage. The test has been generated in two alternate versions with the same difficulty and has been tested on 9th grade pupils from two primary schools – Základní škola Resslova and Základní škola Botičská. Besides these, the thesis comprises a theoretic overview of the different kinds, characteristics of didactic tests, the stages in their realisation and a didactic analysis of the mentioned theme block.

Key words: didactic test, didactic analysis, light appearances and their usage, test generation and processing

Obsah

Seznam zkratk	11
Úvod.....	12
1 Didaktický test.....	13
1.1 Druhy didaktických testů	13
1.2 Vlastnosti didaktického testu	15
1.3 Etapy plánování a realizace didaktického testu	16
1.3.1 Plánování	16
1.3.2 Konstrukce	17
1.3.2.1 Typy testových položek	17
1.3.3 Ověřování a optimalizace	20
1.3.4 Východisko pro tvorbu testu.....	21
2 Didaktická analýza vybraného učiva fyziky.....	22
2.1 Tematický celek Světelné jevy a jejich využití.....	22
2.1.1 Co už víme o světle.....	22
2.1.2 Lom světla.....	23
2.1.3 Čočky	24
2.1.4 Optické vlastnosti oka.....	25
2.1.5 Lupa a mikroskop	25
2.1.6 Dalekohledy	26
3 Tvorba nestandardizovaného didaktického testu.....	28
3.1 Základní informace o testu.....	28
3.2 Instrukce pro učitele a pokyny pro žáky	28
3.3 Vzorová řešení testu a hodnocení položek.....	29
3.3.1 Varianta A.....	30
3.3.2 Varianta B	33
3.4 Zpracování výsledků testu.....	36
3.5 Položková analýza testu	37
3.5.1 Obtížnost testových položek.....	37
3.5.1.1 Varianta A.....	38
3.5.1.2 Varianta B	39
3.5.2 Citlivost testových položek.....	41
3.5.2.1 Varianta A.....	41

3.5.2.2	Varianta B	42
3.5.3	Rozbor nenormovaných odpovědí	44
3.5.3.1	Vytvořený didaktický test	44
3.5.4	Porovnání výsledků testu	46
3.5.4.1	Porovnání variant	46
3.5.4.2	Porovnání tříd	46
3.5.5	Klasifikace	47
	Závěr	48
	Použitá literatura	50
	Seznam obrázků	52
	Seznam tabulek	52
	Seznam příloh	53

Seznam zkratk

CERMAT	Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání
CR testy	criterion- referenced tests (testy absolutního výkonu)
NR testy	norm-referenced tests (testy relativního výkonu)
RVP	Rámcový vzdělávací program
ŠVP	Školní vzdělávací program
ZŠ	Základní škola

Úvod

Tématem mojí bakalářské práce je tvorba nestandardizovaného didaktického testu. Dané téma jsem si zvolil zejména proto, že v současné době působím jako učitel fyziky na základní škole a chtěl jsem se více seznámit s touto problematikou.

Didaktický test je v současné době jednou z nejčastěji používaných metod hodnocení žáků. Mezi nejčastější důvody použití právě didaktického testu patří zvyšování objektivity hodnocení a klasifikace a jednoduchost v realizaci zpětné vazby.

Cílem této práce je vytvořit na základě Rámcového vzdělávacího programu základního vzdělání a didaktické analýzy učiva nestandardizovaný didaktický (učitelský) test pro mnou vybraný tematický celek učiva fyziky v 9. ročníku základní školy a ověřit jej na vybraném vzorku.

Ke splnění vytyčeného cíle jsem použil následující metody:

- studium dostupných materiálů;
- analýza současného stavu testování;
- didaktická analýza vybraného učiva (pojmová a vztahová);
- syntéza získaných výsledků;
- návrh a sestavení nestandardizovaného didaktického testu k danému tematickému celku;
- výzkum: zadání vytvořeného testu ve vybraných základních školách;
- zpracování výsledků testu, zobecnění získaných poznatků.

K dosažení stanoveného cíle jsem zvolil postup spočívající ve vymezení pojmu didaktický test, jeho rozdělení, charakterizování jeho vlastností a popsání etap plánování a realizace didaktického testu. Dále jsem provedl didaktickou analýzu vybraného učiva fyziky a v poslední části jsem vytvořil a ověřil učitelský test na vybraném vzorku žáků, zpracoval jeho výsledky a doporučil jsem návrh pro konečnou verzi.

1 Didaktický test

Didaktický test je vyzkoušený (ověřený) soubor opakovaně použitelných úloh z učiva tak, aby z průběhu a výsledků měření bylo možné objektivně zjistit stupeň a kvalitu osvojených vědomostí, získaných dovedností a rozvoje myšlenkových schopností žáků.¹

Jinými slovy je didaktický test jednou z forem písemné zkoušky, které se využívají pro diagnostiku ve výuce daného předmětu. V různé literatuře se můžeme také setkat s pojmy test nebo školní test, což jsou synonyma pro test didaktický, který umožňuje změřit výsledky učení, úroveň učiva, které žák dosáhl, a také dosažení stanovených výukových cílů. Od běžné zkoušky se liší tím, že se odehrává od návrhu přes ověřování, hodnocení až po interpretaci podle předem stanovených pravidel.

1.1 Druhy didaktických testů

Druhů nebo také klasifikací didaktických testů je velké množství, které se liší nejen svým obsahem a druhem testových úloh, ze kterých jsou sestaveny. Proto záleží na tom, jak se na daný test díváme. Můžeme je rozdělit následovně²:

- testy rychlosti a úrovně
- testy standardizované a nestandardizované
- testy kognitivní a psychomotorické
- testy výsledků výuky a studijních předpokladů
- testy rozlišující a ověřující
- testy vstupní, průběžné a výstupní
- testy monotematické a polytematické
- testy objektivně skórovatelné a subjektivně skórovatelné

Testy rychlosti jsou testy zkoumající rychlost, se kterou žáci řeší dané úlohy, kde je pevně stanoven časový limit a jsou sestaveny z velmi jednoduchých úloh. Tento typ testu je zcela závislý na rychlosti žáka, který dané úlohy řeší. Oproti tomu testy úrovně

¹ Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*, Karolinum, Praha 2006, ISBN 80-246-1181-3, s. 184.

² Byčkovský, P.: *Základy měření výsledků výuky: Tvorba didaktického testu*, Výzkumný ústav inženýrského studia ČVUT, Praha 1984.

nejdou omezeny časovým limitem. U tohoto typu testu se zkoumá úroveň dosažených vědomostí a dovedností. Obtížnost úloh s každou úlohou stoupá a jsou sestaveny vzestupně od snadných po obtížné.

Testy standardizované jsou připravovány a sestavovány odborně. Používají se opakovaně a ověřují se na rozsáhlém vzorku žáků. Mezi tento typ testu patří například testy SCIO³ nebo testy používané u společné části maturitní zkoušky vytvořené Centrem pro zjišťování výsledků vzdělávání (dále jen „CERMAT“). Testy nestandardizované, nebo také neformální či učiteléské testy, si učitel většinou tvoří sám a nejsou ověřovány na rozsáhlém vzorku žáků.

Testy kognitivní a psychomotorické vycházejí z taxonomie poznatkových, operačních a hodnotových cílů. Kognitivní testy prověřují vědomosti žáků, psychomotorické testy prověřují jejich dovednosti.

Testy výsledků výuky prověřují znalosti, které žáci získali v průběhu výuky. Oproti tomu testy studijních předpokladů vytvářejí obraz o znalostech, které žáci potřebují pro studium v určitém oboru či předmětu.

Testy rozlišující, nebo také testy relativního výkonu, norm-referenced tests (dále jen „NR testy“), slouží ke stanovení výkonu žáka vzhledem k populaci testovaných. V těchto testech se dá zjistit, do jaké škály žák patří – podprůměrnost, průměrnost, nadprůměrnost. Testy ověřující (testy absolutního výkonu, criterion-referenced tests (dále jen „CR testy“)) zjišťují stupeň vědomostí a dovedností žáků v dané oblasti učiva.

Testy vstupní, jak už napovídá samotný název, se realizují na začátku školního roku nebo na úvod nového tématu, u kterého jsou potřebné určité vstupní znalosti. Testy průběžné mají za úkol poskytnout učiteli daného předmětu zpětnou vazbu. Používají se v průběhu celé výuky a poskytují nezbytné informace pro pohotové usměrnění jejího průběhu. Jedním z typů průběžných testů jsou testy formativní, které slouží k hodnocení celé výuky. Testy výstupní nebo sumativní se zadávají na konci tematického celku probíraného učiva, na konci daného pololetí školního roku nebo na závěr daného stupně vzdělání. Jejich úkolem je postihnout splnění vytyčených cílů výuky. Příkladem těchto testů mohou být pololetní písemné práce nebo závěrečná či maturitní zkouška.

Testy lze také rozdělit podle tematického obsahu na monotematické a polytematické. Monotematické testy se zabývají jediným tématem příslušného učiva

³ z latinského „vím“

nebo jedním tematickým celkem. Oproti tomu polytematické testy zahrnují několik témat daného učiva nebo několik tematických celků.

Další z důležitých rozdělení je podle objektivity skórování – objektivně a subjektivně skórovatelné. U testů objektivně skórovatelných lze jednoznačně stanovit, zda byla příslušná úloha vyřešena správně či naopak. Jejich hodnocení je tak dáno podle daného předpisu tzv. skórovacího klíče, podle kterého může provádět opravu jakákoliv osoba. U testů subjektivně skórovatelných, často označované jako esej testy, není možné stanovit daný předpis, podle kterého by se hodnocení provádělo. Příkladem těchto testů jsou slohové práce, příp. i eseje.

1.2 Vlastnosti didaktického testu

Didaktický test je hodnotný měřicí nástroj výsledků výuky, což je jeho hlavním záměrem. Z tohoto požadavku vyplývá určitá charakteristika nebo vlastnosti. Mezi ně patří:

- validita;
- reliabilita;
- praktičnost;
- objektivnost;
- citlivost⁴.

Didaktický test je validní, pokud zkouší to, co má být ve skutečnosti zkoušeno. Jinými slovy se ptáme, zda je test vhodný pro daný účel, podle něhož rozeznáváme několik druhů validit. Obsahová validita, která se považuje za jednu z nejdůležitějších. Porovnává to, co se ve skutečnosti hodnotí a to, co by se mělo hodnotit, aby byly splněny vytyčené cíle. Poukazuje na to, co obsahuje test a jak je testované učivo zakotveno v osnovách Rámcových a školních vzdělávacích programech (dále jen „RVP“ a „ŠVP“), učebnicích a jak je prezentováno v hodinách výuky. Další druhem je validita souběžná, která srovnává výsledky testu např. s jiným testem nebo jiným druhem hodnocení. Predikční, nebo také předpovědní, validita udává předpověď určité hodnoty hodnocení. Používá se zejména u přijímacích zkoušek, kde nás zajímá úspěšnost žáků či studentu v nadcházejícím studiu. Tato validita je dána předpokladem,

⁴ Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*, Karolinum, Praha 2006, ISBN 80-246-1181-3, s. 188.

