

Testové položky ve výuce fyziky

*Josef Trna
Pedagogická fakulta MU*

1 Vlastnosti testů

Didaktický test chápeme jako sérii podnětů (úkolů nebo problémů) zadaných jednotně všem žákům najednou, vyvolávajících jejich činnost (odpovědi, řešení), které stručně písemně nebo obrazově žáci zaznamenávají. Didaktický test je různě definován, např. jako "soustava úkolů, které jsou pro určité skupiny žáků shodné. Úkoly jsou vybírány, uspořádány, zadávány a vyhodnoceny tak, aby se rozpoznalo, jakých výsledků se při vyučování dosahuje a jaké jsou tedy vědomosti a dovednosti žáků" ([3], s. 11-12). Výkon žáků je pak možno objektivně zhodnotit a srovnat porovnáním s výsledky, které dosáhli jiní žáci ve stejné situaci nebo s normovaným výkonem. Testy prošly nedlouhým (od 30. let), ale bouřlivým vývojem. Byly přeceňovány i podceňovány. Původně šlo o zvláštní druh písemné zkoušky (z angl. test = zkouška). Dnes jsou testy natolik rozmanité, že jde o specifickou didaktickou diagnostickou metodu a nástroj. Dnes již samozřejmým požadavkem na didaktický test je jeho **standardizace** (ověření v praxi na dostatečném vzorku žáků). Didaktické testy užívané ve školství se liší od jiných písemných zkoušek skupinou vlastností, platných i pro psychologické testy, zajišťujících objektivitu testu. Těmito vlastnostmi testů jsou především ([4], s. 18):

- **validita** (zjišťovat to, k čemu byl test vytvořen),
- **reliabilita** (spolehlivě být opakovaně použitelný),
- **praktičnost** (snadná použitelnost a ekonomičnost).

2 Třídění didaktických testů

U nás poprvé provedli St. Vrána [9] a K. Čondl [2] klasifikaci testů. Později jejich třídění aktualizoval M. Michalička, vhodné třídění navrhl M. Lapitka [5] a P. Byčkovský [1]. Na základě těchto přehledů testů můžeme didaktické testy třídit podle různých kritérií takto:

(1) Podle způsobu zpracování:

- standardizované,
- kvazistandardizované,
- nestandardizované.

(2) Podle účelu:

- kontrolní,
- klasifikační,
- diagnostické,
- prognostické.

(3) Podle počtu respondentů (žáků):

- individuální,
- skupinové,
- hromadné.

(4) Podle šetřeného konstruktů:

- vědomostí,
- dovedností,
- návyků,
- postojů,
- motivů,

- zájmů.

(5) Podle konstrukce položek:

- produkční (essay-tests),
- doplňovací,
- výběrové (multiple-choice tests),
- uspořádací,
- přiřazovací,
- kombinované.

(6) Podle způsobu interpretace výsledků:

- rozlišující (relativní výkon, NR = norm-referenced),
- ověřující (absolutní výkon, CR = criterion-referenced).

(7) Podle šíře obsahu:

- monotematické,
- polytematické.

(8) Podle váhy položek:

- homogenní (rovnocenné položky),
- homomorfní (položky s různou významovou vahou).

(9) Podle měřené charakteristiky výkonu:

- rychlosti,
- úrovně.

3 Výhody testů

Mezi hlavní výhody didaktického testu patří především:

- posílení **objektivity** (stejně zkušební podmínky pro všechny žáky),
- **efektivita** (šetří čas učitelů i žáků),
- **zkvalitnění diagnostiky** (standardizace),
- odhalení **struktury i detailů** vědomostí, návyků, dovedností, postojů atd. (je čas na přípravu testu i rozbor jeho výsledků),
- **pravidelnost a soustavnost** diagnostiky,
- **hromadná fixace** učiva.

4 Nevýhody testů

K nevýhodám didaktického testu náleží zejména:

- **nelze** testem **odhalit všechny** duševní procesy,
- **nehodnotí** žáka **komplexně** (atomizace učiva),
- **chybí interakce** s učitelem,
- **nedostatečná individualizace** položek ("šití na míru"),
- **písemné** vyjadřování **nevyhovuje** všem žákům,
- **nestimuluje každý** výkon.

