

## USE OF STATISTICS IN EVALUATION IN E-LEARNING SYSTEMS

Soňa NERADOVÁ – Josef HORÁLEK

**Abstract:** This article describes the relationship between probability of passing a test and the form of the test. The aim is mathematically express the statistical probability of passing a test fortuitously, without previous learning. The reason for this analysis is the expansion of e-learning on all educational levels.

**Key words:** e-learning, testing, probability.

## VYUŽITÍ STATISTIKY PŘI EVALUACI V E-LEARNINGOVÝCH SYSTÉMECH

**Resumé:** Příspěvek poukazuje na vztah mezi pravděpodobností a formou testování. Hlavním zaměřením článku je matematicky popsat pravděpodobnost úspěšného vykonání testu náhodným způsobem bez učení se. Důvodem tohoto rozboru je rychlý rozvoj a dynamické nasazování e-learningových systémů do výuky na všech úrovních vzdělávání.

**Klíčová slova:** e-learning, testování, pravděpodobnost.

## 1 Úvod

21. století přineslo rozmach informačních technologií. Moderně vybavené počítačové učebny, kvalitní počítačové sítě a vysoko-rychlostní připojení k internetu již nejsou jen výsadou vysokých škol a specializovaných učeben, ale stávají se standardem na všech středních školách a většině základních škol. Navíc i velká většina českých domácností také disponuje počítačem a připojením k internetu. I tato skutečnost je jedním z důvodů, proč se e-learning stále častěji stává běžnou součástí výuky na všech stupních škol.

Systémy, které se pro tvorbu výukových systémů používají, se dají všeobecně nazvat jako LMS systémy. K jejich vývoji se používají systémy LCMS, umožňující tvorbu jednotlivých kurzů dle standardu SCORM, kompatibilních s LMS.

Pořízení vhodného systému může být pro vzdělávací instituci velkou investicí, proto je při jejich výběru potřebné stanovit si kritéria, která by tento systém měl podle [1] splňovat:

- ✚ Charakter zamýšlených kurzů, zda se bude jednat o kurzy krátkodobé, semestrální, vysokoškolské studijní programy nebo programy celoživotního vzdělávání. Jak se budou kurzy aktualizovat, zda budou certifikované nebo necertifikované, jejich nároky na bezpečnost apod.
- ✚ Cílové skupiny, pro které budou kurzy určeny, zda půjde o kurzy pro veřejnost

nebo profesně zaměřené skupiny, limity počtu uživatelů atd.

- ✚ Charakter vzdělávací instituce, finanční prostředky apod.
- ✚ Nároky samotného systému na správu, administraci, technickou údržbu atd.

**Systém LMS**

Learning Management System (LMS) je řídicí výukový systém (systém pro řízení výuky), tedy aplikace řešící administrativu a organizaci výuky v rámci e-learningu.[2]

Jedná se o aplikace, které v sobě integrují zpravidla nejrozličnější on-line nástroje pro komunikaci a řízení studia (nástěnka, diskusní fórum, chat, tabule, evidence ad.) a zároveň zpřístupňují studentům učební materiály či výukový obsah on-line nebo i off-line. LMS systémy obsahují velké množství modulů, které upravují chování systému vůči jednotlivým uživatelům, umožňují rozlišení rolí a rozhraní dle požadavků a potřeb jednotlivých institucí.

Za běžné funkce systémů řízeného vzdělávání můžeme považovat následující moduly:

- ✚ evidence a správa žáků
- ✚ evidence a správa kurzů
- ✚ katalog výukových kurzů a objektů
- ✚ správa studijních plánů
- ✚ evidence hodnocení žáků
- ✚ testování a přezkušování žáků
- ✚ správa přístupových práv

- ✚ komunikační nástroje
- ✚ autorské nástroje k vytváření výukových kurzů a objektů - LCMS
- ✚ úložiště výukového obsahu

LMS aplikací je velká řada. Některé jsou profesionální, akademické a komerční, existují ale i zdarma dostupná opensource řešení. Jednotlivé aplikace LMS mohou navíc obsahovat systém pro správu obsahu (Learning Content Management System – LCMS).

Mezi nejrozšířenější LMS patří BlackboardTM, Adobe Connect, Fronter, eDoceo, z open source jmenujme např. Moodle, jehož obliba v posledních letech výrazně stoupá nebo JoomlaLMS, který je postaven na redakčním systému Joomla.

