

ELEKTRONICKÉ TESTOVÁNÍ ZNALOSTÍ FYZIKY

SMETANOVÁ Dana, CZ

Resumé

Článek je zaměřen na uplatnění testů s výběrem správné odpovědi při testování fyzikálních znalostí. Diskutujeme omezení pravděpodobnosti náhodného tipu. Jsou zde rozebrány výhody a nevýhody tohoto testování s ohledem na specifika fyziky. Tyto výhody a nevýhody jsou ilustrovány na příkladu elektronického testování v předmětu Fyzika v logistických procesech.

Klíčová slova: fyzika, testy s výběrem správné odpovědi, tvorba příkladů.

ON ELECTRONIC TESTING KNOWLEDGE IN PHYSICS

Abstract

The paper deals with electronic multiple choice tests. We discuss limiting the probability of accidental tip. The advantages and disadvantages of these tests are discussed with respect to the physical science. Physics has some specifics which are presented and which must be take into consideration during the testing of students.

Key words: physics, multiple choice tests, creation of the examples.

Úvod

V tomto příspěvku se zabýváme tím, jak využít testování s výběrem správné odpovědi při ověřování fyzikálních znalostí. Jsou zde zhodnoceny výhody a nevýhody pro testování fyzikálních dovedností. Tyto výhody a nevýhody jsou ilustrovány na příkladu testování v předmětu Fyzika v logistických procesech v kombinované formě navazujícího magisterského studia.

Fyzika v logistických procesech je předmět všeobecného základu pro studenty VŠTE v Českých Budějovicích. Jeho náplní je seznámit studenty s problematikou technických aspektů pohybu hmotných i informačních toků v logistických systémech. Absolvent předmětu prokazuje znalosti z oblastí aplikované mechaniky, fyzikálních polí, elektromagnetických vln a metod pozorování pohybu těles.

Studenti kombinované formy mají ve výrazně kratším čase absolvovat stejný objem probírané látky a zároveň mají absolvovat průběžné hodnocení v předmětu, což klade vysoké nároky nejen na výuku, ale i na testování jejich znalostí. Vzhledem k potřebě efektivně otestovat dílčí znalosti fyziky jsme se v této skupině přiklonili k elektronickému testování, které umožňuje informační systém školy.

Navázali jsme na elektronické testování z Matematiky I a Matematiky II, se kterým máme při hodnocení průběžných znalostí studentů kombinované formy pozitivní zkušenosti [3], [4], [7]. Při testování dílčích znalostí studentů je elektronické testování velmi vhodné, protože dochází k velké úspoře času, jak na straně pedagogů, tak na straně studentů. Toto je velmi ceněné zejména v kombinované formě studia.

Jakým způsobem proběhlo elektronické testování u studentů kombinované formy, a jeho výsledky jsou diskutovány v následujících kapitolách.

1 Testy s výběrem správné odpovědi

Testy s výběrem správné odpovědi (tzv. multiple choice testy) jsou takové testy, které obsahují uzavřené otázky.

Uzavřenými úlohami míníme takové úlohy, které obsahují několik odpovědí. Student z nich vybírá správnou odpověď na úlohu. Bývá obvyklé, že správná odpověď je jen jedna, není to však nutné, může být i více správných odpovědí nebo žádná. Například student na formuláři (či v elektronické formě) kroužkuje, zaškrťává, označuje odpovědi a), b), c), ...

Poznamenejme, že druhým typem úloh jsou otevřené úlohy, což jsou takové, kde je potřeba odpověď (popřípadě i s řešením) vypsát. Speciálně pro testování fyzikálních dovedností mají nezastupitelnou roli právě otevřené úlohy, lépe vystihují charakter předmětu. Avšak na dílčí testování znalostí z fyziky lze využít i testy s výběrem správné odpovědi.

V následující části analyzujeme výhody a nevýhody uzavřených úloh (zpracováno dle [6]). Jedná se o vlastnosti, které mají testy s výběrem správné odpovědi. Jak se výhody a nevýhody těchto typů testů projevují právě v matematice, uvádíme ve třetí kapitole.

Výhody uzavřených úloh:

- vyhodnocení odpovědí je rychlé a při záznamu odpovědi do předtištěného formuláře nebo při elektronickém testování může být automatizováno,
- vyhodnocení je velmi objektivní, lze jednoznačně rozhodnout, zda je odpověď správná nebo nesprávná,
- uzavřené úlohy jsou vhodné pro studenty, kteří mají potíže s vlastním formulováním odpovědi
- nebo pomalu píšící,
- odpověď není závislá na studentově vyjadřovací či formulační schopnosti a zcela minimálně na jeho grafomotorické zdatnosti - jde nejčastěji o zakřížkování, zakroužkování či odkliknutí správné odpovědi.