Je zřejmé, že test je diagnostická metoda a nástroj, jež má výhody a nevýhody. Váha výhod je však vyšší než nevýhod. Případné nevýhody testů mohou být zmírněny jejich kvalitní tvorbou a kombinací s dalšími diagnostickými metodami a nástroji.

5 Tvorba a aplikace testů

Při tvorbě a aplikaci didaktických testů je třeba dodržovat obecná zásady diagnostiky s důrazem stanovení přesných norem hodnocení vycházející ze standardizace testu a vzdělávacích cílových standardů. Sestavování didaktického testu z fyziky (standardizovaného i nestandardizovaného) je možno rozdělit do několika etap:

(1) Příprava (plánování):

V této etapě je třeba charakterizovat žáky, kterým je test určen. Jde o **věk, typ školy**, zaměření školy atd. Dále musíme provést analýzu **cílů testu**, a co bude **předmětem** diagnostiky. Tyto cíle je třeba porovnávat se cíli fyzikálního vzdělávání žáků. Tím je do značné míry determinován obsah testu - témata, pojmy, zákony aj. Obsah i forma testu by měla žáka co nejvíce motivovat, především má být adekvátní věku a schopnostem žáků. Obsah testu lze upřesnit pomocí specifičnické tabulky a seznamu výukových cílů ([4], s. 23-28).

(2) Konstrukce (vývoj):

Základním úkolem vývojové etapy je **vytváření jednotlivých položek** (úkolů nebo problémů) testu. Forma položek a celková konstrukce testu musí stále odpovídat zjištěním z přípravné etapy. Po sestavení celého testu nastává fáze tvorby odpovědních listů, pokynů pro žáky a učitele. Pracovní verze testu se pak podrobí **pretestování (pilotáži)**. Autor testu a jeho spolupracovníci jsou prvními pretestovateli. K pilotáži obvykle postačí dvě až tři třídy žáků (cca 50-100 žáků) ze dvou (tří) různých škol, avšak stejných podmínek. Je vhodné, aby pilotáž zadával autor testu. Pak následuje položková analýza. Ta odhalí obtížnost položek, míru jejich rozlišování výkonů žáků, vhodnost diskriminantů aj. Na základě této analýzy dojde ke korekcím (výměna položek, změna diskriminantů aj.). Jsou vhodná i další kola pretestování. Doporučujeme vyvíjet alespoň dvě verze testu, z nichž nakonec vznikne třeba jen jeden test výběrem nejvhodnějších položek. Následuje sestavení hodnotícího klíče a instrukcí pro žáky a učitele. Pro omezení subjektivity při samotném vyhodnocování volných odpovědí je nutné uvést do klíče všechny možnosti žákovských odpovědí. Pro standardizaci je třeba nalézt reprezentativní vzorek o statisticky průkazném počtu žáků (200 - 500 žáků). Vyhodnotíme výsledky testu podle klíče. Jedná-li se o standardizovaný test, je třeba určit hodnoty charakteristik testu (validita, reliabilita aj.). U klasifikačních testů připravíme převodní tabulku mezi body a známkami. Vhodné je připravit stručný návod pro použití didaktického testu.

(3) Aplikace:

Tato etapa je již vlastním užíváním testu ve škole. I při ní je nutno dodržovat pravidla aplikace didaktických testů, především:

- test musí být realizován v **přesně stanovené a reprodukovatelné situaci** (obsah, prostředí, pokyny, čas),
- jasné stanovení **povolených pomůcek** (kalkulačka),
- stanovení **časového limitu** (hodiny v místnosti nebo zapisovat průběžně čas na tabuli),
- **neradit** žákům (výjimečně jen technické informace předem),
- vyřešit **problém opisování** (varianty testu, rozmístění žáků),
- jasně uvést **způsob zápisu odpovědí** v testu,
- jednoznačně vysvětlit **techniku oprav** odpovědí.

