

TWO METHODS OF EVALUATION OF ADAPTIVE STUDY MATERIALS

Kateřina KOSTOLÁNYOVÁ*, Ostravská univerzita
Jana ŠARMANOVÁ, Ostravská univerzita

Přijato: 4. 3. 2016 / Akceptováno: 18. 4. 2016

Typ článku: Teoretická studie

DOI: 10.5507/jtie.2016.009

Abstract: In this paper, adaptive e-learning means individualized e-learning instruction which automatically adapts the study material to every student's personal characteristics, i.e. their learning styles. In order for this form of instruction to be successful, highly structuralized and adaptable study materials are essential. As far as the author is concerned, it is a new and demanding way of creating study materials. Therefore, feedback about their quality is of paramount importance. The goal of the paper is to introduce two new methods of automatic evaluation. At the conclusion of instruction, the log about students' behavior in the online mode is analyzed. In the analysis, both statistical methods and data mining are used. The paper describes the theoretical proposition of both types of evaluation and their verification in practice.

Keywords: adaptive instruction, textbook evaluation, student's behavior analysis

DVĚ METODY EVALUACE ADAPTIVNÍCH STUDIJNÍCH MATERIÁLŮ

Abstract: V rámci tohoto příspěvku je adaptivním e-learningem nazývána individualizovaná e-learningová výuka, která automaticky přizpůsobuje studijní materiál osobním charakteristikám každého studenta, jeho učebnímu stylu. Pro úspěch tohoto způsobu výuky jsou důležité kvalitně zpracované adaptovatelné učebnice s vysokou strukturalizací. Pro autora jde o nový a náročný způsob tvorby studijních materiálů, proto je důležitá zpětná vazba o jejich kvalitě. Cílem příspěvku je seznámit čtenáře se dvěma novými metodami automatické evaluace. K analýze jsou použity metody statistické a metody získávání znalostí z dat. Příspěvek popisuje teoretický návrh obou typů evaluace i jejich ověření v praxi.

Klíčová slova: adaptivní výuka, evaluace učebnice, analýza chování studenta

*Autor pro korespondenci: katerina.kostolanyova@osu.cz

1 Úvod

Cílem příspěvku je seznámit čtenáře se dvěma novými metodami automatické evaluace, pokud je výuková opora zpracována podle zásad teorie adaptivní výuky (Kostolányová, 2012). Úvodem tuto teorii a jejími principy stručně představíme, podrobněji je popsána a definována v uváděných primárních zdrojích.

Individuální výuka neboli výuka jednotlivce byla donedávna výjimečnou skutečností a probíhala většinou jen u mimoškolní výuky či výuky nepovinné. V jazykových školách, uměleckých oborech, sportovních školách apod. V klasických školách všech stupňů nebyla možná pro velký počet žáků a studentů na učitele. Také používané učebnice byly zpracovávány jednotně pro všechny studenty. I když byly vytvořeny vysoce odborně i pedagogicky fundovanými autory, nemusely vyhovovat všem studentům stejně.

S rozvojem počítačových sítí a rozšířením internetu mezi širokou veřejností se objevily rozsáhlé nové možnosti i pro výuku. Ovšem schopnosti techniky zatím předbíhají pedagogický software. Možnosti e-learningu zdaleka nejsou využity a stále převažují elektronické učebnice pro všechny studenty stejně. Přitom by HW i SW nástroje umožnily nejen individuální výuku, ale navíc i výuku adaptovanou na míru vlastnostem a schopnostem každého studenta.

Hlavním důvodem, proč neexistují rozdílné učebnice pro různé typy studentů, je dosud neúplně probádaná problematika typů studentů, jejich učebních stylů a dále metod, jak který typ studenta optimálně učit. Jde o multioborový problém, který vyžaduje spolupráci pedagogů, psychologů a specializovaných informatiků.