že žák, který získal vysoký počet bodů, bude úspěšnější než ten s nižším skórem. Posledním druhem validita je validita konstruktová. Ta stanovuje míru hodnocení, která se týká určitých znalostí žáka, o kterou by při hodnocení mělo jít.

Spolehlivost testu se ověřuje tak, že je žákům zadán znova a výsledky z něj budou stejné, příp. velmi podobné tzn., že nedochází k velkým chybám měření. Po každém testu se požaduje, aby byl rozptýl naměřených hodnot při jeho opakování co nejmenší. Existují různé metody výpočtu reliability:

- metoda test – retest;
- metoda paralelních forem;
- metoda rozdělení testu na dvě poloviny (split – half).

Praktičnost didaktického testu spočívá v jednoduchém zadávání, skórování a rychlém vyhodnocení, snadném sdělení testových výsledků a úspoře času vůči jinému druhu hodnocení žáka.

Objektivností se zabezpečuje stanovení podmínek tak, aby se zabránilo zkreslování a sdělení výsledků. Citlivým testem můžeme rozdělit žáky na ty s lepšími znalosti a na ty s horšími.

1.3 Etapy plánování a realizace didaktického testu

Jedním z aspektů při tvorbě kvalitního didaktického testu je dostatek času na jeho přípravu. Zde platí, že čím méně času na vytvoření testu vyučující daného předmětu má, tím kvalita testu klesá. Celá tvorba se dá rozdělit do několika etap:

- plánování;
- konstrukce;
- ověřování a optimalizace.

1.3.1 Plánování

Při plánování testu by si jeho tvůrce měl položit nejednu otázku. Tou prvotní by měla být: „Jaký účel má didaktický test, který budu tvořit?“. Účelů testu může být více, např. zjištění, zda žáci dostatečně pochopili dané učivo v průběhu nebo na konci tematického celku, pololetí či školního roku. Ve fázi plánování se také musíme rozhodnout o počtu a druhu položek, počtu správných odpovědí, způsobu hodnocení a používání pomůcek během testu. Dalším úkolem je definování jeho obsahu.

1.3.2 Konstrukce

Konstrukcí didaktického testu se rozumí skladba testových položek (úloh, úkolů, problémů), které test bude obsahovat. Jejich skladba či volba je velmi důležitá.

1.3.2.1 Typy testových položek

Testové položky můžeme rozdělit následovně^{5 6 7}:

- otevřené
 - se širokou odpovědí
 - nestrukturované
 - strukturované
 - vymezená konvencí
 - daná konvencí
 - se stručnou odpovědí
 - produkční
 - doplňovací
- uzavřené
 - dichotomické
 - s výběrem odpovědí
 - jedna správná odpověď
 - vícenásobná odpověď
 - jedna nejsprávnější odpověď
 - situační
 - jedna nesprávná odpověď
 - přiřazovací
 - uspořádací

⁵ Byčkovský, P.: *Základy měření výsledků výuky: Tvorba didaktického testu*, Výzkumný ústav inženýrského studia ČVUT, Praha 1984.

⁶ Chráska, M.: *Didaktické testy*, Paido, Brno 1999.

⁷ Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*, Karolinum, Praha 2006, ISBN 80-246-1181-3.

Nejjednodušší dělení testových položek je na otevřené a uzavřené. U otevřených úloh se požaduje po žákovi, aby odpověď vytvořil samostatně. U úloh uzavřených je k dispozici několik možností odpovědí, ze kterých se vybírá jedna nebo více správných.

Položky se širokou odpovědí rozdělujeme na strukturované a nestrukturované. U strukturovaných položek se předpokládá, že žák projde všechny možnosti, o kterých si myslí, že jsou správné.

Příklad: „*Popiš konstrukci vzniku obrazu vytvořený spojku.*“

Nestrukturované položky vybízejí testovaného žáka, aby si sám vybral postup či důkaz řešení úlohy. Tento typ úloh se velmi lehko navrhuje, ale jejich objektivní skórování je velice obtížné.

Příklad: „*Navrhni pokus, kterým se dá dokázat, že se světlo ve stejnorodém prostředí šíří přímočaře.*“

Úlohy se stručnou odpovědí můžeme rozdělit na produkční a doplňovací. Produkční úlohy se vyznačují tím, že po žákovi chtějí uvést krátkou odpověď.

Příklad: „*Napiš slovní formulaci zákona lomu.*“

V úlohách doplňovacích se vynechává důležitý údaj, který bychom měli pokud možno umístit na konec věty.

Příklad: „*Postupuje-li světlo z prostředí opticky řidšího do opticky hustšího, např. ze vzduchu do vody, nastane lom*“

Položky dichotomické (s dvojčlennou volbou) jsou nejjednodušší formou uzavřených úloh. Předkládají se dvě možnosti odpovědí, z nichž je jedna správná.

Příklad: „*Lupa je spojná čočka. ANO – NE*“

Pro návrh těchto úloh se doporučuje:

1. Úloha založit na tvrzení, které je bez dalšího upřesnění jednoznačně správné nebo nesprávné.
2. Nepoužívat příliš dlouhých a komplikovaných tvrzení ani složených výroků s částí správnou a částí nesprávnou.
3. Nepoužívat v tvrzení dvojího záporu.
4. Nepoužívat pokud možno příslovčí typu „často“, „téměř“, „vždy“, „nikdy“, „zřídka“; zpravidla usnadňují odpověď.

5. Nepoužívat vět vytržených z učebnicového textu ani je neobměňujte zařazením záporu.
6. Používat zhruba stejný počet správných a nesprávných tvrzení⁸.

Úloh s výběrem odpovědí (polynomické úlohy) je více druhů. U položek s jednou správnou odpovědí se nejčastěji nabízí čtyři odpovědi.

Příklad: „*Jak velký úhel svírá paprsek dopadající s odraženým, je-li úhel dopadu roven 25° ?*

- a) 65° , b) 25° , c) 90° , d) 50° .“

Těm nesprávným možnostem se říká *distraktory*⁹. S menším počtem nabídnutých odpovědí se zvyšuje pravděpodobnost uhodnutí správné odpovědi a s vyšším počtem vzrůstá nepřehlednost a volba vhodných distraktorů. Položky se nemusí sestávat pouze s jednou správnou odpovědí, ale také s více odpověďmi. Žák by měl být na tuto skutečnost předem upozorněn, protože u úloh s jednou správnou odpovědí je volba vyššího počtu považována za chybnou. Úlohy s jednou nejpřesnější odpovědí mohou být velmi obtížné, protože se hledá odpověď nejlepší nebo nejpřesnější.

Příklad: „*Při zobrazování předmětů rovinným zrcadlem má obraz tyto vlastnosti:*

- a) *je zdánlivý, zmenšený,*
- b) *je skutečný, stejně velký, vzpřímený,*
- c) *je zdánlivý, stejně velký, vzpřímený a stranově převrácený,*
- d) *je zdánlivý, stejně velký, vzpřímený a převrácený.*“

V didaktickém testu nemusíme používat jen položky, ve kterých se bude hledat správná odpověď, ale také její opak. U úloh s jednou nesprávnou odpovědí je důležité, aby zápor v zadání otázky byl vhodným způsobem označen či zvýrazněn. Tím se upozorňuje na případné přehlednutí záporu a chybné odpovědi.

Příklad: „*Vyber nesprávné tvrzení:*

- a) *obraz v rovinném zrcadle je stejně velký,*

⁸ Byčkovský, P.: *Základy měření výsledků výuky: Tvorba didaktického testu*, Výzkumný ústav inženýrského studia ČVUT, Praha 1984, s. 94 – 95.

⁹ odvrátit pozornost, zmást

- b) *obraz v rovinném zrcadle je stranově převrácený,*
- c) *obraz v rovinném zrcadle je stejně daleko od zrcadla jako předmět,*
- d) *obraz v rovinném zrcadle je převrácený.“.*

Přiřazovací položky jsou položky, které obsahují dvě skupiny pojmů. Úkolem je správně přiřadit pojmy jedné skupiny s druhou. Dodržuje se však doporučená zásada, že pojmů v přiřazovací části je méně než ve výběrové. Využití těchto položek je omezeno na určitý okruh učiva.

Příklad: „*K jednotlivým pojmům v levém sloupci přiřaď z pravého sloupce charakteristické znaky, které k nim patří:*

<i>světlo</i>	<i>nastává lom do rozhraní</i>
<i>krátkozrakost</i>	<i>šíří se přímočaře v daném prostředí</i>
<i>úplný odraz</i>	<i>mění rovnoběžný svazek paprsků v rozbíhavý</i>
<i>spojka</i>	<i>paprsky se protnou před sítnicí</i>
	<i>pro odstranění používáme spojku</i>
	<i>vzniká za neprůsvitnou překážkou.“</i>

V uspořádacích položkách se vyžaduje uspořádání skupiny pojmů podle stanovených kritérií. Proto je nezbytné, aby bylo jasně dané, jakým způsobem mají být prvky uspořádány, např. vzestupně nebo sestupně. Jimi se při vlastní tvorbě testu nebudu zabývat.

Příklad: „*Seřaď uvedená optická prostředí podle toho, jak velkou rychlostí se v nich šíří světlo. Ke každému optickému prostředí přiřaď číslo 1 – 4, kde 1 symbolizuje nejvyšší rychlost a 4 nejnižší.*

voda, vzduch, sklo, vakuum

1.3.3 Ověřování a optimalizace

Dokud nevyzkoušíme vytvořený test na vzorku žáků, nebudeme mít představu o jeho vlastnostech. Před samotným ověřením je nutné nechat posoudit samotné položky povolánými osobami a jejich připomínky zapracovat. V dalším kroku se vytvoří grafická podoba testu a jeho ověřování, tzv. pilotáž. Nejprve se ověřují jednotlivé úlohy a poté samotný test. Tyto kroky mají jediný cíl a to získat potřebné

informace o testu – o jeho kvalitě, možných chybách, nepřesnostech, obtížnosti a citlivosti položek a o vhodnosti použitých distraktorů.

Ověřování testu závisí nejvíce na velikosti vzorku žáků (rozsah souboru), kteří se daného ověřování zúčastnili. Učitelé nejčastěji vytvářejí svůj didaktický (nestandardizovaný) test pro vlastní potřebu a pro jeho ověření „využívají“ žáky, které učí, ať už mají jednu nebo více (paralelních) tříd. Vhodná je také spolupráce s učiteli z jiných škol.

