

VYUŽITÍ TESTŮ S VÝBĚREM SPRÁVNÉ ODPOVĚDI V MATEMATICE

CHLÁDEK Petr – SMETANOVÁ Dana, CZ

Resumé

Článek se věnuje testování studentů matematiky pomocí testů s výběrem správné odpovědi. Jedná se o využití jedné části e-learningu používané u studentů kombinované formy. Je zde popsána metodika tvorby takových testů, která je následována statistickým vyhodnocením a rozбором úspěšnosti studentů. Jsou zde prezentovány nejčastější typy chyb v testech. Je diskutována vhodnost tohoto typu testování zejména u studentů kombinované formy vysokoškolského studia.

Klíčová slova: testování studentů, testy s výběrem správné odpovědi, pravděpodobnost.

USE OF MULTIPLE CHOICE TESTS IN MATHEMATICS

Abstract

The paper concerns the case of multichoice tests in mathematics. We present the use of one of the e-learning part used by students of the combined form. The construction such a test is described here. Final part analyses successfulness of students and statistical evaluation of testing. In the paper there are presented the most common types of errors in tests. We discussed the appropriateness of this type of testing, especially for students of the combined form of higher education.

Key words: testing of students, multiple choice tests, probability.

Úvod

Elektronické testování studentů použitím testů s výběrem správné odpovědi z několika nabídnutých možností (tzv. „multichoice“ testy) je v současnosti intenzivně využíváno ve většině studijních oborů na všech typech škol. Přestože matematika není obecně považována za vhodnou disciplínu k uplatnění takovýchto testů, pokusíme se zde prezentovat objektivní zhodnocení této formy testování.

1. Průběžné testování studentů

Průběžné testování formou „multichoice“ testů na Vysoké škole technické a ekonomické v Českých Budějovicích je prováděno především u studentů kombinované formy. Je součástí e-learningové podpory pro tyto studenty. Samotný charakter kombinovaného studia klade na studenty i pedagogy nemalé nároky, proto je vhodné využívat všech forem e-learningu [6]. Na VŠTE v Českých Budějovicích je v rámci vnitřního intranetu vybudována celá struktura, která se dá využívat jako podpora e-learningu.

My se v článku omezíme pouze na tu část, která se týká elektronického testování znalostí studentů kombinované formy v předmětu Matematika II.

Testy jsou naprogramovány do intranetového prostředí s názvem „Odpovědník“. Ten je možno naprogramovat tak, aby testy byly přístupné pouze v určených dnech a hodinách. Po otevření „Odpovědníku“ pro příslušný předmět je vygenerován test ze zadaných sad příkladů, na jeho vyplnění má student určený čas. V případě, že student neukončí testování dříve, Odpovědník se po určeném čase od otevření sám uzavře. Dále se automaticky vyhodnotí správné odpovědi a výsledné body se překopírují do seznamu.

Elektronické testování pomocí úloh s výběrem správné odpovědi má své výhody i nevýhody. Tyto jsou uvedeny například v [7]. Jakým způsobem se projevují výhody a

nevýhody testů speciálně v testování matematických znalostí, jak předcházet náhodnému tipu a z toho vyplývající omezení při tvorbě příkladů, jsou diskutována v [3], [4], [5], [8].

Je potřeba zcela otevřeně říct, že pro testování matematických znalostí nelze používat výhradně tyto typy testů. Nelze otestovat některé specifické oblasti matematiky, např. úlohy typu, kde je potřeba nakreslit graf. Numerická chyba při výpočtu ovlivní správný výsledek. Nemůžeme sledovat myšlenkové postupy studentů, což je pro ně nevýhodné. V případě znalosti postupu by v „klasickém“ testu alespoň správná část řešení mohla být uznána.

Na VŠTE je průběžné testování studentů využíváno zcela přirozeně k otestování získaných znalostí studentů. Druhá neméně důležitá část je, že body získané v průběžném hodnocení (0-30 bodů) jsou připočítávány k hodnocení zkoušky. Zkouška je hodnocena maximálním možným počtem bodů 100, z toho je 30 bodů z průběžného hodnocení a 70 bodů ze závěrečné písemky. K úspěšnému absolvování zkoušky je potřeba získat nejméně 70 bodů z možných 100 bodů.