Jeden z týmů, řešících tento problém, se před několika léty vytvořil na Pedagogické fakultě Ostravské univerzity. Ve spolupráci zmíněných typů odborníků byla zpracována teorie adaptivní výuky. Postupně se tato teorie ověřována v praxi i rozšiřována dalšími navazujícími výzkumy. Mimo pracovníky katedry na ní spolupracuje řada studentů doktorandského studia, obhájeno bylo již několik souvisejících disertačních prací.

Adaptaci výuky obecně rozumíme změny ve způsobu výuky stejné vyučovací látky, ale uskutečňované různým způsobem, aby vyhovoval potřebám každého studenta. Ideální je použití všech možností e-learningu, tedy nástrojů ICT. Pokud počítač a internet nevyužijeme jen k prezentaci zpracovaných výukových opor a multimédií, ale naučíme jej výuku adaptovat - individualizovat automaticky podle toho, jakého studenta právě vyučuje. Automatická individualizace výuky znamená vyřešení řady dílčích problémů:

- jaké charakteristiky určují učební styl (US) studenta,
- jaké vyučovací styly (VS) existují a čím jsou charakteristické,
- jaký VS se má který typ studenta s jeho US použít, aby byl výsledek optimální,
- jak je zapotřebí zpracovat učebnice, aby byly k dispozici v různých variantách vyučovacího stylu pro různé US,
- jakou strategii vyučování je vhodné upevňovat nabyté znalosti studenta,
- jakými automatickými metodami je možné získat zpětnou vazbu o účinnosti výuky.

Mimo uvedené teoretické problémy je nutné pro navržená řešení vytvořit nový původní programový systém řízení výuky (LMS), protože žádný z dosavadních systémů tyto možnosti neobsahuje.

Původní teorie adaptivní výuky (TAV) navrhuje jednu z možností, jak řešit tyto problémy. V kapitole 3 uvedeme základní principy této teorie. Zdůrazníme především ty prvky, které budou sloužit k evaluaci adaptivních e-learningových učebnic.

2 Metody používané při evaluaci učebnic

Evaluace neboli hodnocení, známkování se používá prakticky ve všech oblastech života, i když ne vždy je nazývána evaluací. V pedagogice se evaluace v některých zdrojích (např. Dvořáková, 2010) dělí na

- evaluaci vzdělávacích potřeb,
- evaluaci vzdělávacích programů,
- evaluaci edukačního prostředí,
- evaluaci učebnic,
- evaluaci reálné výuky.

Zde se budeme zabývat posledními dvěma body.

Evaluaci učebnic budeme dále nazývat všechny metody, které mohou přispět k hodnocení úspěšnosti výuky podle evaluovaných učebnic:

- Běžně se používají především odborné či pedagogické posudky. Zpracovávají je po vytvoření učebnice recenzenti – odborníci příslušného oboru ještě dříve, než se učebnice předloží k výuce studentům. Někdy se vypracovává také tzv. laický posudek potencionálním studentem. Na základě připomínek z těchto posudků může autor učebnice upravit problematické části. Praxe však ukazuje, že recenze nepostihnou vždy všechny nedostatky učebnice. Záleží na osobním názoru recenzenta o formě výuky, na podrobnosti posudku a řadě dalších faktorů. Posudky obvykle odhalí především zřejmé odborné chyby.
- Samozřejmostí, zvláště na vysokých školách, bývají evaluační dotazníky nebo jen volně psané připomínky, které zpracovávají studenti – čerství absolventi příslušného výukového kurzu, v němž se učebnice používá. Pokud jde o prezenční výuku, není v hodnocení dost dobře možné zcela od sebe oddělit vliv učebnice a vliv učitele na výslednou spokojenost studenta s výukou. U e-learningové výuky je ale převažující vliv učebnice. Proto studentská evaluace má vyšší váhu. Praxe opět ukazuje, že se někdy rozcházejí názory na kvalitu učebnice u studentů na jedné straně a u recenzentů na straně druhé. Studenti mohou preferovat jiná hlediska, než učitelé.
- Pokud je výuka řízena LMS, většinou je automaticky pořizován protokol o chování studenta během jeho při hlášení k systému. Obvykle se protokoluje každý klik studenta na další funkci systému. Podrobnost protokolu pak záleží na tom, jak je učebnice podrobně strukturována. Ne vždy je protokol také automaticky analyzován, učitel si pak musí analýzu provádět sám.