Nevýhody uzavřených úloh:

- některé dovednosti produktivní povahy (jako zformulovat stanovisko, nakreslit obrázek, načrtnout graf apod.) se nedají uzavřenými úlohami testovat vůbec nebo jen velmi omezeně,
- znevýhodňují nepozorné a roztržité studenty (mohou přehlédnout mezi alternativami správnou
- odpověď nebo se spletou při zaškrtnutí), ale také studenty přespříliš hloubavé, kteří nad alternativami znejistí a hledají v nich „chyták“,
- existuje jistá pravděpodobnost uhodnutí správné odpovědi, tato pravděpodobnost vzrůstá u úloh s malým počtem alternativ (2-3) či při použití nevhodných distraktorů,
- nelze vysledovat myšlenkový postup, kterým se student dobral k řešení,
- vytvoření dobré uzavřené úlohy není úplně snadná záležitost, odhalení konstrukčních
- nedostatků nemusí být zjevné ze studentských odpovědí a vyžaduje si hlubší analýzu,
- studenti mohou snáze opisovat.

2 Tvorba testů s výběrem správné odpovědi v předmětu Fyzika v logistických procesech

Studenti přicházejí z různých typů škol s nesourodou znalostí základů fyziky. Proto jsou v předmětu průběžně hodnoceni ze základních znalostí fyziky. Z průběžného hodnocení získávají 0 až 30 bodů, které jsou jim započteny ke zkoušce. Elektronické testování znalostí bylo použito jako forma pro průběžné hodnocení u studentů kombinované formy studia.

Jakým způsobem celkově proběhlo průběžné hodnocení v tomto předmětu (včetně denní formy studia) je diskutováno v článku [5].

Testy jsou tvořeny následujícím způsobem. Jsou vyhotoveny 3 sady příkladů. První sada obsahuje několik oblastí – termodynamiku, optiku, gravitaci, druhá příklady z kinematiky, třetí z elektřiny a magnetismu. V každém příkladu je volba z pěti odpovědí, přičemž právě 1 odpověď je

správná. Test pro každého studenta je vytvořen tak, že z každé sady řeší jeden příklad, celkem tedy tři typově různé příklady. Správná odpověď je hodnocena 10 body, tedy lze získat maximálně 30 bodů.

Při tvorbě testů s výběrem správné odpovědi jsme se soustředili zejména na následující fakta:

- konstrukci uzavřených úloh tak, aby nebylo snadné uhádnout odpověď a bylo nutno skutečně provést výpočet,
- rychlé, efektivní a objektivní vyhodnocení,
- omezení náhodného tipu správné odpovědi,
- omezení opisování studentů.

Dále jsme se soustředili na konstrukci uzavřených úloh tak, aby nebylo snadné uhádnout odpověď a bylo nutno skutečně provést výpočet, omezení náhodného tipu správné odpovědi, omezení opisování studentů. Omezení opisování studentů bylo dáno především nastavením elektronického prostředí.

Testy s výběrem správné odpovědi jsou vhodné při ověřování dílčích znalostí u studentů zvláště ve větších skupinách nebo ve skupinách, které jsou časově znevýhodněné (např. v kombinované formě studia). Testy z fyziky byly použity u 53 studentů z kombinované formy.

Matematickým modelem pravděpodobnosti úspěchu v testech s jednou správnou odpovědí je binomické rozdělení (viz. [1], [2]):

$$\text{PROB}[X = x] = \binom{n}{x} p^x (1 - p)^{n-x},$$

kde X je náhodná veličina vyjadřující počet úspěšných odpovědí získaných při náhodném testu, n počet otázek, p pravděpodobnost vytipování správné odpovědi, přičemž $x \in \{0, 1, \dots, n\}$.

Pravděpodobnost náhodného tipu jsme omezili počtem příkladů a počtem možností volby odpovědi. Pravděpodobnost náhodného tipu na plný počet bodů při třech příkladech o 5 odpovědích je $1/125$, tedy $0,008$. Při počtu 53 studentů by náhodnou volbou test splnilo 0,424 studenta (méně než 1 student) na plný počet bodů. Pravděpodobnost je dostatečně malá.