Zpracování testu zahrnuje zjištění frekvence chybných nebo správných výkonů, označení druhu chyb, nalezení příčiny chyb, tabulace chyb a jejich grafické znázornění, výpočet statistických hodnot, zobecnění a závěrečné hodnocení testu. Pro usnadnění zpracování testu je vhodné, aby test měl dobrou skórovatelnost, tj. určení počtu správných odpovědí ([7], [8]). Skórování by mělo být rychlé, jednoduché, jednotné bez subjektivních vlivů. Toho se dosáhne jednoznačností položek a přesným stanovením sledovaných jevů, jednoduchým návodem na hodnocení a pečlivě vypracovaným klíčem (šablonou) pro správné řešení. Při administraci (zadávání) testu je třeba počítat s mnoha faktory, ovlivňujícími spolehlivost testu. Záleží na psychickém a zdravotním stavu žáků, na jejich motivovanosti, praxi v práci s testy přístupu administrátora (zadavatele testu) aj.

Nepříjemný je faktor **náhodného uhodnutí** řešení žákem, což nelze vyloučit, jen korigovat. Výsledkem statistických úvah je systém korekcí na hádání u testu s volbou odpovědí. Při různém počtu alternativ odpovědí (2 až 5) odečítáme od hrubého skóru (počtu správných řešení) všechna či části nesprávných řešení, a to takto:

<i>Počet variant řešení</i>	<i>Korekce na hádání (od hrubého skóru odpočítáme:)</i>
2	všechna nesprávná řešení
3	1/2 nesprávných řešení
4	1/3 nesprávných řešení
5	1/4 nesprávných řešení

Používáme vzorec na korekci hádání (podle [4]):

$$s_0 = s_n - n/(y - 1),$$

kde: s_0 je opravený skór, s_n je hrubý skór, n je počet nesprávných řešení žáka v testu, y je počet variant nabízených v položce. Při **čtyřech** a více alternativách řešení a vyšších počtech položek nemusíme korekce používat. Korekce na hádání má své statistické oprávnění, ale může poškodit některé žáky. Proto je třeba na korekci žáky předem upozornit. Potlačení nebo odstranění hádání je možno dosáhnout vhodnějším způsobem, a to určitou konstrukcí položek (viz dále).

6 Testové položky

Stavebními kameny všech testů jsou jeho položky v podobě **úkolů nebo problémů**. Mají formu **otázky nebo příkazu**. Výběr nejvhodnější tvaru a obsahu položky je dán cílem testu, věkem žáků, učivem atd. Právě zde se projevuje tvořivost a fantazie autora testu. Tak získává test originalitu, která je často **chráněna autorskými právy**.

Existuje řada způsobů řešení (odpovědí) položek:

- písmeno, slovo, věta, několik vět,
- číslo, výpočet, tabulka, graf,
- značka, schématická kresba, obraz, technický symbol,
- doplnění základní struktury (slepá mapa aj.),
- různé kombinace.

Testové položky mohou být podobně jako otázky u ústní zkoušky:

- otevřené (volné),
- uzavřené (vázané),
- polouzavřené.

Při konstrukci testů můžeme využít řadu různých variant položek. Četnost těchto variant je dána bohatostí podob úkolů, které položky obsahují. Počet variant narůstá i díky kombinaci otevřených, uzavřených a polouzavřených položek. Navrhujeme následující **třídění** testových položek:

- (1) **produkční** (eseje, řešení úlohy),
- (2) **doplňovací** (doplnění chybějících prvků),
- (3) **výběrové** (volba mezi dvěma či více tvrzeními),
- (4) **uspořádací** (seřazování, zařazování prvků),
- (5) **přiřazovací** (přiřazování prvků),
- (6) **kombinované**.

Na příkladech ukážeme princip tvorby jednotlivých druhů položek didaktických testů:

6.1 Produkční položky:

Tyto položky mají obvykle podobu esejí - širokých otevřených řešení úkolu položky, např.:

- *Navrhni, popiš a zakresli jednoduchý demonstrační pokus (bez použití počítače a složitých zařízení) ověřující zákon lomu světla.*

Ve fyzice jsou tyto položky vzácné, obvykle mají podobu fyzikální úlohy, odpovědí je řešení této úlohy. Jelikož existují úlohy různých typů (kvantitativní, kvalitativní aj.), tak existují i různé druhy jim odpovídajících produkčních položek:

- *Bedna hmotnosti 1 t byla vyzdvižena jeřábem nad plošinu, vůči níž získala potenciální tíhovou energii 50 kJ. Jak vysoko byla vyzdvižena?*
- *Změní se výšky tónů vydávaných strunami kytary, jestliže ji přeneseme z teplé do chladné místnosti? Vysvětlete.*