Dále uvedeme dvě nové metody automaticky prováděné evaluace.

První původní metoda částečně nahradí didaktický posudek před výukou. Je založena na použití sémantické sítě pojmů, která je automaticky zkonstruována nad výukovým textem. Ze struktury sítě jsou pak vyhledány a zaznamenány vazby mezi pojmy několika typů. Z vazeb je dále analyzováno, zda text opory neporušuje některé didaktické zásady.

Druhá metoda automatizuje analýzu protokolu z procesu výuky. Ze skutečného chování studentů při výuce, velmi podrobně zaznamenaného, počítá mnohé charakteristiky metodami statistickými a vyhledává i dosud neznámé asociace mezi atributy výukového procesu. K tomu používá metod získávání znalostí z dat.

3 Individuální a adaptivní výuka

Aby mohl program, který individualizovanou výuku řídí, řídit skutečně individualizovaně, musí znát o studentovi řadu informací, týkajících se jeho učebního stylu. Teorii US se zabývalo a zabývá mnoho teoretických pedagogů a psychologů. Definovali řadu charakteristik – vlastností studentů, které mají na US vliv. Rozsáhlou analýzou těchto vlastností byla definována n-tice vzájemně nezávislých charakteristik, určujících US studenta. Publikovány byly v (Kostolányová, Šarmanová, Takács, 2009).

Omezíme se na jejich výsledný výčet: smyslová preference vnímání (verbální, vizuální, auditivní, kinestetická), sociální aspekt (preferuje učení samostatně, ve dvojici, ve skupině), afektivní aspekty (motivace ke studiu vnitřní, vnější), taktiky učení, zahrnující systematickosti (studuje systematicky sekvencně či nesystematicky náhodně), způsob zpracování informací (teoretickým odvozováním, experimentováním), postup zpracování informací (detailisticky zdola nahoru, holisticky shora dolů), pojetí studia (hloubkové, strategické, povrchní) a míra autoregulace, schopnost sám své studium řídit. Jako dynamický atribut se přidává míra úspěšnosti, nadání pro studovaný předmět.

3.1 Strukturalizace adaptovatelné učebnice

Úvodem poznamenejme, že e-learningovou učebnicí zde nazýváme kompletní výukovou oporu, která nezahrnuje jen vlastní textovou část s případnými obrázky, grafy apod., ale všechna doprovodná multimédia, videa, animace, podpůrný pedagogický SW, jednoúčelové výukové programy, webové stránky apod.

Z hlediska adaptovatelnosti nastává další úkol: jak musí být zpracována učebnice, aby ji bylo možno adaptovat na míru US každého aktuálního studenta?

V tomto odstavci se nebudeme zabývat věcnou správností a didaktickou kvalitou učebnice. Jejím hodnocením, evaluací se věnují další kapitoly.

Jednou z cest, kterou volí většina odborníků zabývajících se US, je pro každý typ studenta (často pojmenovaný) vypracovat jinou variantu opory. Pokud jde o dvě až tři vlastnosti se dvěma póly (má – nemá vlastnost), je takových variant únosné množství. Ovšem pro větší počet charakteristik by šlo o neúnosně vysoký počet variant (pro našich 14 charakteristik při pouhých dvou hodnotách každé vlastnosti by šlo o $2^{14} = 16\,384$ typů).

Byla tedy zvolena jiná cesta. Charakteristiky, které vyžadují jinak formulovanou výukovou látku, budou zpracovány ve variantách. Jde o 4 smyslové varianty (vyžadují používání různých „aktivních“ slov v textu i různých typů multimédií) a úspěšnost (vyžadují různou podrobnost výkladu či rozsah výkladu). Pro úspěšnost byly zvoleny tři úrovně tzv. hloubky výkladu. Celkem tedy jde o $4 \times 3 = 12$ variant výkladu.