Následuje analýza výsledků ověřování testu, z níž vyplyne, jaké položky je nutné upravit či vyřadit. Poté následuje znovu pilotáž úloh, které jsme byli nuceni změnit, sestavení, resp. úprava, testu a opětovné ověřování. Závěrem přichází na řadu vyhodnocení celého testování tzv. položková analýza (analýza vlastností položek testu), konečná úprava jednotlivých úloh a testu jako kompletu.

1.3.4 Východisko pro tvorbu testu

Výše uvedená teorie je východiskem pro vytvoření nestandardizovaného didaktického testu, jehož dvě varianty byly zadány v 9. třídách na základní škole v Resslově ulici a na základní škole v Botičské ulici v Praze. Každá ze zmiňovaných škol má pouze jednu 9. třídu. Návrh testu, rozbor testu a zpracování výsledků jsou náplní praktické části této práce.

2 Didaktická analýza vybraného učiva fyziky

Pod pojmem didaktická analýza učiva chápeme myšlenkovou činnost učitele, která mu umožní z pedagogického hlediska proniknout do učební látky¹⁰. Také můžeme brát didaktickou analýzu učiva jako pomyslný vrchol v činnosti plánování učitele a můžeme ji rozdělit na:

- pojmovou a vztahovou (vytvoření pojmové struktury daného učiva);
- operační (pochopení a osvojení učiva žáky a tím také dosažení vytyčených výukových cílů);
- mezipředmětovou (rozběr mezipředmětových vztahů).

Pro vlastní tvorbu didaktického testu byl zvolen tematický celek „Světelné jevy a jejich využití“ z učiva 9. ročníku základní školy, a proto také v této části práce je provedena pojmová a vztahová didaktická analýza vybraného tematického celku.

2.1 Tematický celek Světelné jevy a jejich využití

Následující části jsou věnovány kapitolám tematického celku Světelné jevy a jejich využití tak, jak jsou zpracovány a rozděleny v nejčastěji používané učebnici fyziky pro základní školy¹¹:

- co už víme o světle;
- lom světla;
- čočky;
- optické vlastnosti oka;
- lupa a mikroskop;
- dalekohledy.

2.1.1 Co už víme o světle

Touto kapitolou si žáci připomínají učivo, kterému se naučili v 7. ročníku¹², a také předešlého učiva tohoto tematického celku. Poukazuje na skutečnost,

¹⁰ Skalková, J.: *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozš. a aktualiz. vyd., [V nakl. Grada] vyd. 1. Praha: Grada, 2007, s. 125.

¹¹ Kolářová, R., Bohuněk, J., Štoll, I., Svoboda, M.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2000.

¹² Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2003.

že podstatou světla jsou elektromagnetické vlny o daných vlnových délkách a že se ve vakuu šíří nejvyšší rychlostí ze všech prostředí. Připomíná také, že světlo se šíří ve stejnorodém prostředí přímočaře, stín se vytváří za neprůsvitnou překážkou a zdrojem světla nejčastěji bývá rozžhavené těleso, i když díky luminiscenci známe zdroje tzv. studeného světla. Upozorňuje na existenci zákona odrazu, který je v učebnici¹³ doplněn obrázkem. Poslední část této kapitoly je věnována rovinným a kulovým zrcadlům, jejich obrazům, které v nich vznikají a příkladům z praxe. Zde však není z ilustrace moc jasné, jak příslušné obrazy vznikají. Bohužel je tato část učivem až středoškolské fyziky.

Pojmy:

- podstata světla;
- zdroj světla;
- rychlost světla;
- stín;
- zákon odrazu;
- zrcadla.

Cíle:

- rozlišit zdroje světla od osvětleného tělesa;
- uvést rychlosti světla ve vakuu a porovnání s jinými prostředími;
- objasnit vzniku stínu;
- využít zákona odrazu na rozhraní dvou optických prostředí;
- vytvořit geometrickou konstrukci obrazu rovinným a kulovým zrcadlem;
- uvést příklady dutých a kulových zrcadel v praxi.

2.1.2 Lom světla

Kapitola nazvaná Lom světla se zabývá popisem změny chodu paprsku z opticky řidšího prostředí do opticky hustšího a naopak. Popisuje situace, při kterých nastává lom ke kolmici, lom od kolmice a úplný odraz, který se využívá ve světlovodech, např. v lékařství. Vše je doplněno ilustrací konkrétních případů.

¹³ Kolářová R., Bohuněk J., Štoll I., Svoboda M.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2000.

Pojmy:

- dopadající paprsek;
- kolmice dopadu;
- rovina dopadu;
- úhel dopadu;
- lom světla od kolmice dopadu a ke kolmici dopadu;
- úhel lomu;
- zákon lomu;
- úplný odraz;
- mezní úhel.

Cíle:

- uvést příklady z praxe s odrazem a lomem světla;
- předpovědět v konkrétních případech, zda nastává lom od kolmice dopadu nebo ke kolmici dopadu;
- formulovat zákona lomu;
- uvést příklady úplného odrazu světla a objasnit, kdy nastává;
- vysvětlit funkce světlovodu a uvést konkrétního příkladu využití.

2.1.3 Čočky

Tato kapitola seznamuje žáky se základem přístrojů jako je lupa, jednoduchý mikroskop či jednoduchý dalekohled. Dále poukazuje na pojmy ohnisko, které je obzvlášť u lupy zásadním bodem, a ohnisková vzdálenost, tj. vzdálenost mezi středem čočky a ohniskem. Rozděluje čočky na ty, které rovnoběžný svazek paprsků mění na sbíhavý (spojky), a ty, které rovnoběžný svazek paprsků mění na rozbíhavý (rozptylky). Také se zabývá pojem optická mohutnost (lámavost), která bývá velmi blízká žákům, kteří mají některou z očních vad. Poslední část se zabývá obrazy, které dokážou vytvořit obě čočky. Jednotlivé příklady jsou doplněny o příkladné obrázky.

Pojmy:

- čočky (dvojevypuklé a dvojduté) – spojka, rozptylka;
- ohnisko předmětové, ohnisko obrazové;

- ohnisková vzdálenost;
- optické prostředí;
- optická mohutnost.

Vztahy:

- optická mohutnost jako převrácená hodnota ohniskové vzdálenosti.

Cíle:

- rozlišit spojné a rozptylné čočky;
- zobrazit jednoduchého předmětu spojkou, např. šipky;
- zobrazit jednoduchého předmětu rozptylkou (určení obrazu vzniklého rozptylkou);
- vysvětlit a ukázat použití spojky jako lupy.

2.1.4 Optické vlastnosti oka

V této kapitole je vylíčeno lidské oko jako spojná čočka, která na sítnici vytváří obraz pozorovaného předmětu a popisuje změny jejího zakřivení při pozorování předmětů. Dále jsou popsány vady oka a jejich možnosti vzniku. Na obrázcích je velice názorně zobrazeno krátkozraké a dalekozraké oko, jejich vzniklé obrazy před a za sítnicí a korekce volbou vhodné čočky.

Pojmy:

- krátkozrakost;
- dalekozrakost.

Cíle:

- objasnit funkce čočky v lidském oku;
- popsat vadu krátkozrakého a dalekozrakého oka a vysvětlit jejich korekce.

2.1.5 Lupa a mikroskop

V úvodu kapitoly je objasněn pojem zorný úhel, podle kterého posuzujeme velikost a vzdálenost pozorovaných předmětů. Od tohoto pojmu se dále odvíjí pozorování předmětů lupou, mikroskopem či dalekohledy. První popsany, ze jmenovaných nejjednodušší, přístroj je lupa, která je spojnou čočkou s ohniskovou

vzdáleností menší než 25 cm. Také je vylíčeno, kam se umísťuje pozorovaný předmět a jaký obraz vzniká. Není opomenuto, jak souvisí pozorování předmětů lupou se zorným úhlem a její využití v praxi. Další část je věnována mikroskopu, jeho praktickému využití, skladbě čoček (objektiv, okulár), různým druhům mikroskopů a historií jeho objevu.

Pojmy:

- zorný úhel;
- okulár;
- objektiv.

Cíle:

- sestavit z vhodných čoček jednoduchý model mikroskopu;
- znázornit vzniku obrazu v mikroskopu;
- uvést příklady mikroskopu v praxi.

2.1.6 Dalekohledy

Poslední část tematického celku se věnuje funkci, typům a využití dalekohledu, (Keplerův, triedr), skladbě čoček (objektiv, okulár) a je završena zavedení vztahu pro výpočet zvětšení u Keplerova dalekohledu. Veškeré případy jsou doplněny názornou ilustrací.

Pojmy:

- zorný úhel;
- okulár;
- objektiv.

Vztahy:

- zvětšení jako poměr ohniskové vzdálenosti objektivu a okuláru.

Cíle:

- sestavit z vhodných čoček jednoduchý model dalekohledu;
- znázornit vznik obrazu v dalekohledu;

- uvést příklady dalekohledu v praxi.

3 Tvorba nestandardizovaného didaktického testu

Tato kapitola je praktickou částí bakalářské práce, která se zabývá vytvořením didaktického testu, který byl otestován na vhodném vzorku s co největším rozsahem, a následně bylo provedeno zpracování jeho výsledků.

3.1 Základní informace o testu

Vytvořený didaktický test je považován za monotematický, kognitivní, nestandardizovaný test. Tématem testu jsou Světelné jevy a jejich využití. Test prověřuje vědomosti zmíněného tématu a převažují otevřené otázky před uzavřenými. Mezi důvody použití otevřených otázek patří:

- hlubší zamyšlení se nad danou otázkou;
- zjištění schopnosti vyjádření a formulování myšlenek žáka;
- zabránění tipování či hádání správné odpovědi.

Testovaným vzorkem byli žáci 9. ročníku na základních školách v Resslově a Botičské ulici v Praze. Celkem bylo testováno 47 žáků. Tematický celek byl v obou základních školách probrán v polovině března školního roku 2014/2015 s odstupem dvou týdnů. Tento tematický celek byl odučen podle tamních učebních osnov. V časově tematických plánech je probírání zmíněného tematického celku plánováno od poloviny ledna do začátku jarních prázdnin, tj. poloviny února. Důvodem, který se nedal předpovídat ani předem ovlivnit, byla chřipková epidemie, která zasáhla obě dvě zmíněné školy (ZŠ Botičská – 2 týdny, ZŠ Resslova – 3 týdny), bylo nutné toto učivo protáhnout až do poloviny března. Po zpracování výsledků a úpravě didaktického testu už nebyl čas pro jeho opětovné ověření, protože se žáci soustředili na přípravu k přijímacím zkouškám, které se v letošním školním roce dělí na státní a školní. Výsledky by proto nebyly objektivní. Úprava a optimalizace obou variant didaktického testu jsou proto neověřené.