6.2 Doplnovací položky:

Tyto položky obsahují úkoly, ve kterých žák doplňuje chybějící prvky. Může jít o otevřenou, částečně uzavřenou nebo uzavřenou položku. Doplnování má opět několik variant:

Doplnění jednoho slova (volná položka):

- *Přístroj, kterým můžeme měřit výkon elektrického proudu se nazývá*

Doplnování slov v logickém sledu (volná položka):

- *Doplň jména chybějících planet ve správném pořadí podle vzdálenosti od Slunce: Merkur,....., Země, Mars,, , ,, Pluto*

Odpověď na otázky (částečně vázaná položka):

- *Jak se jmenoval objevitel tří zákonů pohybu planet.
J..... K.....*

Doplnování slov z výběru (částečně vázaná položka):

- *Vyber z každé skupiny označené číslem jedno správné slovo a dopiš je podle čísel do textu: Žárovka je skleněná baňka s kovovou paticí naplněná /1/..... . Kovový závit patice je oddělen od druhého kovového kontaktu (spodního výstupku) /2/..... . Žárovku rozsvítí /3/ proud.
/1/ vodíkem a kyslíkem, kyslíkem, zředěným vzduchem
/2/ izolantem, vodičem, polovodičem
/3/ jen stejnosměrný, jen střídavý, stejnosměrný i střídavý*

Doplnování slov výběrem (částečně vázaná položka):

- *Vyber ze skupiny slov správná slova a dopiš je do textu: Při jízdě automobilem po dálnici sledujeme hodnotu okamžité rychlosti auta pomocí zařízení zvaného Je-li pohyb auta, velikost této rychlosti se po celou dobu nemění. Průměrnou rychlost auta určíme jako celkové uražené dráhy a celkové doby potřebné na jízdu.
/součin, akcelerometr, dráhoměr, součet, rozdíl, tachometr, zpomalený, rovnoměrný, zrychlený, podíl/*

Doplňování slov ze skupiny slov (vázaná položka):

- Slova uvedená pod textem zařaď správně do textu: V elektrických přístrojích jsou zapojeny elektrické součástky, které mají různé funkce. Součástka se třemi přírady je , jež slouží k zesilování elektrického proudu. Pro usměrňování střídavého proudu je v obvodu Po sepnutí obvodu senabil a tak začal pracovat kmitavý obvod, ve kterém je i
/kondenzátor, dioda, cívka, tranzistor/

6.3 Výběrové položky:

Jde o uzavřené položky v podobě volby mezi dvěma, obvykle mezi více tvrzeními. Položka se skládá z **kmene** (stimulu), kterou je vlastní úkol v podobě otázky nebo příkazu. Dále jsou nabídnuty alternativy řešení, mezi nimiž může být správné i nesprávné řešení - **distraktor**. Kmen navozuje situaci, prezentuje jasně, přesně, stručně, ale dostatečně úkol. Funkcí distraktorů je odpoutat pozornost nejistého žáka od správného řešení, proto musí být atraktivní. Atraktivita jednotlivých distraktorů by měla být srovnatelná, což ověřujeme pomocí analýzy distraktorů. Správné a nesprávné řešení je třeba v jednotlivých položkách testu nepravidelně (ale s relativně rovnoměrným zastoupením) střídat. Ve vývojové etapě při analýze distraktorů vyřadíme ty, které žáci málo nebo příliš často volili. Výběrové položky se mohou lišit tvarem kmene a alternativ řešení:

Kmen jako otázka:

- Jakou rychlostí v km/s se šíří světlo ve vakuu?
(a) 330 (b) 300 000 (c) 3 000 (d) 360 000

Kmen jako příkaz:

- Vyhledej správnou hodnotu univerzální plynové konstanty:
(a) $8,3 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$ (b) $8\,300 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$
(c) $8,3 \text{ JKmol}^{-1}$ (d) $8,3 \text{ JK}^{-1}\text{mol}$

Kmen jako neúplný výrok:

- *Je-li síla vyvíjená motorem automobilu při jízdě po rovné silnici stejně velká jako součet všech odporových sil, působících proti jeho pohybu, pak se automobil po silnici pohybuje přímočarým pohybem.*
 - rovnoměrně zrychleným*
 - rovnoměrným*