Ostatní osobní charakteristiky jsou řešeny jiným přístupem. Především používáme klasické dělení výukové látky předmětu na kapitoly, případně výukové lekce. V lekci se postupně zavádějí nové informace, nové pojmy. Jednotku takové informace (například 1 nový pojem) jsme nazvali rámcem.

Analýzou toho, čím by se měly varianty opory lišit pro různé hodnoty ostatních vlastností studentů, jsme došli k závěru, že se liší hlavně pořadím a výběrem dílčích částí uvnitř rámce. Například teoreticky vybavený úspěšný student přivítá pořadí: teorie, vysvětlení, příklady a ověření; nemotivovaný a méně úspěšný student bude potřebovat pořadí: motivační příklady, podrobnější vysvětlení, teorii, ověření, motivační pochvalu. Obdobně je možno formulovat „pravidla“, jak adaptovat, tedy vybrat a uspořádat dílčí

části opory na míru US studenta. Výsledkem těchto úvah bylo rozdělení každého rámce na části, nazvané vrstvami. Byly definovány vrstvy výkladové (teoretická, sémantická, fixační, řešených příkladů a praktických příkladů), testovací (teoretické otázky, úlohy a praktické úkoly) a speciální (motivační, navigační, formulace cílů, literatura). Ukázalo se, že tyto vrstvy jsou ve shodě s didaktickými zásadami, Gagného teorií výukového procesu i dalšími pedagogicko-psychologickými principy.

Výsledkem všech těchto úvah je tedy rozdělení výuky na lekce a rámce, rámce zpracované ve smyslových a hloubkových variantách a každá varianta rozdělena na vrstvy. Varianty ani vrstvy nejsou povinné, je na zvážení autora, které z nich jsou aktuálně vhodné.

Přizpůsobení opory požadavkům strukturalizace učebnice do rámců, variant a vrstev vyžaduje důkladné seznámení autora s TAV, s metodikou zpracování variant a významem typů vrstev. Z hlediska smyslových variant se autor musí seznámit s doporučovanými formulacemi pro různé smyslové typy studentů. Protože sám obvykle patří k jednomu typu, je jeho jazyk ovlivněn tímto typem. Pro ostatní smyslové varianty se proto musí naučit jiný typ formulací stejných vět. Například pro auditivního studenta používat „auditivní“ slova jako „poslechněme si“, „prodiskutujme“, „věta zní ...“ atd., pro vizuálního studenta „vizuální“ slova jako „vidíme, že ...“, „ukážeme si ...“, „pestrý“ atd. a pro další smyslové typy obdobně.

Z hlediska hloubky výkladu si autor musí představit výklad pro průměrného studenta, pro nadprůměrného přidat něco, aby se nenudil, a pro pomalejšího studenta zpodrobnit a zpomalit výklad.

Metodika pro autory adaptivních opor je zpracována v (Šarmanová, 2011), její rozšíření je doplňováno průběžně.

3.2 Pravidla přiřazení vyučovacího stylu studentovi se známým učebním stylem

Program, který individualizovanou výuku řídí, jsme nazvali virtuální učitelem (VU). Ten má za úkol vytvořit pro aktuálního studenta, definovaného jeho charakteristikami US, z autorské výukové opory strukturované do rámců, variant a vrstev, optimální verzi výukové opory. Celý proces se dělí na 2 fáze.

V první fázi definuje VU tzv. optimální výukový styl (OVS) aktuálního studenta. To znamená, že sestaví teoreticky optimální výběr a pořadí vrstev každého rámce, platný pro jakoukoliv oporu. Ovšem skutečná opora nemusí mít v každém rámci zpracované všechny varianty a vrstvy (viz závěr odst. 1.2).

Proto následuje 2. fáze práce VU, prováděná pro každý aktuální rámec znovu: z OVS studenta definuje tzv. aktuální výukový styl (AVS), kde je adaptace rámce přizpůsobena reálnému rámci. Případné chybějící varianty nebo vrstvy jsou nahrazeny nejpodobnějšími nebo vynechány. Odladění obou těchto algoritmů je uvedeno v (Kostolányová, 2013).