3.2 Instrukce pro učitele a pokyny pro žáky

Výše zmíněný učitelův test je složen ze dvou variant A a B (viz příloha č. 1 a 2), které jsou srovnatelně obtížné. V každé variantě je celkem 11 úloh a celkem je možné získat maximálně 25 bodů.

Pro vyučující (zadávající) platí následující instrukce:

- v předchozí vyučovací hodině upozorněte žáky na konání testu, a co bude jeho obsahem, resp. cílem;
- k samotnému zadání testu si připravte čisté (nepopsané) listy, kam žáci budou zapisovat odpovědi z úloh, jejichž odpověď se nevejde přímo do zadání;
- rozdělte žáky na dvě přibližně stejně skupiny;
- požádejte žáky, aby vyplnili záhlaví testu, tj. jméno a příjmení, datum, a seznamte je pokyny k řešení testu;
- seznamte žáky s povolenými pomůckami;
- upozorněte žáky, že veškeré dotazy k testu mohou pokládat pouze před samotným zahájením;
- obeznamte žáky s časovým limitem testu.

Před zahájením časového limitu sdělí vyučující (zadávající) žákům následující pokyny:

- vyplňte záhlaví testu: jméno a příjmení, datum;
- zakroužkujte si úlohy, které budete psát do zadání testu, ostatní pište na přiložené papíry (varianta A i B úlohy č. 7, 8 a 9);
- pokud přehodnotíte svou odpověď, zřetelně ji škrtněte a zapište a označte tu platnou;
- mezi povolené pomůcky patří pouze psací a rýsovací potřeby;
- na vypracování testu máte 40 minut čistého času.

3.3 Vzorová řešení testu a hodnocení položek

V následujících podkapitolách jsou uvedena vzorová řešení obou variant testu, u otevřených otázek kódový klíč a příslušný počet bodů za každou odpověď nebo část odpovědi. Kódový klíč jako klíč k hodnocení otevřených otázek byl stanoven následovně:

- správná odpověď;
- správná odpověď – jiná formulace;
- částečně správná odpověď;
- nesprávná odpověď.

3.3.1 Varianta A

položka č. 1 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: O jakých vlnových délkách dokáže lidské oko vnímat světlo?

- uvedení nejnižší hodnoty
 - o „400 nm“ nebo „450 nm“ \Rightarrow 1 bod
- uvedení nejvyšší hodnoty
 - o „700 nm“ nebo „750 nm“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 2 \Rightarrow maximum 1 bod

znění otázky: Jakou rychlostí se šíří světlo ve vakuu? Hodnotu uveď v km/s.

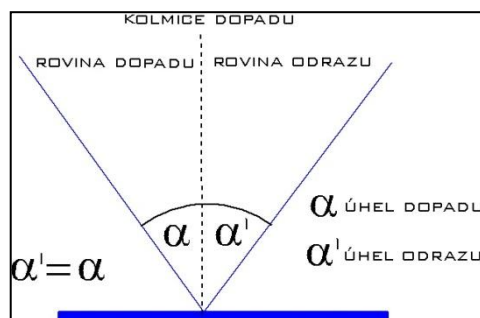
- uvedení hodnoty
 - o „300 000 km/s“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 3 \Rightarrow maximum 4 body

znění otázky: Napiš, jak zní zákon odrazu. Ke znění nakresli také obrázek s popisem.

- definice zákona odrazu
 - o *úhel odrazu se rovná úhlu dopadu* \Rightarrow 1 bod
 - o *paprsek zůstává v rovině dopadu* \Rightarrow 1 bod
- nakreslení obrázku s popisem \Rightarrow 2 body

Obrázek 1: Zákon odrazu



zdroj: <http://www.3zscheb.cz/oldweb/e-learning/fyzika%20web/odrazsvetlavykl.htm>

položka č. 4 \Rightarrow 3 body

znění otázky: Kdy nastává lom paprsku od kolmice? Uveď také alespoň dva příklady.

- popis lomu od kolmice
 - o „Postupuje-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří větší rychlostí nastane lom paprsku od kolmice.“
 - správná odpověď \Rightarrow 1 bod

- „*Nastává při přechodu světla z prostředí opticky hustšího do opticky řidšího.*“
 - zcela správná odpověď – jiná formulace odpovědi \Rightarrow 1 bod
- „*Paprsek přechází z vody do vzduchu.*“
 - částečná správná odpověď – chybí zde popis optických prostředí \Rightarrow 0 bodů
- „*Když se světlo odráží do vody.*“
 - nesprávná odpověď \Rightarrow 0 bodů
- uvedení příkladů
 - „*voda \Rightarrow vzduch*“ \Rightarrow 1 bod
 - „*sklo \Rightarrow vzduch*“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 5 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: Vysvětli pojem totální odraz světla.

- objasnění pojmu totální odraz světla
 - „*Totální odraz nastává, když se paprsek pouze odráží od rozhraní dvou optických prostředí, nepronikne do druhého prostředí.*“
 - správná odpověď \Rightarrow 2 body
 - „*Všechno světlo se odráží a žádné se neláme.*“
 - správná odpověď – jiná formulace \Rightarrow 2 body
 - „*Totální odraz nastává, když úhel dopadu je přibližně 42° na rozhraní sklo – vzduch.*“
 - částečně správná odpověď \Rightarrow 1 bod
 - „*Totální odraz nastává, když se paprsek odrazí na rozhraní.*“
 - „*Totální odraz nastává, když se žádné světlo neláme do vzduchu.*“
 - nesprávná odpověď \Rightarrow 0 bodů

položka č. 6 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: Jaký obraz, např. svíčky, můžeš vytvořit pomocí spojky? Na čem závisí jeho vlastnosti?

- popis obrazu vytvořený spojkou
 - „*skutečný, zmenšený, převrácený*“ nebo
 - „*zdánlivý, přímý, zvětšený*“ \Rightarrow 1 bod
- uvedení vlastností obrazu
 - „*mění se se vzdáleností předmětu od čočky*“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 7 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: Narýsuj do obrázku č. 1 obraz šipky CD vytvořený tenkou spojkou a urči vlastnosti tohoto obrazu.

- vytvoření obrazu tenkou spojkou \Rightarrow 1 bod
- uvedení vlastností vytvořeného obrazu \Rightarrow 1 bod

položka č. 8 \Rightarrow maximum 3 body

znění otázky: a) Napiš, jakou oční vadu znázorňuje obrázek č. 2.

- uvedení oční vady
 - o „dalekozrakost“ \Rightarrow 1 bod

znění otázky: b) Jakou čočkou lze v obrázku č. 2 tuto vadu odstranit? Nakresli pak takovou čočku do obrázku č. 2 a doplň, jak bude v tomto případě vypadat chod paprsků.

- uvedení vhodné čočky pro odstranění dalekozrakosti
 - o „spojka“ \Rightarrow 1 bod
- zakreslení spojky do obrázku \Rightarrow 1 bod

položka č. 9 \Rightarrow maximum 3 body

znění otázky: Rozhodni, zda jsou následující tvrzení pravdivá a podle toho zaškrtni buď *ANO* nebo *NE*:

- zaškrtnutí správné odpovědi
- a) „*Lupa je spojka.*“ ANO NE
 - ANO \Rightarrow 1 bod
- b) „*Zvuk se šíří pouze v látkovém prostředí, zatímco elektromagnetické vlny se šíří pouze ve vakuu.*“ ANO NE
 - NE \Rightarrow 1 bod
- c) „*Pozorujeme-li předmět Keplerovým (hvězdářským) dalekohledem, vidíme obraz předmětu zvětšený, převrácený a zdánlivý.*“ ANO NE
 - ANO \Rightarrow 1 bod

položka č. 10 \Rightarrow maximum 1 bod

znění otázky: Kam umístíš pozorovaný předmět vzhledem k lupě a oku?

- popis vhodného umístění předmětu
 - o „*Předmět umístíme mezi lupu a její předmětové ohnisko.*“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 11 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: Jaké čočky se používají v Keplerově dalekohledu a jak jsou uspořádány?

- uvedení vhodných čoček
 - „spojky“ \Rightarrow 1 bod
- uspořádání čoček v dalekohledu
 - „oko – okulár – objektiv – pozorovaný předmět“ \Rightarrow 1 bod

3.3.2 Varianta B

položka č. 1 \Rightarrow maximum 1 bod

znění otázky: Co je podstatou světla?

- objasnění podstaty světla
 - „elektromagnetická vlna“ nebo „elektromagnetické záření“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 2 \Rightarrow maximum 1 bod

znění otázky: Jakou rychlostí se šíří světlo ve vakuu? Hodnotu uveď v m/s.

- uvedení hodnoty
 - „300 000 000 m/s“ \Rightarrow 1 bod

položka č. 3 \Rightarrow maximum 4 body

znění otázky: Jaké znáš druhy kulových zrcadel? Uveď ke každému jeden příklad jejich užití v praxi.

- uvedení druhů zrcadel
 - „duté“ nebo „konkávní“ \Rightarrow 1 bod
 - „vypuklé“ nebo „konvexní“ \Rightarrow 1 bod
- uvedení vhodného příkladu
 - „duté – reflektory automobilů, lžíce, sběračka (naběračka), ...“
 - „vypuklé – zpětná zrcátka, lžíce, sběračka, ...“

položka č. 4 \Rightarrow 3 body

znění otázky: Kdy nastává lom světelného paprsku ke kolmici? Uveď také alespoň dva příklady.

- popis lomu ke kolmici
 - „Postupuje-li světlo do prostředí, ve kterém se šíří menší rychlostí, nastane lom paprsku ke kolmici.“
 - správná odpověď \Rightarrow 1 bod
 - „Nastává při přechodu světla z prostředí opticky řidšího do opticky hustšího.“
 - zcela správná odpověď – jiná formulace odpovědi \Rightarrow 1 bod

- „*Paprsek přechází ze vzduchu do vody.*“
 - částečná správná odpověď – chybí zde popis optických prostředí
⇒ 0 bodů
- „*Když se světlo odráží do vody.*“
 - nesprávná odpověď ⇒ 0 bodů
- uvedení příkladů
 - „*vzduch ⇒ voda*“ ⇒ 1 bod
 - „*vzduch ⇒ sklo*“ ⇒ 1 bod

položka č. 5 ⇒ maximum 2 body

znění otázky: Vysvětli pojem mezní úhel.

- objasnění pojmu mezní úhel
 - „*Úhel, při kterém nastane lom paprsku do rozhraní prostředí.*“
 - správná odpověď ⇒ 2 body

položka č. 6 ⇒ maximum 3 body

znění otázky: Jaký obraz, např. svíčky, můžeš vytvořit pomocí rozptylky? Lze ho zachytit na stínítku? Zdůvodni svou odpověď.