Omezit možnost opisování se nám při využití elektronického testování podaří snadno. Používáme elektronické testování pomocí Odpovědníku, který je k dispozici na intranetu VŠTE. Odpovědník vygeneruje každému studentovi originální test ze zadaných sad otázek. Tedy z každé sady vygeneruje náhodnou volbou jeden příklad. Po stanoveném čase se Odpovědník buď sám zavře, nebo může být zavřen „uložením“. Studenti mohou svou práci také ukládat průběžně a tím chrání své zodpovězené otázky pro případ náhodného kolapsu počítače popř. internetu.

Při počtu 28 různých příkladů máme 300 možností různých testů. Což je při počtu studentů 53 dostačující. Navíc se studentům u každého příkladu náhodně generuje i pořadí nabízených možností. Tedy i v rámci stejného příkladu vygenerovaného u dvou různých studentů bude např. v jednom případě správná odpověď a), v druhém případě c). Náhodně je zamícháno pořadí příkladů a odpovědí.

I v případě dvou totožných testů by byly příklady a v nich uvedené odpovědi v různém pořadí, což znesnadňuje možnost opisování.

Tvorba příkladů samotného testu byla zaměřena na zjištění následujících faktů u studentů kombinované formy:

- jakým způsobem ovlivní testování znalost zadání studentům známých příkladů (příklady a jejich řešení byly pro studenty umístěny na webu),
- zda studenti umí snadno řešit příklady, kdy musí něco logicky vyvodit ze známých fyzikálních poznatků,
- zda jsou studenti schopni bez problémů řešit typové úlohy obdobné úlohám, které jim byly poskytnuty.

Co jsme zjistili při zkoumání jednotlivých faktů, je diskutováno v následující třetí kapitole a shrnuto v Závěru.

3 Zhodnocení výhod a nevýhod testování v předmětu Fyzika v logistických procesech

Elektronické testování z předmětu Fyzika v logistických procesech bylo použito ve skupině 53 studentů z kombinované formy na konci zimního semestru akademického roku 2014/15. Testování proběhlo v krátkém časovém úseku na počítačích, abychom zamezili nechtěnému zveřejnění zadání mezi jednotlivými studenty. Testovali jsme základní znalosti fyziky. Maximální možný počet bodů získalo 32 osob, 20 osob získalo 20 bodů, 10 bodů nezískal nikdo a jedna osoba získala 0 bodů.

Každá sada příkladů byla konstruována se záměrem zjistit výše uvedená fakta. První sada příkladů (termodynamika, optika, gravitace) byla zaměřena na vyvozování logických závěrů. Druhá sada obsahovala typové úlohy z mechaniky, jejichž zadání nebylo přesně známo. Do třetí sady (elektřina a magnetismus) byly vybrány pouze příklady z těch, které byly dány studentům k dispozici jako součást doporučených typových příkladů (zadání a vzorová řešení byla k dispozici na webu). S tím, že u několika známých příkladů došlo k drobným změnám. Změny byly pouze v tom, že jsme v zadání změnili požadavek na násobnost jednotky ve výsledku (např. chtěli jsme uvést výsledek v mikrotlesla místo militesla).

V testech se tedy objevilo celkem 23 chybných výsledků. Nejméně chyb bylo v první a druhé sadě (5 a 6 chyb). Studenti tedy velmi dobře zvládali úlohy na logické uvažování a typové úlohy, jejichž zadání jim dopředu nebylo známo.

Prekvapivé bylo, že nejvíce chyb se objevilo v sadě příkladů, které byly vybírány z příkladů studentům známých. Jednalo se celkem o 12 chyb a z toho 8 bylo ze záměny násobnosti jednotky u pozměněných příkladů. Celkem 13 studentů z celkového počtu dostalo příklady se zaměněnou násobností jednotky a 8 z nich udělalo chybu.

Obrovskou výhodou testování je, že zvláště elektronická verze testování je rychlá, efektivní a objektivní. Rychlost a efektivita testování se v tomto případě projevuje pravděpodobně nejvíce z výhod uváděných v [6]. Jedná se o výhodu jak pro studenty kombinované formy, kteří jsou časově velmi zaneprázdnění, tak pro vyučující. Lze snadno vyhodnotit, zda je odpověď správná či nikoliv. Systém vyhodnotí správnost odpovědí, sečte body a přenesení výsledný součet do připraveného seznamu studentů. Jedná se o obrovskou úsporu času pedagoga, zejména při opravování písemných prací a při jejich následném vyhodnocování.

Nevýhody elektronického testování se v tomto případě projevují především na straně studentů. Hlavní nevýhody jsou dvě, první z nich se týká nepozornosti studentů a tím vzniklých překlepů (např. bylo zaškrtnuto: třikrát se zmenší místo třikrát vzroste).