- (c) rovnoměrně zpomaleným
- (d) nerovnoměrným

Kmen a řešení jako **definice** (popis):

- *Síla, která nadlehčuje těleso ponořené do kapaliny je:*
(a) tlaková (b) tíhová (c) vztlaková (d) hydrostatická

Řešení jako kombinace výroků:

- *V neutrálním atomu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ je:*
 - 1. 6 elektronů a 6 protonů*
 - 2. 12 neutronů*
 - 3. 6 protonů a 6 neutronů*
 - 4. 12 elektronů*
 - 5. 18 elementárních částic*

Určete, které kombinace výroků jsou správné:

- (a) 1. + 2. (b) 2. + 4. (c) 4. + 5. (d) 1. + 3. + 5.

Situační položka (nabídky řešení plynou ze situace):

- Na místo hvězdičky vyberte správnou základní jednotku SI:
gravitační konstanta = $6,7 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot (*)^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Tento typ položky má blízko k doplňovacím položkám.

Uvedené příklady položek jsou konstruovány tak, že je vždy právě jedno správné řešení a několik distraktorů. Můžeme však vytvořit položky bez správného řešení nebo s více jak jedním správným řešením - **položky s vícenásobným řešením:**

- *Joule je jednotka:*
(a) energie (b) výkonu (c) tepla (d) práce

U těchto položek je snížena náhodná volba řešení. Mírně se ale komplikuje skórování a proces hodnocení těchto položek. Skórování může mít např. následující podobu (podle [6]):

- Abychom zahráli žehličku na vysokou teplotu (předpokládáme, že ji snese), je třeba:
 - (a) připojit ji ke zdroji s vyšším napětím,

(b) prodloužit její spirálu,

(c) zaměnit spirálu jinou z vodiče větší plochy průřezu, stejné délky a stejného měrného odporu,

(d) zaměnit spirálu jinou z vodiče stejného průřezu, stejné délky a s větším měrným odporem.

Zakroužkuj správné řešení, křížkem přeškrtni nesprávné řešení a neoznačuj ta řešení, o nichž nemůžeš rozhodnout, jsou-li správné či ne.

Skórování se provádí takto:

- kladný bod za odhalení správné i nesprávného řešení,
- záporný bod za chybné odhalení správné i nesprávné řešení,
- žádný bod za neoznačené řešení.

V našem případě je (a) správně, (b) chybně, (c) správně, (d) chybně. Uvádíme příklady různých kombinací voleb řešení a jejich skórování:

I.	II.	III.	IV.
(a) 1	(a) 1	(a) 1	(a) 0
(b) 0	(b) 1	(b) X	(b) 1
(c) 1	(c) 0	(c) 1	(c) 0
(d) 0	(d) 0	(d) X	(d) 1
4 - 0 = 4 body	2 - 2 = 0 bodů	2 - 0 = 2 body	0 - 4 = - 4 body

(1 = správně, 0 = nesprávně, X = bez volby)

Převodní tabulka na klasifikační stupně (pro případ deseti položek se čtyřmi variantami řešení výše uvedeného typu):

1. stupeň	výborně	40 - 33 bodů
2. stupeň	chvalitebně	32 - 25 bodů
3. stupeň	dobře	24 - 17 bodů
4. stupeň	dostatečně	16 - 9 bodů
5. stupeň	nedostatečně	8 - 0 bodů

Tento tvar testové položky a systém skórování přináší výrazné zvýšení objektivity a minimalizuje náhodnost voleb řešení (hádání žáka). Skórování položek s vícenásobným řešením může být i jednodušší. Za každou správnou volbu přidělíme příslušný zlomek celkového bodu za položku.

6.4 Uspořádací položky:

Principem uspořádacích položek je seřazování a zařazování prvků podle určitých vztahů (velikosti, chronologicky aj.):

- *Seřaď kondenzátory od nejmenšího po největší podle jejich kapacity:*
 $C_1=1\ \mu F$ $C_2=0,01\ mF$ $C_3=1\ 000\ pF$ $C_4=100\ nF$
- *Podtrhni základní jednotky SI a zakroužkuj odvozené jednotky SI:*
/watt, candela, ampér, minuta, litr, milimetr, newton, kilogram, pascal, sekunda, tuna,
gram, metr za sekundu/

Nejjednodušší způsob skórování těchto položek je vhodný pro malý počet prvků (do pěti). Pak za plně správné uspořádání všech prvků přidělíme 1 bod, při jakékoli chybě 0 bodů. Citlivější skórování je uvedeno v [1].