- popis obrazu vytvořený spojkou
 - „*zdánlivý, přímý, zmenšený*“ ⇒ 1 bod
- objasnění, zda lze obraz zachytit na stínítku
 - „*nelze*“ ⇒ 1 bod
- zdůvodnění, proč nelze
 - „*Na stínítku je jen rozmazaná stopa, a proto je obraz zdánlivý.*“ ⇒ 1 bod

položka č. 7 ⇒ maximum 2 body

znění otázky: Narýsuj do obrázku č. 1 obraz šipky *CD* vytvořený tenkou rozptylkou a urči vlastnosti tohoto obrazu.

- vytvoření obrazu tenkou rozptylkou ⇒ 1 bod
- uvedení vlastností vytvořeného obrazu ⇒ 1 bod

položka č. 8 ⇒ maximum 3 body

znění otázky: a) Napiš, jakou oční vadu znázorňuje obrázek č. 2.

- uvedení oční vady
 - „*krátkozrakost*“ ⇒ 1 bod

znění otázky: b) Jakou čočkou lze v obrázku č. 2 tuto vadu odstranit? Nakresli pak takovou čočku do obrázku č. 2 a doplň, jak bude v tomto případě vypadat chod paprsků.

- uvedení vhodné čočky pro odstranění krátkozrakosti
 - „rozptylka“ \Rightarrow 1 bod
- zakreslení rozptylky do obrázku \Rightarrow 1 bod

položka č. 9 \Rightarrow maximum 3 body

Rozhodni, zda jsou následující tvrzení pravdivá a podle toho zaškrtni buď *ANO* nebo *NE*:

- zaškrtnutí správné odpovědi
- a) „Lupa je rozptylka.“ ANO NE
 - NE \Rightarrow 1 bod
- b) „Elektromagnetické vlny se šíří v látkovém prostředí i ve vakuu, zvuk se šíří pouze v látkovém prostředí.“ ANO NE
 - ANO \Rightarrow 1 bod
- c) „Pozorujeme-li předmět lupou, vidíme obraz přímý, zvětšený, zdánlivý.“ ANO NE
 - ANO \Rightarrow 1 bod

položka č. 10 \Rightarrow maximum 1 bod

znění otázky: Jaký obraz vzniká při zobrazení Keplerovým dalekohledem?

- popis vzniklého obrazu
 - „zvětšený, převrácený, zdánlivý“
 - správná odpověď \Rightarrow 1 bod
 - „zvětšený, převrácený“
 - částečně správná odpověď \Rightarrow 1 bod
 - jedna z vlastností chybí nebo není správně
 - „zvětšený“
 - nesprávná odpověď \Rightarrow 0 bodů
 - nejméně dvě z vlastností chybí nebo nejsou správně

položka č. 11 \Rightarrow maximum 2 body

znění otázky: Co je to triedr? Jaká je podstata takového přístroje?

- objasnění pojmu triedr
 - „Upravený dalekohled pro pozemské pozorování.“ \Rightarrow 1 bod
- uvedení podstaty přístroje
 - „Tvořen optickými hranoly, které převrací pozorovaný předmět.“
 - správná odpověď \Rightarrow 1 bod
 - „Tvořen optickými hranoly.“

- „Převrácení pozorovaného předmětu.“
 - částečně správná odpověď \Rightarrow 1 bod

3.4 Zpracování výsledků testu

Po každém použití didaktického testu následuje jeho diagnostický rozbor (zpracování) výsledků, ve kterém se učitel všimá chyb, kterých se žáci dopustili. Následující tabulka 1 znázorňuje, kolik žáků dosáhlo v testu jednotlivých bodových výsledků. Výsledky jednotlivých žáků jsou v příloze č. 3 a 4.

Tabulka 1: Celkové výsledky testování

Počet bodů x_i	Četnost n_i	Součin počtu bodů a četnost $(x_i \cdot n_i)$	Počet bodů x_i	Četnost n_i	Součin počtu bodů a četnost $(x_i \cdot n_i)$
0	0	0	13	3	39
1	0	0	14	5	70
2	0	0	15	1	15
3	2	6	16	4	64
4	1	4	17	6	102
5	1	5	18	1	18
6	3	18	19	3	57
7	2	14	20	0	0
8	2	16	21	0	0
9	2	18	22	2	44
10	6	60	23	0	0
11	1	11	24	0	0
12	1	12	25	1	25
			Σ	47	598

Dosažené výsledky se posuzují podle aritmetického průměru dosažených bodů, podle vztahu¹⁴:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i \cdot n_i)}{n_i}$$

¹⁴ Chráska, M.: *Didaktické testy ve školní praxi*, Paido, Brno 2002.

$$\bar{x} = \frac{598}{47} \approx 12,7$$

Hodnota aritmetického průměru pro vlastní didaktický test je 12,7 bodů tzn., že testování žáci v průměru dosáhli právě této hodnoty. Výše uvedená tabulka, resp. její hodnoty, je pro lepší přehlednost uvedena v grafu na obrázku 2. Z grafu, nebo také histogramu, můžeme vyčíst informace o bodovém rozložení na testovaném vzorku nebo také zhodnotit třídu či třídy, jak zvládla dané učivo.

Obrázek 2: Celkové výsledky testování



3.5 Položková analýza testu

Položková analýza testu je metoda, která používá pro zkoumání určitých vlastností položek testu. Rozdělujeme ji na:

- kvalitativní;
- kvantitativní (obtížnost a citlivost položek).

3.5.1 Obtížnost testových položek

Obtížností testových položek posuzujeme množství žáků, kteří jsou schopni na danou otázku odpovědět. Jinými slovy můžeme říct, že obtížnost položek udává, zda je daná otázka příliš snadná nebo příliš těžká. Zjišťují se dva indexy. První je index obtížnosti P_i , kde i je číslo položky, a druhým je hodnota obtížnosti Q_i dané položky. Obě tyto veličiny jsou definovány následujícími vztahy:

$$P_i = 100 \frac{n_{s,i}}{n} \%, Q_i = 100 \% - P_i^{15}$$

kde $n_{s,i}$ je počet žáků, kteří na danou otázku odpověděli správně a n je celkový počet všech žáků. U nebinárního hodnocení se pro index a hodnotu obtížnosti používají vztahy:

$$P_i = \frac{n_{s,i}}{n \cdot b_{max}} \cdot 100 \%, Q_i = 100 \% - \frac{\langle b_i \rangle}{b_{max}} \cdot 100 \%^{16}$$

kde $\langle b_i \rangle$ je aritmetický průměr bodového hodnocení všech žáků u příslušné položky a b_{max} je maximální počet bodů z dané položky.

Pro velmi obtížné položky platí, že $Q_i > 80 \%$ a pro velmi snadné $Q_i < 20 \%$. Těchto otázek by se nemělo objevit v testu mnoho. Velmi snadné položky je dobré zadávat na začátku samotného testu z psychologického důvodu. Žák, který správně odpoví na úvodní položku (položky), se tzv. chytí a je u něj větší pravděpodobnost dokončení celého testu než u toho, který špatně odpoví nebo vůbec neodpoví. Je patrné, že nejvhodnějšími položkami jsou ty, u kterých se hodnota obtížnosti pohybuje kolem 50 %.

3.5.1.1 Varianta A

Tabulka 2 znázorňuje obtížnost (index i hodnotu) jednotlivých položek varianty A testu, z níž je patrné, že nejvyšší hodnota obtížnosti připadá položce č. 11 a nejnižší položce č. 9. Položky č. 1, 3, 4, 5 a 6 jsou pro test vhodnými položkami, protože se jejich hodnota obtížnosti pohybuje okolo 50 %. Položka č. 2 patří mezi snadné položky ($Q_2 = 21,7 \%$) a proto dobré, že se nachází na počátku testu. Otázky č. 7, 8 a 10 jsou obtížnější než předchozí otázky a tuto variantu završuje otázka č. 11, která se ukazuje jako perlička na úplný závěr. Jediná položka, která se zdá být nevhodná z hlediska umístění v testu, je položka č. 9, která se jeví jako velmi snadná a proto by měla být umístěna spíše na začátek testu. Pod tabulkou 2 je pro lepší znázornění uveden obrázek 3 s grafem hodnot obtížnosti jednotlivých položek.

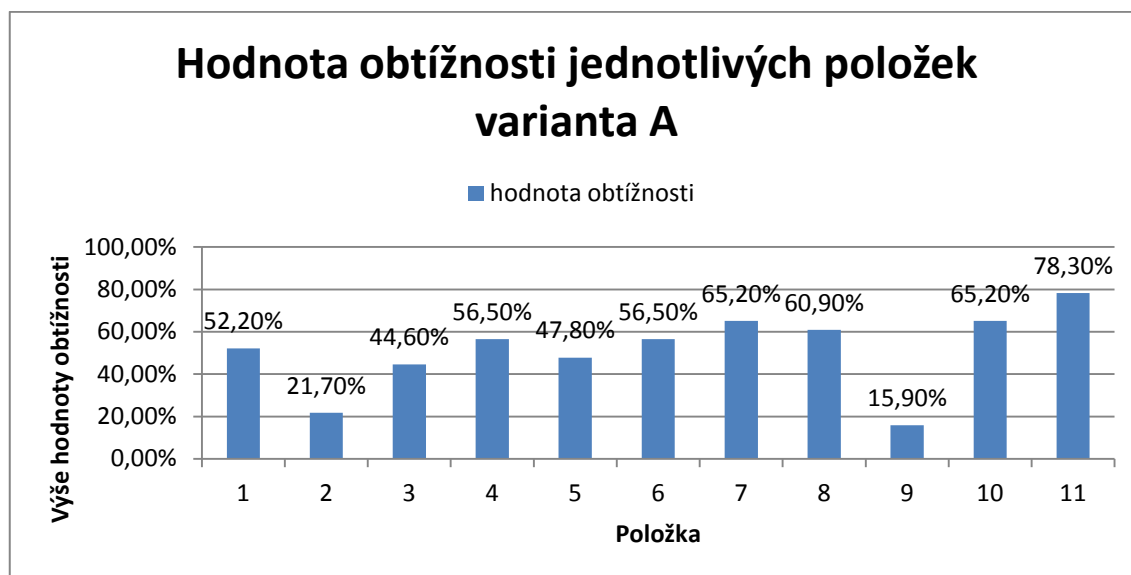
¹⁵ Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*, Karolinum, Praha 2006, s. 197.

¹⁶ Svoboda, E.: Přednášky z předmětu Didaktika odborného vyučování, 2014 – 2015.