### Systém LCMS

Pod termínem LCMS (Learning Content Management System) jsou označovány systémy, které slouží k vývoji elektronických kurzů a současně řeší týmový proces vytváření a údržby obsahu, který zahrnuje didaktické zpracování, tvorbu, sdílení, distribuci a změny obsahu za spolupráce znalců obsahu, didaktických pracovníků, tvůrců médií a programátorů.[3]

Systém LCMS by měl splňovat několik základních podmínek:[4]

- ✚ plnohodnotná tvorba obrazovek kurzu za použití formátovaného textu a grafiky
- ✚ podpora vkládání řady typů multimedií (obrázky, animace, videa, zvuky, simulace) známých formátů, měnění jejich vlastností a programování jejich interakcí s okolím
- ✚ podpora výukových strategií e-learning
- ✚ prostředky pro programování reakcí na aktivity uživatelů, pohyb a změny vlastností objektů, vytváření simulací
- ✚ týmový proces tvorby a úprav obsahu
- ✚ správa a znovu používání obsahu, sdílení, jednotlivých verzí, zamykání obsahu a zdrojů
- ✚ dekompozice a kompozice obsahu na výukové objekty libovolného rozsahu

Výsledkem tohoto systému by měl být plnohodnotný kurz, který splňuje standardy SCORM a je možné ho nasadit do libovolného LMS systému.

Mezi nejrozšířenější systémy LCMS v České republice patří iTutor, další používané jsou TotalLCMS, Saba Learning Suite, Plateau LCMS.

### SCORM

SCORM (Sharable Content Object Reference Model = referenční model sdíleného obsahu) je nejdůležitějším a nejvíce respektovaným mezinárodním standardem pro e-learningové vzdělávání. Je to model, který vytváří a doporučuje sadu vzájemných technologických specifikací a směrnic vytvořených pro splnění vysokých nároků na vzdělávací obsah a systémy. Norma SCORM byla oficiálně vydána v lednu 2000, od té doby se SCORM stále vyvíjí a expanduje v závislosti na potřebách průmyslových odvětví, vládních institucí a akademických participantů.

SCORM [5] se zaměřuje na web/webová prostředí jako na základní platformy pro dodávku vzdělávacího obsahu. To se děje za předpokladu, že vše, co může být doručeno vzdělávanému prostřednictvím webu, může být snadno použito v dalších vzdělávacích prostředích, která kladou menší požadavky na přístupnost a síťovou podporu. Tato strategie eliminuje většinu vývojářské práce potřebné pro přizpůsobení elektronického obsahu různým technologickým platformám, protože web sám o sobě představuje univerzální médium pro dodávku obsahu. SCORM (vybudovaný na základě existujících webových standardů) osvobozuje vývojáře a zaměřuje je na rozvoj efektivních vzdělávacích strategií.

Základní principy standardu SCORM lze shrnout do několika klíčových bodů:

- ✚ Přístupnost – schopnost zpřístupnit vzdělávací komponenty (kurzy, moduly apod.) z libovolných míst tam, kde je internet.
- ✚ Přizpůsobivost - schopnost upravovat komponenty individuálním a organizačním potřebám, času a výdajů spojených s dodávkou vzdělávacích obsahů.
- ✚ Trvalost – schopnost snášet technologický postup bez nutnosti redesignu a přeprogramování.
- ✚ Interoperabilita - schopnost přebírat vzdělávací komponenty vyvinuté v různých oblastech a používat je opětovně i na jiných platformách - např. mezi různými LMS.
- ✚ Opakovaná použitelnost - flexibilita pro začleňování vzdělávacích komponentů v jiných aplikacích a kontextech.

Díky standardizaci SCORM mohou zákazníci využívat LMS a LCMS od různých výrobců a tyto systémy spolu správně spolupracují.

Někteří výrobci dodávají jak LMS tak LCMS. Tyto systémy pak často společně nabízí vyšší integraci, než jakou umožňuje norma SCORM a přináší tak zákazníkům další výhody, kterých nelze dosáhnout spojením LMS a LCMS různých výrobců.[6]

## 2 Otázky a testování

Jedním z nejčastějších využití e-learningových je k prezentaci studijních materiálů i testování. Typy úloh, které lze sestavit můžeme rozdělit dle [7] do několika dobře známých skupin. Tím nejčastějším je dělení podle typu úlohy (položek testu). Ty se pak rozdělují dle:

### Formy:

#### Otevřené úlohy

Mezi typy patří doplňovací úloha, klastr doplňovacích úloh, produktivní otevřená úloha s rátkou odpovědí a produktivní otevřená úloha s dlouhou odpovědí

#### Uzavřené úlohy

Mezi tento typ úloh řadíme dichotomické otázky (binary item), klastr dichotomických otázek, otázka s výběrem odpovědi (multiple-choice item), otázka s vícenásobným výběrem odpovědi (multiple-response item), přiřazovací otázka, otázka na uspořádání, porovnávací otázka

#### Přechodné úlohy

Tyto úlohy pak vznikají kombinací předchozích typů.

### Cíle:

- ✚ Na reprodukci.
- ✚ Na porozumění.
- ✚ Aplikační.
- ✚ Analyticko-syntetické.