6.5 Přiřazovací položky (matching items):

Podstatou těchto položek je vzájemné přiřazování prvků podle různých kritérií a vztahů. Mají podobu dvou skupin pojmů a příkazové instrukce.

Jednodušší varianta přiřazovací položky má stejný počet prvků obou skupin:

- Spoj čarou veličinu a její jednotku:*

<i>vnitřní energie</i>	<i>kelvin</i>
<i>látkové množství</i>	<i>pascal</i>
<i>teplota</i>	<i>mol</i>
<i>objem</i>	<i>metr krychlový</i>
<i>tlak</i>	<i>joule</i>

Náročnější je přiřazovací položka s rozdílným počtem prvků v obou skupinách:

- K názvům fyzikálních konstant přiřaď správnou hodnotu:*

	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
<i>Normální tíhové zrychlení</i>	$9,81 \text{ m.s}^{-2}$
<i>Avogadrova konstanta</i>	$3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
<i>Faradayova konstanta</i>	$8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$
<i>Molární plynová konstanta</i>	$9,65 \cdot 10^4 \text{ C.mol}^{-1}$
	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

6.6 Kombinované položky:

Další druhy položek můžeme získat kombinováním ostatních druhů. Dnes často užívanou položkou je dvojúrovňová položka, která se skládá z části výběrové volby řešení a z části tuto volbu vysvětlit, zdůvodnit, vypočítat apod.:

- *Vložením dielektrika do vzduchového kondenzátoru se jeho napětí zmenšilo 3-krát. Jaká je permitivita vloženého dielektrika? Zvol správnou odpověď a svou volbu zdůvodni!*

(a) stejná	Zdůvodnění své řešení:
(b) 3-krát větší	
(c) 3-krát menší	
(d) 9-krát větší	

Existují i další druhy položek, některé z nich však pro fyziku nejsou příliš vhodné. Nevhodné z důvodu přesnosti fyzikálního vyjadřování se nám jeví např. výběr "nejpřesnějšího" výroku a nesprávného výroku ze skupiny nabízených výroků ([4], s. 37).

Tvorba položek je náročná činnost, která se řídí určitými pravidly. Kmen položky by měl být stručný a srozumitelný, vhodné je použití obrázků, schémat atd. Vyhýbáme se náповědným formulacím, zápor pokud možno nepoužíváme. Alternativy řešení by měly být shodné co do formy a blízké obsahem, nesmějí se obsahově překrývat nebo vyjadřovat totéž jinými slovy.

Životnost didaktického testu bývá omezena, mění se totiž vzdělávací standardy, učivo, přicházejí nové fyzikální informace, mění se terminologie apod. Proto je třeba testy průběžně obnovovat či tvořit nové.

Reference

- [1] BYČKOVSKÝ, P. *Základy měření výsledků výuky. Tvorba didaktického testu*. Praha: ČVUT, 1982.
- [2] ČONDL, K. *Testy v praxi školní*. Praha: SN, 1934.
- [3] HNILIČKOVÁ, J., JOSÍFKO, M., TUČEK, A. *Didaktické testy a jejich statistické zpracování*. Praha: SPN, 1972.
- [4] CHRÁSKA, M. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999.
- [5] LAPITKA, M. *Tvorba a použitie didaktických testov*. Bratislava: SNP, 1990.
- [6] ODIJAK, B. P. *Soveršenstvovanije form i metodov kontrolja znanij po fizike v srednej škole Francii*. *Fizika v škole*, 57, 1991, č. 4, s. 74-79.
- [7] PŮLPÁN, Z. *Informační vlastnosti didaktického testu z fyziky*. Praha: Academia, 1977.
- [8] PŮLPÁN, Z. *Základy sestavování a klasického vyhodnocování didaktických testů*. Hradec Králové: Kotva, 1991.
- [9] VRÁNA, St. *Učebné metody*. Praha: DK, 1938.