Tabulka 2: Obtížnost testových položek u varianty A

škola		ZŠ Resslerova	ZŠ Botičská	celkem	P_i	Q_i
otázka č.	body	12	11	23		
1	2	12	10	22	47,8 %	52,2 %
2	1	8	10	18	78,3 %	21,7 %
3	4	30	21	51	55,4 %	44,6 %
4	3	16	14	30	43,5 %	56,5 %
5	2	11	13	24	52,2 %	47,8 %
6	2	11	9	20	43,5 %	56,5 %
7	2	9	7	16	34,8 %	65,2 %
8	3	16	11	27	39,1 %	60,9 %
9	3	33	25	58	84,1 %	15,9 %
10	1	6	2	8	34,8 %	65,2 %
11	2	5	5	10	21,7 %	78,3 %
Σ	25	157	127	284	49,4 %	50,6 %

Obrázek 3: Hodnota obtížnosti jednotlivých položek u varianty A



3.5.1.2 Varianta B

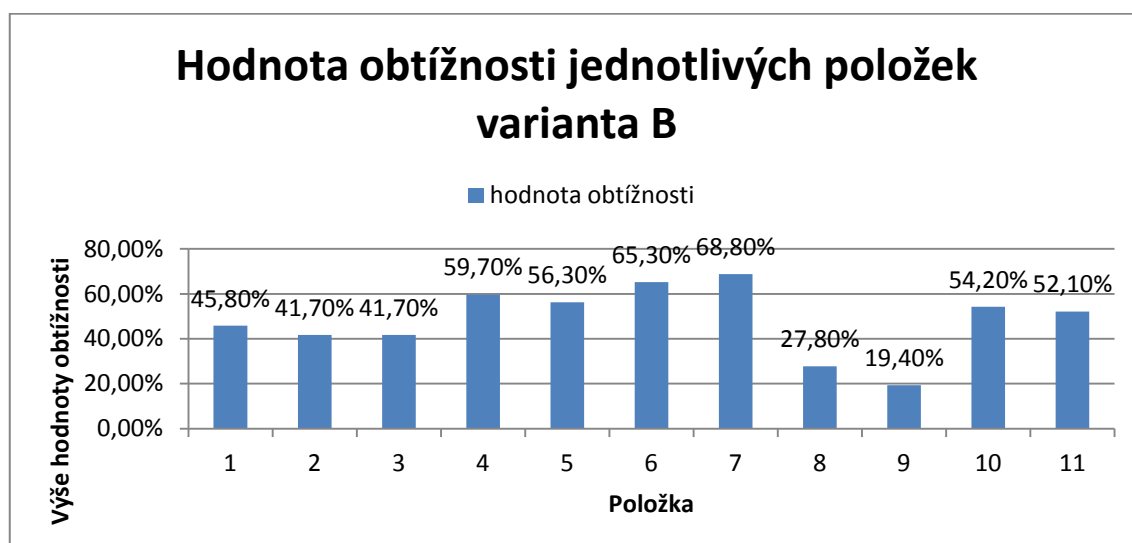
U této varianty připadá nejvyšší hodnota obtížnosti položce č. 7 a nejnižší položce č. 9. Otázky č. 1, 2, 3, 4, 5, 10 a 11 se svou obtížností pohybují okolo 50 %. Položky č. 6 a 7 se zdají být o něco obtížnější než předchozí zmíněné položky, oproti

tomu položky č. 8 a 9 jsou v porovnání s ostatními položkami snadné a proto by bylo dobré je umístit do zahajovací části testu než do této koncové. Pod tabulkou 3 je opět uveden na obrázku 4 graf hodnot obtížnosti jednotlivých položek.

Tabulka 3: Obtížnost testových položek u varianty B

škola		ZŠ Resslerova	ZŠ Botičská	celkem	P_i	Q_i
otázka č.	body	17	7	24		
1	1	10	3	13	54,2 %	45,8 %
2	1	10	4	14	58,3 %	41,7 %
3	4	35	21	56	58,3 %	41,7 %
4	3	17	12	29	40,3 %	59,7 %
5	2	17	4	21	43,8 %	56,3 %
6	3	19	6	25	34,7 %	65,3 %
7	2	10	5	15	31,3 %	68,8 %
8	3	39	13	52	72,2 %	27,8 %
9	3	41	17	58	80,6 %	19,4 %
10	1	8	3	11	45,8 %	54,2 %
11	2	19	4	23	47,9 %	52,1 %
Σ	25	225	92	317	52,8 %	47,2 %

Obrázek 4: Hodnota obtížnosti jednotlivých položek u varianty B



3.5.2 Citlivost testových položek

Obtížnost testových položek stanovuje pouze základní představu o jejich vlastnostech, tzn. jak žáci v průměru řešili danou položku. Chceme však zjistit o něco více informací a to, jak je daná položka citlivá. Citlivost položek rozděluje žáky na dobré a slabé a jak zvýhodňuje žáky s lepšími znalosti a žáky s horšími. Vysokou citlivost pak má otázka, u které je počet úspěšných žáků s lepšími znalosti mnohem vyšší než u těch, kteří jsou na tom tzv. hůř.

Pro stanovení citlivosti položek testu se nejprve rozděluje rozsah souboru podle celkového počtu dosažených bodů (podle hrubého skóre) na dvě skupiny. První skupinou jsou žáci s vyšším dosaženým počtem bodů tzv. lepší (L) a druhou jsou žáci s nižším dosaženým počtem bodů tzv. horší (H). U vyššího rozsahu souboru je možné skupiny rozdělit na 1/3 – lepší, průměrní, horší.

Citlivost položek lze vypočítat podle různých koeficientů citlivosti. Tím nejjednodušším je koeficient ULI¹⁷, která je definován následovně:

$$d_i = \frac{n_{L,i} - n_{H,i}}{0,5 n}$$

kde d_i je koeficient citlivosti ULI, $n_{L,i}$ je počet žáků z lepší skupiny, kteří příslušnou položku zodpověděli správně, $n_{H,i}$ je počet žáků z horší skupiny, kteří příslušnou položku zodpověděli správně, n je počet všech žáků. U tohoto koeficientu se vyžaduje, aby u položek s hodnotou obtížnosti 20 % – 30 % a 70 % – 80 % byl koeficient 0,15 a u položek s hodnotou obtížnosti 30 % – 70 % byl 0,25.

3.5.2.1 Varianta A

Rozsah souboru u této varianty jsem rozdělil na lepší skupinu, do které spadají žáci s dosaženým počtem bodů 25 – 14, a do horší skupiny žáci s dosaženým počtem bodů 13 – 0. Počet žáků v jednotlivých skupinách je 11 a 12.

Tabulka 4: Koeficient ULI pro variantu A

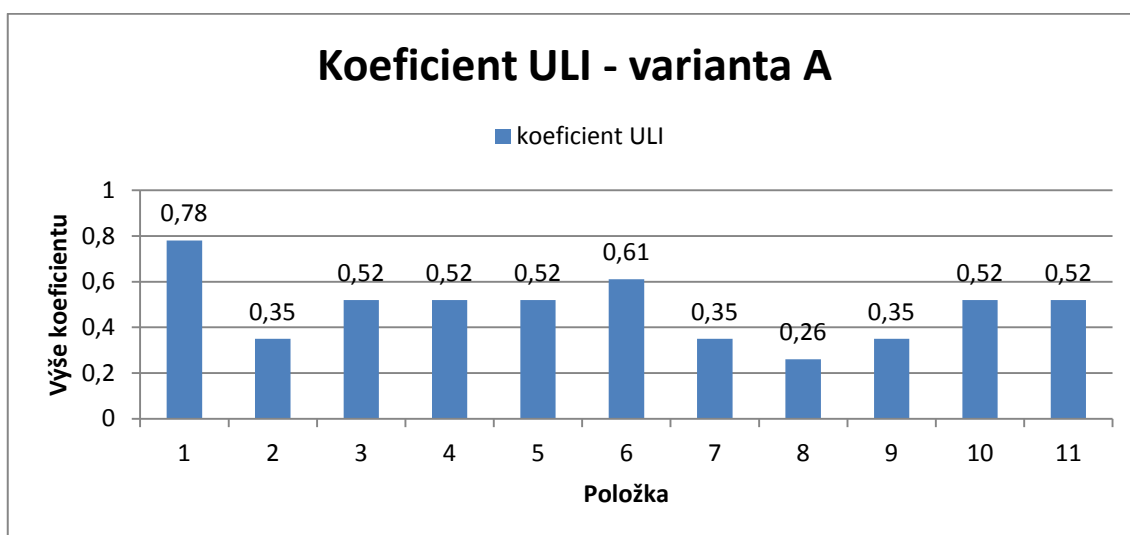
Položka	n_L	n_H	d_i	Q_i
1	10	1	0,78	52 %

¹⁷ Upper – Lower Index: horní – dolní číselný údaj

2	11	7	0,35	22 %
3	13	7	0,52	45 %
4	8	2	0,52	57 %
5	11	5	0,52	48 %
6	10	3	0,61	57 %
7	8	4	0,35	65 %
8	5	2	0,26	61 %
9	13	9	0,35	16 %
10	7	1	0,52	65 %
11	7	1	0,52	78 %

Z tabulky 4 je patrné, že všechny položky mají dostatečnou citlivost. Nejnižší hodnota koeficientu připadá úloze č. 8 ($d_8 = 0,26$) a nejvyšší úloze č. 1 ($d_1 = 0,78$). Mezi nejčastější chyby, kterých se žáci v úloze č. 8 dopustili, jsou záměna dalekozrakosti za krátkozrakost a s tím spojená záměna spojky za rozptylku a její špatné zakreslení do obrázku. Pro lepší názornost uvádím na obrázku 5 následující graf.