Cílem je samozřejmě sestavit maximálně objektivní testy s vyváženými otázkami. Oblíbenou a často používanou formou testování studentských znalostí je forma testu s deseti otázkami. Každá otázka nabízí čtyři možnosti, přičemž jenom jedna je správně. Student, který má 60% správně tj. šest otázek zodpoví správně, testem projde.

Otázkou zůstává, nakolik je splněný test odrazem studentových vědomostí, a nakolik vstupuje do hry náhoda a pravděpodobnost. Pokud tedy vyjdeme z toho, že student žádné znalosti nemá a vezmeme čistě jen pravděpodobnost, že projde testem, tedy uhodne šest otázek. Tuto pravděpodobnost spočteme následovně pomocí binomické věty.

## 3 Pravděpodobnost a testování

Pokud tedy vyjdeme z výše zmíněného tvrzení, že student žádné znalosti nemá a vezmeme čistě jen pravděpodobnost, že projde testem, tedy uhodne šest otázek. Tuto pravděpodobnost spočteme následovně pomocí binomické věty:

$$P(E) = \frac{\sum_{k=0}^m \binom{m}{k} (1^{m-k} * h^k)}{(1+h)^{m+1}}$$

kde  $m+1$  je počet otázek,

$m$  je nejvyšší počet tolerovaných špatných odpovědí,

$1+h$  je počet nabízených možných odpovědí na otázku.

Pro tedy náš uvedený případ po dosazení vyjde:

$$\begin{aligned} P(E) &= \frac{\sum_{k=0}^4 \binom{4}{k} (1^{4-k} * 3^k)}{(1+3)^{10}} \\ &= \frac{1 + 10 * 3 + 45 * 9 + 120 * 27 + 210 * 81}{4^{10}} \\ &= \frac{20686}{1048576} \cong 0,02 \end{aligned}$$

To můžeme vyložit tak, že ze sta studentů, dva uspějí bez jakýchkoliv znalostí. Tento poměr se v případě, že budeme předpokládat velmi povrchní znalost změní o řád.

V testech se často objevuje následující konstrukce: dvě otázky jsou hodně vzdáleny od správné odpovědi a student je může vyloučit pomocí dedukce a minimální znalosti dané problematiky. Pro představu uvádíme následující příklad testovací otázky obsahující téma ze základních znalostí matematiky:

Čemu se rovná  $\ln e^2$  ?

- a)  $\pi$
- b) 333
- c)  $2e$
- d) 2

Průměrný student bude vybírat správnou odpověď z možností c a d.

Pokud vyjdeme z toho, že všech deset otázek má stejnou konstrukci odpovědí, pak můžeme spočítat pravděpodobnost složení testu takto:

$$P(E) = \frac{\sum_{k=0}^4 \binom{4}{k} (1^{4-k} * 1^k)}{(1+1)^{10}} = \frac{1+10+45+120+210}{2^{10}} = \frac{386}{1024} \cong 0,38$$

To můžeme vyložit tak, že přibližně čtyři z deseti studentů projdou testem při minimálních znalostech. Toto číslo je poměrně vysoké a vynucuje si změny testovacích otázek, tak aby prvek náhody měl menší účast a test více odrážel znalosti studentů. Je možné toho docílit různými cestami například více otázek, více odpovědí. Další možností jsou takzvané přímé otázky. Pokud by z deseti otázek dvě byly přímé a student s minimální znalostí na ně správně neodpoví a předpokládáme, že minimální znalosti mu pomohou omezit výběr na dvě možnosti. Potom pravděpodobnost, že úspěšně složí test, vychází následovně:

$$P(E) = \frac{\sum_{k=0}^2 \binom{2}{k} (1^{2-k} * 1^k)}{(1+1)^8} = \frac{1+10+45}{2^8} = \frac{56}{256} \cong 0,22$$

Pro tento případ je pravděpodobnost úspěšného složení testu studentem s minimální znalostí ještě poměrně vysoké číslo (jeden z pěti).

Pokud by z deseti otázek tři byly přímé a student s minimální znalostí na ně správně neodpoví a předpokládáme, že minimální znalosti mu pomohou omezit výběr na dvě možnosti. Potom pravděpodobnost, že úspěšně složí test, vypadá následovně:

$$P(E) = \frac{\sum_{k=0}^1 \binom{1}{k} (1^{1-k} * 1^k)}{(1+1)^7} = \frac{1+10}{2^7} = \frac{11}{128} \cong 0,09$$

Zde jsme řádově na stejné hodnotě jako v prvním vyčíslení ( $P=0,02$ ).

Výsledkem je, že konstrukce otázek musí být taková, že všechny čtyři alternativy se jeví

studentovi s minimální znalostí jako rovnocenné nebo je užitečné použít přímé otázky.

