

JAK KONSTRUOVAT „MULTIPLE CHOICE“ ÚLOHY Z MATEMATIKY

SMETANOVÁ Dana – CHLÁDEK Petr, CZ

Resumé

Článek se zabývá problematikou, jak správně vytvářet testové úlohy z matematiky. Je třeba eliminovat nežádoucí vlivy ovlivňující možnosti použití testů, a naopak výběrem vhodných typů otázek zajistit pozitivní přínos testování.

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

ON THE CONSTRUCTION OF MULTIPLE CHOICE MATHEMATICAL TESTS

Abstract

This paper deals with the use of multiple choice tests in mathematics. The fundamental idea - how to construct questions for such tests - is discussed in this paper. It is important to eliminate undesirable effects connected with their use and by choosing suitable types of questions to secure positive benefits offered by multiple choice tests.

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

Úvod

V článku je popsán způsob tvorby matematických testových otázek s výběrem správné odpovědi. Matematiku, a vlastně přírodní vědy jako takové, je velmi obtížné a leckdy až nevhodné zkoušet pomocí testů typu multiple choice. Nicméně zkušenosti autorů jsou takové, že i multiple choice testy lze, za předpokladu výběru správných typů otázek, použít jako doplněk ke klasickým způsobům testování studentů. V odstavci 1 je popsána idea tvorby testů, v odstavci 2 poté následuje ukázka konkrétních úloh a jejich rozbor.

1 Tvorba testů s výběrem správné odpovědi pro předmět Matematika II

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. 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.

Konstrukce uzavřených úloh s ohledem na to, aby nebylo snadné uhádnout odpověď je ukázána na konkrétních příkladech typových úloh v následující kapitole. Bližší informace o specifikách testů s výběrem správné odpovědi lze najít v [7]. Jakým způsobem se výhody a nevýhody těchto typů testů projevují při testování matematických znalostí najdete v [6].

Testy s výběrem správné odpovědi jsou vhodné při ověřování dílčích znalostí u studentů zvláště ve větších skupinách. Speciálně v kombinované formě předmětu Matematika II je přibližně 120 studentů. Obrovskou výhodou je, že zvláště elektronická verze testování je rychlá, efektivní a objektivní. Lze snadno vyhodnotit, zda je odpověď správná či nikoliv. Systém vyhodnotí

správnost, sečte body a přenesse výsledný součet do připraveného seznamu studentů. Pro pedagoga je to obrovská úspora času při opravování písemných prací a při následném vyhodnocování.

Matematickým modelem pravděpodobnosti úspěchu v testech s jednou správnou odpovědí je binomické rozdělení (viz. [1], [2], [4], [5]):

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

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 120 studentů by náhodnou volbou test splnilo 0,96 studenta (méně než 1 student) na plný počet bodů. Pravděpodobnost je dostatečně malá. To, jakým způsobem lze ovlivňovat pravděpodobnost těchto jevů můžeme vysledovat např. ve [3], [8].

Při průběžném testu nejsou studenti limitováni žádnými požadavky na jeho splnění. Test má za úkol poskytnout vyučujícímu zpětnou vazbu o aktuálních znalostech studentů. Současně jsou výsledky testu využity k závěrečnému hodnocení, kdy jsou studentům připočteny k bodům získaným u zkuškové písemné práce. Třicet bodů je maximální počet, který může být studentovi takto připočten. Proto je každá ze tří úloh průběžného testu hodnocena 10 body.

Omezit možnost opisování se nám při využití elektronického testování podaří snadno. Odpovědník vygeneruje každému studentovi originální test. Tedy z každé sady o 15 příkladech vygeneruje náhodnou volbou jeden příklad. Při třech sadách o 15 příkladech máme 3 375 možností různých testů. Tedy pravděpodobnost, že by vedle sebe sedící dva studenti měli shodný celý test je přibližně $3 \cdot 10^{-4}$. Pravděpodobnost, že by vedle sebe sedící studenti měli shodný jeden příklad, je přibližně $0,174$. 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 b).