Obrázek 5: Koeficient ULI u varianty A



3.5.2.2 Varianta B

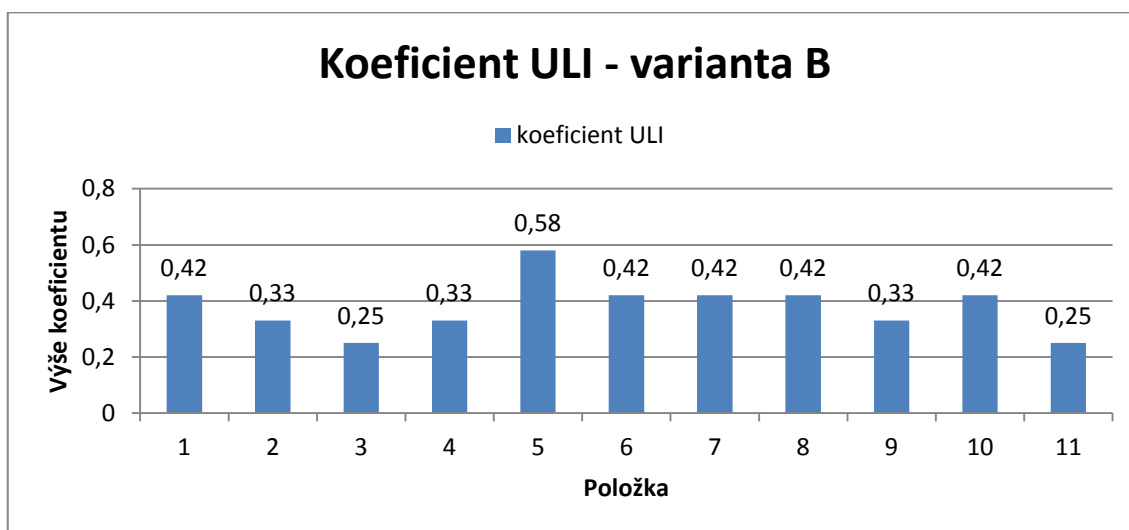
Rozsah souboru u této varianty jsem rozdělil na lepší skupinu, do které spadají žáci s dosaženým počtem bodů 25 – 14, a do horší skupiny žáci s dosaženým počtem bodů 13 – 0. Počet žáků v jednotlivých skupinách je 12 a 12.

Tabulka 5: Koeficient ULI varianty B

Položka	n_L	n_H	d_i	Q_i
1	9	4	0,42	46 %
2	9	5	0,33	42 %
3	9	6	0,25	42 %
4	6	2	0,33	60 %
5	9	2	0,58	56 %
6	6	1	0,42	65 %
7	8	3	0,42	69 %
8	11	6	0,42	28 %
9	13	9	0,33	19 %
10	8	3	0,42	54 %
11	8	5	0,25	52 %

Z tabulky 5 je patrné, že všechny položky mají dostatečnou citlivost. Nejnižší hodnota koeficientu připadá úlohám č. 3 a 11 ($d_3 = d_{11} = 0,25$) a nejvyšší úloze č. 5 ($d_5 = 0,58$). Mezi nejčastější chyby, kterých se žáci v úloze č. 3 dopustili, je neuvedení příkladů kulových zrcadel nebo opačného případu, kdy žák uvedl příklad využití zrcadla v praxi, ale neuvedl, jaké jsou jejich druhy. V úloze č. 11, když žák vysvětlil pojem triedr, nepopsal jaká je jeho podstata. Pro lepší názornost uvádím na obrázku 6 následující graf.

Obrázek 6: Koeficient ULI u varianty B



3.5.3 Rozbor nenormovaných odpovědí

Mezi nenormované odpovědi patří odpovědi, které žáci vynechali nebo je zodpověděli nesprávně. Pokud žáci vynechali některou z odpovědí, může to mít několik důvodů, např. nepochopení zadání otázky, nedostatek času pro řešení nebo neznalost daného učiva. U otevřených položek bychom měli věnovat pozornost 30 % - 40 % vynechaných odpovědí, u uzavřených je procento nižší (20 %).

U uzavřených otázek s výběrem odpovědi je rozbor nesprávných odpovědí jednodušší než u otevřených. Provádí se kontrola vhodnosti daných distraktorů tím, že žáci vybírají ze všech nabídnutých. Ty distraktory, které téměř nikdo nevolí, se považují za nevhodné, a měly by být nahrazeny. Hledání vhodných distraktorů je tou nejsložitější činností při tvorbě daného testu. U otevřených otázek se mají chyby rozdělit na základní a vedlejší. Mezi základní chyby patří neznalost a neporozumění testovaného učiva a mezi vedlejší patří různé náhodné vlivy, např. nepozornost, nepřesnost nebo numerické chyby ve výpočtech. Pokud se u testové položky objeví více základních chyb než vedlejších, považujeme tuto položku za dobrou. V opačném případě by se měla daná položka vynechat.

3.5.3.1 Vytvořený didaktický test

položka č. 1: Dvanáct žáků neuvedlo žádné hodnoty. Téma, které právě souvisí s touto otázkou, předcházelo testovanému tématu. Z toho vyplývá, že žáci

nedokážou propojit jednotlivá témata mezi sebou. Dvacet tři procent žáků uvádělo špatné odpovědi.

položka č. 2: Třicet čtyři procent žáků uvedlo hodnotu rychlosti světla se špatnou jednotkou, i když je v zadání na tuto skutečnost upozorněno. Zde se objevuje u žáků nepozornost čtení.

položka č. 3: U této položky třetina případů (36 %) vyřešila pouze část úlohy. Tato situace se objevuje i u dalších položek. U varianty A žáci napsali pouze zákon odrazu a dále nenakreslili obrázek s popisem, u varianty B uvedli buď druhy kulových zrcadel, nebo jejich příklady užití v praxi. Třináct procent žáků položku vynechalo.

položka č. 4: Žáci u této otázky dokázali vyřešit první část úlohy, tj. lom paprsku ke kolmici a od kolmice. Uvedení příkladů jim však dělalo značný problém. Nabízí se varianta, že se opět jedná o nepozornost čtení.

položka č. 5: Dvacet jedna procent žáků u položky nevedlo žádnou odpověď. Dalších 21 % uvedlo špatnou odpověď, ve které se objevily např. hodnoty mezních úhlů, a které připadají pouze jednomu optickému prostředí.

položka č. 6: Dvacet jedna procent testovaných nevedlo odpověď na danou otázku. V obou variantách šlo hlavně o polohu předmětu před čočkou a posléze o vlastnosti vytvořeného obrazu.

položka č. 7: Zde je nutné se zaměřit na 32 % žáků, kteří tuto položku vynechali. Velkým problémem bylo sestavení obrazu tenkou spojkou nebo rozptylkou. Dalších 32 % nedokázalo popsat vlastnosti vzniklého obrazu.

položka č. 8: Tato položka se skládala ze dvou částí. V první měli stanovit, o jakou oční vadu v obrázku jde a v druhé části, jakou čočkou lze danou vadu odstranit a zakreslit ji do obrázku. Nejvíce se chybovalo v záměně krátkozrakosti a dalekozrakosti a odstranění těchto vad spojkou či rozptylkou. 6 % žáků položku nezodpovědělo.

položka č. 9: Tato úloha se dělila na tři části, které všechny byly dichotomické. Neobjevil se nikdo, kdo by na danou položku neodpověděl. 9 % žáků se nepodařilo správně odpovědět na dvě části této úlohy, nejčastěji se jednalo o odlišení šíření elektromagnetických a zvukových vln a stanovení, jaký druh čočky je lupa.

položka č. 10: Tuto položku vynechalo 13 % z testovaných. 47 % jich zodpovědělo špatně. Nedokázali říct, resp. napsat, užitím fyzikální terminologie, kam se umísťuje předmět, který chceme pozorovat lupou.

položka č. 11: Zde je opět nutné se zaměřit na 32 % žáků, kteří tuto položku nezodpověděli. U varianty A si žáci v první fázi neuvědomili, jaké čočky se používají v dalekohledech a ve druhé si nepředstavili uspořádání čoček v Keplerově dalekohledu, u varianty B šlo o vysvětlení pojmu triedr a dále o podstatu triedru.

3.5.4 Porovnání výsledků testu

V této části se zaměříme na porovnání výsledků testu. Porovnáme obě varianty testu i třídy obou testovaných základních škol.

3.5.4.1 Porovnání variant

Tabulky výsledků tříd obou základních škol s grafy četností získaných bodů se nacházejí v přílohách č. 3 a 4. Obě varianty testu byly tvořeny tak, aby se jejich obtížnosti lišily co nejméně. Když srovnáme jednotlivé položky, zdálo by se, že jsou si otázky podobné, i tak se však varianty od sebe liší v celkovém bodovém zisku o celý 1 bod. Průměry jednotlivých položek se v rozdílu pohybují 0,1 – 1,0 bodu.

3.5.4.2 Porovnání tříd

Tabulky výsledků tříd obou základních škol s grafy četností získaných bodů jsou přiloženy v přílohách č. 5 a 6. Ze srovnání žáků obou škol vyplývá, že žáci Základní školy Botičská dosahují horších výsledků než žáci ze Základní školy Resslerova. V průměru dosahovali žáci ze Základní školy Botičská 12,0 bodů a průměr známek byl 3,6. Oproti tomu žáci ze Základní školy Resslerova dosahovali v průměru 13,2 bodů a průměr známek 3,3.

Důvody pro takové výsledky testu jsou zřejmé. Výsledky žáků Základní školy Botičská se v předchozích testech jeví průměrné až lehce podprůměrné. Další vliv, se kterým se v tomto období musí počítat, je příprava na blížící se přijímací zkoušky.

3.5.5 Klasifikace

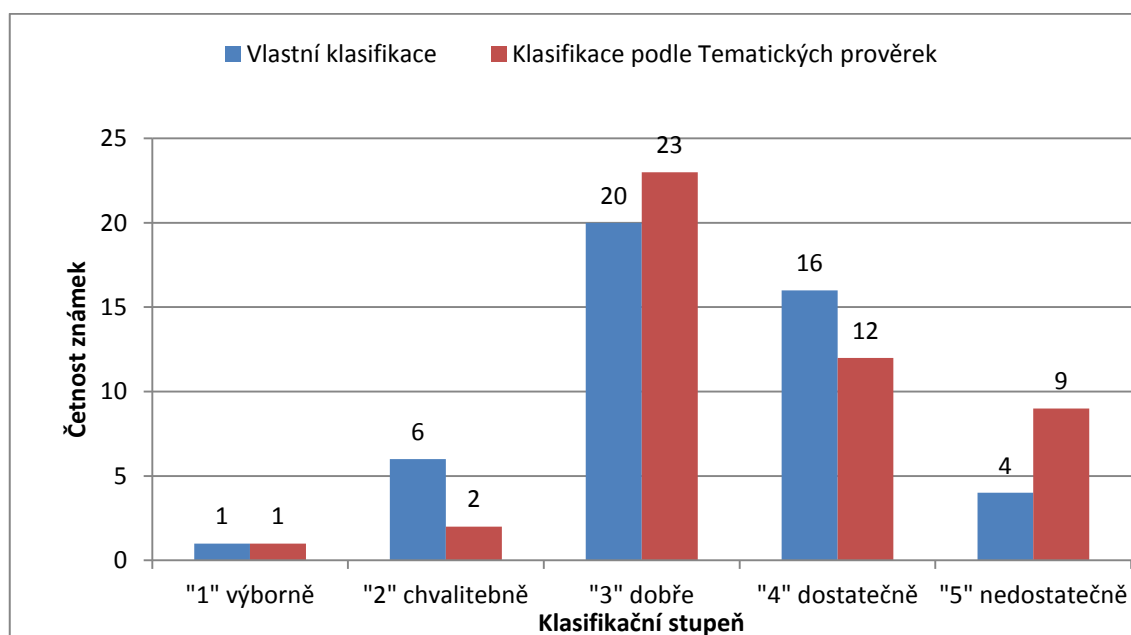
Školní klasifikační stupnice je dána rozsahem „1“ – „5“, kde „1“ je nejlepší a „5“ nejhorší známka. Navržená klasifikace (viz tabulka 6) je dána přiřazením klasifikačního stupně k počtu bodů získaných, který odpovídá rozsahu úspěšnosti v testu.