Pokud budeme mít test obsahující deset otázek a ke každé pět odpovědí, potom pravděpodobnost, že úspěšně složí test, vypadá následovně:

$$P(E) = \frac{\sum_{k=0}^4 \binom{4}{k} (1^{4-k} * 4^k)}{(1+4)^{10}} = \frac{1+10*4+45*16+120*64+210*256}{5^{10}} = \frac{62201}{9765625} \cong 0,006$$

Je patrné, že lze výše uvedenými způsoby omezit tzv. náhodné natipování odpovědí. Tyto testy používáme ve studijních oporách a slouží jako zpětná vazba pro studenty, aby viděli, jak se orientují v základních pojmech daného tématu. Také je nutí k soustředění a pozornému čtení. Pochopitelně postupně jak narůstá počet probraných témat, tak narůstá obtížnost a proto je důležité přesné pochopení otázky pro výběr správné odpovědi. S podobným způsobem testování se studenti setkají, pokud chtějí získat odborné profesionální certifikáty např. v oblasti operačních systémů – Microsoft nebo počítačových sítí – Cisco.

Nicméně tento styl ověřování úplně neprovede schopnost analýzy zadané úlohy např. řešení, proč zařízení v počítačové síti nefunguje předepsaným způsobem. Dobrou přípravou pro zvládnutí takových situací je ověřování znalostí studentů pomocí kognitivních map[8].

Je patrné, že všechny výše popsané způsoby ověřování znalostí jsou neoddelitelné a vytváří pro studenta prostředí, které mu nastavuje zrcadlo jeho skutečných znalostí.

#### 4 Závěr

Problematika testování, tvorby objektivních testů a jejich vyhodnocení je problematika, kterou se zabývají odborníci nejen z oblasti didaktiky jednotlivých oblastí, ale i informačních technologií a matematiky. S nástupem informačních technologií do oblasti vzdělávání pak četnost využívání testů k hodnocení studijních výsledků narůstá. Tento článek chtěl poukázat na základní problémy s kterými se každý pedagog setkává při tvorbě a vyhodnocení testů a upozornit na jejich možná negativa. Dalším cílem tohoto článku bylo poukázat na



nutnost kombinace jednotlivých typů otázek právě k vůli jejich větší objektivitě.

## 5 Literatura

- [1] VANĚK, Jindřich. E-learning, jedna z cest k moderním formám vzdělávání. V Karviné: Slezská univerzita v Opavě, 2008, 96 s. Studia Oeconomica. ISBN 978-807-2484-713. [2] ČSN ISO 690 (02 0297). Praha : Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [2] Learning Management System. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/LMS>
- [3] LCMS. In: Kontis: e-learning [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: [http://www.e-learn.cz/uvod\\_soucasti\\_lcms.asp?menu=elearnin g&submenu=soucasti&subsubmenu=lcms](http://www.e-learn.cz/uvod_soucasti_lcms.asp?menu=elearnin g&submenu=soucasti&subsubmenu=lcms)
- [4] Learning Content Management System. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lcms>
- [5] The Sharable Content Object Reference Model (SCORM). In: [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné z: <http://www.net-university.cz/elearning/17-the-sharable-content-object-reference-model-scorm>
- [6] Vztah obsahu, LMS a LCMS. In: Kontis: e-learning [online]. [cit. 2012-03-26]. Dostupné

z: [http://www.e-learn.cz/uvod\\_soucasti\\_vztah.asp?menu=elearnin g&submenu=soucasti&pos=6](http://www.e-learn.cz/uvod_soucasti_vztah.asp?menu=elearnin g&submenu=soucasti&pos=6)

[7] ANDERSON, Lorin W, David R KRATHWOHL a Benjamin Samuel BLOOM. A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Complete ed. New York: Longman, c2001, 352 s. ISBN 08-013-1903-X.

[8] USING MIND MAPS IN TEACHING COMPUTER NETWORKS. Journal of Technology and Information Education: Časopis pro technickou a informační výchovu. 2011, roč. 3, č. 2, s. 3. ISSN 1803-537X. Dostupné z: [http://www.jtie.upol.cz/clanky\\_2\\_2011/neradova.pdf](http://www.jtie.upol.cz/clanky_2_2011/neradova.pdf)

**Ing. Soňa Neradová**

**Mgr. Josef Horálek**

**Katedra softwarových technologií**

**Fakulta elektrotechniky a informatiky**

**Univerzita pardubice**

**Studentská 95**

**532 10 Pardubice 2**

**Česká republika**

**Tel: +420 466 037 004**

**E-mail: [sona.neradova@upce.cz](mailto:sona.neradova@upce.cz),**

**[josef.horalek@upce.cz](mailto:josef.horalek@upce.cz),**

**Www pracoviště:**

**<http://www.upce.cz/fei/kst.html>**