2 Ukázky typových úloh

Na konkrétních typových úlohách si uvedeme způsob výběru vhodných příkladů pro elektronické testování. V tomto odstavci z pochopitelných důvodů nejsou uvedené originální úlohy z elektronického testu, jsou zde uvedeny pouze obdobné typové úlohy. Připomeňme, že test je konstruován ze tří sad příkladů. První sada se týká speciálních typů integrace, druhá aplikací integračního počtu a třetí obyčejných diferenciálních rovnic.

Sada speciální typy integrace:

Příklad:

Spočítejte $\int \sin^2 x \cdot \cos x \, dx$

a) $\frac{\sin^3 x}{3} + \frac{\cos^2 x}{2} + c$ b) $\frac{\sin^3 x}{3} \cdot \frac{\cos^2 x}{2} + c$ c) $\frac{\sin^3 x}{3} + c$ d) $\frac{\cos^2 x}{2} + c$

e) jiné řešení

Zde je sice možné derivováním všech nabízených odpovědí odhalit správný výsledek, ale i tím student ukazuje, že zná souvislost mezi derivací a integrálem. Navíc postupné zkoušení všech variant je nejspíše pracnější, než samotný výpočet integrálu.

Sada aplikace integračního počtu:

Příklad:

V rovině je dán obrazec ohraničený křivkami $y=0$, $x=0$, $x=1$ a $y=x^3$. Vypočítejte objem tělesa, které vznikne rotací obrazce kolem osy x .

a) $\pi/7$ b) 2π c) $2\pi/3$ d) $\pi/21$ e) jiné řešení

Bez důkladného pochopení vzorce nelze snadno odhadnout řešení. K správnému zapsání integrálu, tj. zjištění mezí a dosazení, je potřeba nakreslit graf. Po následném dosazení je výpočet zřejmý. Při řešení tohoto příkladu nelze obejít analyzování problému a následný výpočet.

Sada obyčejné diferenciální rovnice:

Příklad:

Najděte obecné řešení diferenciální rovnice $y'' + 3y' + 2y = 0$.

a) $c_1 e^{3x} + c_2 e^{2x}$ b) $c_1 e^x + c_2 e^{2x}$ c) $e^x + 2e^{2x}$ d) $c_1 e^{-x} + c_2 e^{-2x}$

e) jiné řešení

Bez sestavení a vyřešení charakteristické rovnice nelze řešení odvodit, student je nucen prokázat znalost početního algoritmu vedoucího ke správnému výsledku.

Závěr

Sestavené a vygenerované testy byly použity a prakticky vyzkoušeny při dílčím testování studentů kombinované formy studia v předmětu Matematika II. 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.

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. MRKVIČKA, T., PETRÁŠKOVÁ, V.: *Úvod do statistiky*. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2006, 147 s. ISBN 80-7040-894-4.
5. MRKVIČKA, T., PETRÁŠKOVÁ, V.: *Úvod do teorie pravděpodobnosti*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2008, 166 s. ISBN 978-80-7394-115-4 .
6. CHLÁDEK, P., SMETANOVÁ, D., *Zhodnocení přínosu elektronického testování studentů v matematice*, Trends in Education: Information Technologies and Technical Education, Olomouc: Palackého univerzita, 2014, 4 s. ISSN 1805-8949
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. TLUSTÝ, P., KAFKOVÁ, M. Testování a matematika. In *Sborník z 9. setkání učitelů matematiky všech typů a stupňů škol*. Srní : Jednota českých matematiků a fyziků, 2004, s. 107-110. ISBN 80-86843-01-7.

Lektorovali: RNDr. Vladimíra Petrášková, Ph.D., PhDr. Marek Šulista, Ph.D.

Kontaktní adresa:

Dana Smetanová, RNDr. Ph.D., Katedra přírodních věd, Vysoká škola technická a ekonomická, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, ČR, tel.: 00420 387 842 133, e-mail: smetanova@mail.vstecb.cz

Petr Chládek, Mgr. Ph.D., Katedra přírodních věd, Vysoká škola technická a ekonomická, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, ČR, tel.: 00420 387 842 103, e-mail: chladek@mail.vstecb.cz