Tabulka 6: Návrh klasifikace

Klasifikační stupeň	Počet bodů	Úspěšnost	Počet bodů ¹⁸	Úspěšnost
„1“ – výborně	25 – 23	100 % – 90 %	25 – 23	100 % – 92 %
„2“ – chvalitebně	22 – 19	89 % – 75 %	22 – 20	91 % – 79 %
„3“ – dobře	18 – 13	74 % – 50 %	19 – 13	78 % – 51 %
„4“ – dostatečně	12 – 6	49 % – 25 %	12 – 8	50 % – 30 %
„5“ – nedostatečně	5 – 0	24 % – 0 %	7 – 0	29 % – 0 %

Pokud srovnáme navrženou klasifikaci a návrh, který je uveden v Tematických prověrkách, je návrh uvedený v Tematických prověrkách přísnější. Z níže uvedeného grafu vyplývá, že se obě varianty liší od Gaussova (normálního) rozdělení.

Obrázek 7: Rozdělení známek



¹⁸ Bohuněk, J., Hejnová, E.: *Tematické prověrky z učiva fyziky pro 9. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2005.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo vytvořit a ověřit didaktický test, který zjišťuje znalosti a dovednosti žáků 9. ročníku základní školy z učiva tematického celku Světelné jevy a jejich využití.

První část se zabývá pojmem didaktický test, jeho různými druhy a vlastnostmi (validita, reliabilita, praktičnost, objektivnost, citlivost) dobrého didaktického testu. Dále jsem se zaměřil na etapy plánování a realizace didaktického testu, které rozdělujeme na plánování a konstrukci testu, typy testových položek, ověřování, optimalizaci a východiska pro tvorbu testu.

Druhá část je zaměřena na didaktickou analýzu vybraného učiva fyziky. V mém případě padla volba na tematický celek Světelné jevy a jejich využití. Zde jsem popsal obsah jednotlivých kapitol zmíněného tematického celku. Dále jsem stanovil požadované pojmy, vztahy (pokud je obsahovala) a vytyčené cíle příslušné kapitoly.

Třetí část této závěrečné práce jsem věnoval tvorbě nestandardizovaného didaktického (učitelského) testu rozdělený na variantu A a B. Charakterizoval jsem vytvořený test, jako monotematický, kognitivní a nestandardizovaný, který prověřuje vědomosti zmíněného tematického celku, a převažují v něm otevřené položky před uzavřenými. Dále jsem se zmínil o testovaném vzorku, kterým byli žáci 9. ročníku na dvou základních školách v Praze 2. Vytyčil jsem instrukce pro učitele rozdělené na přípravu před testem a návod před zahájením testu ve třídě, a pokyny pro žáky, které obsahují instrukce k vyplnění testu, povolené pomůcky a vytyčený čas pro jeho vypracování. Posléze jsem zpracoval vzorová řešení pro obě varianty testu a hodnocení jednotlivých položek, vyhotovil výsledky obou variant testu, provedl položkovou analýzu, kde jsem se zaměřil na obtížnost a citlivost testových položek, kterou jsem vypočítal pomocí koeficientu ULI, analyzoval nesprávné a nezodpovězené odpovědi, porovnal výsledky obou variant a obou tříd a uvedl důvody pro dosažené výsledky. Dále jsem srovnal mnou navrženou školní klasifikační stupnici s Tematickými prověrkami, která má přísnější měřítko než ta má.

Didaktický test, který jsem vytvořil a ověřil na výše zmíněném vzorku, nebyl v žádném případě pokusem pro srovnávání dvou základních škol či jejich vyučujících fyziky, ale šlo především o jednotnou úpravu navrženého testu. Problematice tvorby učitelského testu se budu ve své školní praxi dál věnovat. Po prvním odzkoušení obou variant testu je nutné udělat několik opatření. Jelikož žádná z uvedených testových

položek nepřesáhla obtížnost 80 %, není proto nutné položku nahradit za jinou. Oproti tomu se shodně v obou variantách objevila úloha č. 9, která svou obtížností nedosahuje ani 20 %. Proto je dobré ji umístit jako položku č. 1, jejíž úloha by byla tzv. motivační a i ti žáci, kteří si v testech nevěří, by se hned v počátku mohli „chytnout“. Všechny položky jsou dostatečně citlivé a proto, jako doporučení, by bylo dobré seřadit otázky podle jejich obtížnosti a posléze podrobit test opětovnému testování. Časové zařazení testu bylo díky nepředvídatelným vlivům nevhodné. Velmi těžko se dá určit, zda se takovéto situace budou opakovat i v dalších letech. Pokud by se učivo nerozvíhalo s časově tematickými plány, nebyl by pak test zatížen výše zmíněnými vlivy a výsledky by určitě byly jiné.

Na základě prostudování literatury především pro tvorbu, realizaci a ověření didaktických testů, didaktiky fyziky pro základní školy, platných školních dokumentů (RVP základního vzdělání, ŠVP a další) a sad učebnic fyziky, z nichž jsem čerpal a jejich informace jsem uplatnil pro vlastní tvorbu, realizaci a ověření testu se domnívám, že cíl bakalářské práce byl splněn.

Použitá literatura

- [1] Svoboda, E., Kolářová, R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy*, Karolinum, Praha 2006.
- [2] Svoboda, E. a kol.: *Kapitoly z didaktiky odborných předmětů*, Vydavatelství ČVUT, Praha 2004.
- [3] Byčkovský, P.: *Základy měření výsledků výuky: Tvorba didaktického testu*, Výzkumný ústav inženýrského studia ČVUT, Praha 1984.
- [4] Chráska, M.: *Didaktické testy*, Paido, Brno 1999.
- [5] Půlpán, Z.: *Základy sestavování a klasického vyhodnocování didaktických testů*, Kotva, Hradec Králové 1991.
- [6] Fenclová, J.: *Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky*, SPN, Praha 1982.
- [7] Pichot, P.: *Mentální testy*, SPN, Praha 1970.
- [8] Hniličková, J., Josífko M., Tuček A.: *Didaktické testy a jejich statistické zpracování*, SPN, Praha 1972.
- [9] Chráska, M.: *Didaktické testy ve školní praxi*, Paido, Brno 2002.
- [10] Kohoutek, R.: *Didaktické testy*, CERM, Brno 1996.
- [11] Schindler, R. a kol.: *Rukověť autora testových úloh*, Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, Praha 2006.
- [12] Skalková, J.: *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. 2., rozš. a aktualiz. vyd., [V nakl. Grada] vyd. 1. Praha: Grada, 2007, 322 s. ISBN 978-80-247-1821-7.
- [13] Vališová, A., Kasíková, H. a Bureš, M.: *Pedagogika pro učitele*. 2., rozš. a aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2011, 456 s. Pedagogika (Grada). ISBN 978-80-247-3357-9.
- [14] Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2003.
- [15] Kolářová, R., Bohuněk, J., Štoll, I., Svoboda, M.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2000.
- [16] Bohuněk, J., Hejnová, E.: *Tematické prověrky z učiva fyziky pro 7. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2005.
- [17] Bohuněk, J., Hejnová, E.: *Tematické prověrky z učiva fyziky pro 9. ročník základní školy*, Prometheus, Praha 2005.

- [18] Bohuněk, J.: *Sbírka úloh z fyziky pro žáky základní školy, 2. díl*, Prometheus, Praha 1993.
- [19] Kolářová, R.: *Průručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2006, 193 s. ISBN 80-7196-336-4.
- [20] Svoboda, E.: Přednášky z předmětů Didaktika odborných předmětů a Vybrané kapitoly z didaktiky odborných předmětů, 2013 – 2014.
- [21] Svoboda, E.: Přednášky z předmětu Didaktika odborného vyučování, 2014 – 2015.
- [22] Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy: Upravený Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání platný od 1. 9. 2013. [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z:
<http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>
- [23] Metodický portál RVP.CZ: Didaktické testy. [online]. [cit. 2015-03-01]. Dostupné z:
http://wiki.rvp.cz/Knihovna/1.Pedagogicky_lexikon/D/Didaktick%C3%A9_testy#V.c3.bdklad_hesla
- [24] Encyklopedie fyziky: Optika. [online]. [cit. 2015-03-31]. Dostupné z:
<http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/431-optika>
- [25] Metodický portál RVP.CZ: Didaktická analýza učiva. [online]. [cit. 2015-04-01]. Dostupné z:
<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/s/15569/DIDAKTICKA-ANALYZA-UCIVA.html/>
- [26] 3. základní škola CHEB: Fyzika 7. ročník. [online]. [cit. 2015-04-19]. Dostupné z:
<http://www.3zscheb.cz/oldweb/e-earning/fyzika%20web/odrazsvetlavykl.htm>

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Zákon odrazu</i>	30
<i>Obrázek 2: Celkové výsledky testování.....</i>	37
<i>Obrázek 3: Hodnota obtížnosti jednotlivých položek u varianty A</i>	39
<i>Obrázek 4: Hodnota obtížnosti jednotlivých položek u varianty B</i>	40
<i>Obrázek 5: Koeficient ULI u varianty A</i>	42
<i>Obrázek 6: Koeficient ULI u varianty B.....</i>	44
<i>Obrázek 7: Rozdělení známek.....</i>	47

Seznam tabulek

<i>Tabulka 1: Celkové výsledky testování</i>	36
<i>Tabulka 2: Obtížnost testových položek u varianty A.....</i>	39
<i>Tabulka 3: Obtížnost testových položek u varianty B.....</i>	40
<i>Tabulka 4: Koeficient ULI pro variantu A.....</i>	41
<i>Tabulka 5: Koeficient ULI varianty B</i>	43
<i>Tabulka 6: Návrh klasifikace</i>	47

Seznam příloh

Příloha č. 1: Test – Světelné jevy a jejich využití, varianta A

Příloha č. 2: Test – Světelné jevy a jejich využití, varianta B

Příloha č. 3: Výsledky varianty A

Příloha č. 4: Výsledky varianty B

Příloha č. 5: Výsledky žáků ZŠ Resslerova

Příloha č. 6: Výsledky žáků ZŠ Botičská