V tomto článku se zabýváme průběžným hodnocením, které proběhlo v předmětu Matematika II v letním semestru akademického roku 2013/14. V letošním akademickém roce ještě průběžné hodnocení neproběhlo. Průběžné hodnocení v předmětu Matematika I (včetně výběru vhodných příkladů) je diskutováno v [4].

Matematika II obsahuje základní kurz integrálního počtu (speciální typy integrací) a úvod do teorie obyčejných diferenciálních rovnic. Matematika II je vyučována v bakalářských oborech Strojírenství, Konstrukce staveb, Technologie dopravy a přepravy, Pozemní stavby. Studenti kombinované formy mají v jednom semestru 15 hodin seminářů, ve kterých je potřeba zvládnout náročné učivo a provést průběžné ohodnocení studentů.

Testy v předmětu Matematika II jsou tvořeny takto: studenti řeší 3 příklady (každý je z různé oblasti), u každého příkladu mají na výběr 5 odpovědí (z nich je pouze 1 správná). Správně vyřešený příklad je hodnocen 10 body, špatná odpověď je hodnocen 0 body. Nelze zkontrolovat správný postup výpočtu, pouze výsledek. Tedy maximální počet bodů, které mohou získat, je 30 bodů, což odpovídá kvótě průběžného hodnocení.

Pravděpodobnost náhodného vyplnění na plný počet bodů je $1/125$, tedy 0,008. Obecný vzorec a podrobnější rozbor výpočtu pravděpodobnosti je uveden například v [1], [2], [3]. Při počtu 83 studentů (účastníků průběžného hodnocení v posledním akademickém roce) by náhodnou volbou test teoreticky splnilo 0,664 studenta (méně než 1 student) na plný počet bodů. Tedy pravděpodobnost je dostatečně malá.

Testy jsou tvořeny následujícím způsobem. Jsou vyhotoveny 3 sady příkladů z oblastí: speciální typy integrací, aplikace integračního počtu, diferenciální rovnice. Každá sada obsahuje 15 příkladů. Test pro každého studenta je vytvořen tak, že z každé sady řeší jeden náhodně vybraný příklad, celkem tedy tři typově různé příklady. Správná odpověď je hodnocena 10 body, špatná 0 body.

Každému studentovi je vygenerován unikátní test z celkového možného počtu 3 375 možností různých testů. Pravděpodobnost, že by vedle sebe sedící dva studenti měli shodný celý test, je zaokrouhleně $3 \cdot 10^{-4}$. Pravděpodobnost, že by vedle sebe sedící studenti měli shodný právě jeden příklad, je 0,174. Pravděpodobnost, že by vedle sebe sedící studenti měli shodný alespoň jeden příklad, je 0,187.

Studentům se u každého příkladu náhodně generuje i pořadí nabízených možností odpovědí a zároveň míchá pořadí otázek ze sad. Tedy i v rámci stejného příkladu vygenerovaného u dvou různých studentů bude např. v jednom případě správná odpověď a), v druhém případě b). Navíc v případě dvou stejných testů nebudou mít příklady stejné pořadí.

2. Výsledky testování v akademickém roce 2013/2014

V této kapitole se zabýváme tím, jak dopadlo testování z hlediska získaných bodů a jaké typy chyb byly nejčastější. Poznamenejme, že pro testování byly vybrány jednoduché typové

příklady cílené na to, abychom zjistili, jakým způsobem studenti zvládli probíranou látku a případně jaké jsou nedostatky v jejich znalostech. Způsob výběru vhodných příkladů pro elektronické testování z Matematiky II je uveden v [8].

Celkové zhodnocení získaných bodů je uvedeno v Tabulce 1.

Tabulka 1: Výsledky průběžného hodnocení (zdroj vlastní)

Počet získaných bodů	0	10	20	30
Počet studentů	7	17	23	36

Podle našeho mínění studenti přípravu nepodcenili a zároveň ukázali dobrou rychlou orientaci v povolených materiálech. Studenti mají k průběžnému hodnocení a následně pak i ke zkoušce povoleno používat integrační a derivační tabulky (vybrané vzorce) a kalkulačku bez grafického kalkulátoru.