Druhá velmi významná nevýhoda je, že nelze hodnotit průběžný postup. Toto se projevilo u 8 studentů, kteří měli pravděpodobně příklad vypočtený správně a záměnou násobnosti jednotek označili špatnou odpověď. V případě, že by studenti psali test „klasicky“ písemnou formou, měli by z příkladu téměř plný počet bodů, protože výpočet byl správný. Ovšem v případě elektronického testování získali z hodnocení příkladu 0 bodů.

Elektronické testování také znevýhodňuje roztržité studenty. V tomto konkrétním případě se to projevilo u jednoho studenta, který na závěr testu volil pouze „meziuložení“ místo „uložení“. Což se projevilo tak, že jeho výsledky nebyly přeneseny do seznamu studentů a zůstaly uloženy pouze v části, která je přístupná jen vyučujícím. Student se okamžitě nedozvěděl bodové vyhodnocení testu a vyučující jej musel dohledat v systému a ručně přenést do výsledkové listiny. V jiných typech nastavení elektronického prostředí by toto mohlo vést přímo ke ztrátě dat.

Závěr

Sestavené a vygenerované testy byly použity a prakticky vyzkoušeny při dílčím testování 53 studentů kombinované formy studia v předmětu Fyzika v logistických procesech.

Z provedeného testování jsme zjistili několik faktů. Studenti nemají problém vyvozovat logické výsledky z naučených faktů a jsou schopni aplikovat znalosti naučené při výpočtu typových úloh do příkladů s odlišným zadáním. Asi nejzajímavějším faktem je, že se pravděpodobně získané typové úlohy učí ve větší míře nazpaměť. Tento fakt výrazně ovlivnil odpovědi u příkladů, které byly mírně modifikovány. Kdyby nedošlo k drobným změnám u poslední sady příkladů vybírané ze známých příkladů, byl by počet chyb ve všech třech sadách příkladů srovnatelný.

Při tvorbě úloh je třeba dbát na omezení nevýhod, které s sebou testy s výběrem správné odpovědi přinášejí (viz. [6]). V případě pečlivého výběru příkladů je možno efektivně použít takové testy jako vhodný doplněk ke standardním způsobům zkoušení studentů. Testy jsou velmi vhodné pro průběžné testování znalostí, nebo ověření získaných znalostí v průběhu semestru. Pro závěrečný zkouškový test je vhodnější ve fyzice používat klasický písemný test, kde se hodnotí i postup výpočtu jednotlivých příkladů.

Literatura

1. DOBBS, S., MILLER, J. *Statistics 1*. Adv. Level Mathematics. Cambridge University Press, 2002.
2. HÁTLE, J., LIKEŠ, J. *Základy počtu pravděpodobnosti a matematické statistiky: vysokošk. učebnice*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1972. 463 s. Řada ekonomické literatury
3. CHLÁDEK, P., SMETANOVÁ, D. Elektronické testování z matematiky, *Media4u magazine*. 2014, roč. 11, č. 2/2014, s. 42-44. ISSN 1214-9187. Dostupné z: <http://www.media4u.cz/mm022014.pdf>
4. CHLÁDEK, P., SMETANOVÁ, D. Zhodnocení přínosu elektronického testování studentů v matematice, *Trendy ve vzdělávání*. 2014, roč. 7, č. 1, s. 328-331. ISSN 1805-8949. Dostupné z: http://www.kteiv.upol.cz/tvv_web/tvv14/tvv_2014_proceedings.pdf
5. KRIEG, J., SMETANOVÁ, D. Průběžné hodnocení fyzikálních znalostí, *Trendy ve vzdělávání*. 2015, roč. 8, č. 1, s. 328-331. ISSN 1805-8949
6. SCHINDLER, R. a kol. *Rukověť autora testových úloh*. Vyd. 1. Praha, Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2006, 86 s. ISBN 80-239-7111-5
7. SMETANOVÁ, D., CHLÁDEK, P. Jak konstruovat „multiple choice“ úlohy z matematiky, *Trendy ve vzdělávání*. 2014, roč. 7, č. 1, s. 402-404. ISSN 1805-8949. Dostupné z: http://www.kteiv.upol.cz/tvv_web/tvv14/tvv_2014_proceedings.pdf

Kontaktní adresa:

Dana Smetanová, RNDr. Ph.D.,

Katedra přírodních věd, Vysoká škola technická a ekonomická, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, ČR,
tel.: +420 387 842 133, e-mail: smetanova@mail.vstecb.cz