V tabulce číslo dvě jsou uvedeny počty chyb v jednotlivých sadách otázek.

Tabulka 2: Počet chyb v jednotlivých sadách (zdroj vlastní)

Sada příkladů	Integrační počet	Aplikace integrálů	Obyčejné diferenciální rovnice
Počet chybných výsledků	21	33	24

Jak je z Tabulky 2 zřejmé, počet chyb v sadách, týkajících se speciálních typů integrací a obyčejných diferenciálních rovnic, je srovnatelný. Počtem chyb se nejvíce vymyká sada aplikačních příkladů v integračním počtu, která dopadla nejhůře.

Podle reakcí studentů na přednáškách, seminářích a konzultacích víme, že u studentů převládá názor, že jako nejtěžší je v Matematice II vnímána oblast diferenciálních rovnic. S tímto výsledky testování nekorespondují. Nyní rozebereme, jaké typy chyb studenti v testu dělali.

Integrační počet je zaměřený na speciální typy integrací, obsahuje tři části: vybrané typy substitucí, použití rozkladu na parciální zlomky, metoda per partes. Při typových úlohách se chyby objevovaly zcela výjimečně při substitucích. Srovnatelně chyb bylo při rozkladech na parciální zlomky a při metodě per partes.

Aplikace integrálů je zaměřena na výpočet obsahu ploch ohraničených křivkami, výpočet objemu tělesa, které vznikne rotací křivky kolem osy x , výpočet délky křivky. Problémové aplikační příklady byly především takové, kde je nutné k správnému sestavení integrálu načrtnout graf. Jak se zdá, správné řešení příkladu bylo ovlivněno nejen numerickou chybou, ale především neznalostí grafického vyjádření křivek. Tedy možnost úspěšného výpočtu byla ovlivněna chybějícími středoškolskými znalostmi.

Obyčejné diferenciální rovnice obsahují různé metody řešení obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu (separace proměnných, lineární rovnice, Bernoulliho rovnice, ...). U rovnic vyššího řádu je probírána metoda přímé integrace a lineární rovnice s konstantními koeficienty (homogenní a se speciálními pravými stranami). U této sady úloh lze říct, že chyby se objevovaly napříč celým spektrem příkladů.

Závěr

Průběžné testování odhalilo několik zajímavých poznatků týkajících se zpětné vazby pro vyučující. Studenti z vysokoškolské látky nejhůře zvládli integraci, kde museli použít rozklad na parciální zlomky a metodu per partes. Dále jejich schopnosti řešit aplikační příklady jsou výrazně ovlivněny nedostatečnou znalostí středoškolského učiva (načrtnutí grafu funkce).

Na základě pozitivních zkušeností, i přes všechny nevýhody, můžeme pro průběžné testování znalostí studentů úlohy typu „multiple choice“ doporučit. Zvláště při velké studijní skupině, případně nedostatku času, je to často jediná použitelná možnost, jak všechny studenty efektivně, objektivně a spravedlivě vyzkoušet.

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., NÝDL, V., ŠULISTA, M., Struktura zápočtových testů z matematiky a jejich vyhodnocování. In L. Hračková ed. *Sborník aktuální otázky výuky matematiky na ekonomických oborech*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. s. 34-37, 4 s. ISBN 978-80-210-5669-5
4. 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>
5. 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
6. KLEMENT, M., CHRÁSKA, M., DOSTÁL, J., MAREŠOVÁ, H. *E-learning: elektronické studijní opory a jejich hodnocení*. Olomouc: Agentura GEVAK, s.r.o., 2012. 341 s. ISBN 978-80-86768-38-0. Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/uploads/soubory/klement/elearning/klement-a-kol-elearning.pdf>
7. SCHINDLER, R. a kol., *Rukověť autora testových úloh*. Vyd. 1. Praha, Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání, 2006, 86 s. ISBN 80-239-7111-5
8. 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:

Petr Chládek, Mgr. Ph.D.,
Katedra přírodních věd, Vysoká škola technická a ekonomická, Okružní 10, 370 01 České Budějovice,
ČR, tel.: +420 387 842 133, e-mail: 10770@mail.vstecb.cz

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