3.3 Realizace adaptivní výuky adaptivním LMS

Navrženou a podrobně zpracovanou teorii adaptivní výuky bylo nutné ověřit v praxi. Protože neexistoval LMS, který by umožňoval z podrobně strukturované výukové opory pomocí expertních pravidel vytvářet optimální verzi opory pro daný US, bylo nutné takový LMS realizovat. Ve spolupráci učitelů a studentů VŠB-Technické univerzity (Drápela, 2013; Takács, 2014) a Ostravské univerzity, s podporou dvou projektů ESF OP VK, byl v letech 2010-2012 takový výukový systém zrealizován jako LMS Barborka 4

(verze 1-3 obsahovaly jen částečná řešení adaptivity). Systém se vyvíjí stále, je doplňován o další moduly, funkce i pravidla.

Celý LMS se dělí na moduly Student (identifikace studentů a dotazník pro jejich počáteční charakteristiky + vlastní výuka), Autor (ukládání a modifikace výukových opor), Expert (algoritmy virtuálního učitele, expertní systém pro pravidla VU a systém pro analýzy dat), Tutor (organizace výuky, odevzdávání úkolů, realizace testů apod.) a Admin (administrace systému). Z hlediska adaptivity jsou důležité moduly Student, Autor a Expert. V dalších kapitolách uvedeme rozšíření modulu Expert o další dva podmoduly, sloužící k evaluacím učebnice.

Modul Student má jednoduché ovládání. Po prvním přihlášení je student vyzván k vyplnění dotazníku, z něhož jsou odvozeny charakteristiky pro jeho US. Dotazník sestavil psycholog (Novotný, 2010).

Student si zvolí předmět studia a lekci, potom je mu postupně předkládána sekvence rámců po vrstvách, jak ji podle jeho US adaptoval VU. Student (jako obvykle v e-learningové výuce) si sám volí tempo výuky. Ale virtuálním učitelem předepsaná varianta a předepsané pořadí rámců ani vrstev nejsou pro něho povinné. Student může kdykoliv během výuky zvolit jinou existující sousední variantu výkladu (pro jiný smysl nebo jinou hloubku), případně se přepnout na jiný rámec celé lekce.

Všechny kroky studenta se zaznamenávají do protokolu o procesu výuky. Analýza protokolu pak může odhalit řadu zajímavých faktů jak o studentovi, tak o opoře nebo pravidlech pro řízení výuky.

3.4 Další výzkum nad teorií adaptivní výuky

V publikované TAV v roce 2012 byly definovány základní principy adaptace výukových opor v závislosti na US konkrétních studentů. V průběhu jejich realizace v LMS, jejich ověřování, při pedagogických experimentech i teoretických diskuzích celé skupiny vědeckých pracovníků přirozeně byla formulována řada dalších pedagogicko-psychologických i realizačních problémů, spojených s teorií nebo ji rozšiřujících. Uvedeme ty, které jsou již vyřešeny.

Velmi důležitým prvkem, podmiňujícím kvalitu výuky, je odborná i didaktická úroveň adaptovatelné učebnice. Protože jde o zcela nový přístup k adaptovatelnosti výukových materiálů, jejich autoři s takovýmto zpracováním nemají dostatek zkušeností.

Původně bylo zpracováno jen 12 takových učebnic, a to každá jen pro několik lekcí. Záměrně byly zvoleny předměty různých oborů: výuka jazyka (angličtina), přírodovědné (matematika, biologie, fyzika), technické (nauka o materiálu), informatické (algoritmy a programování, databáze, digitální fotografie), pedagogické (technologie e-learningu).

Nejprve každý autor tvořil výukovou oporu sám. Potom bylo uspořádáno několik pracovních seminářů, na nichž každý autor prezentoval své zkušenosti i návrhy na metody zpracování učebnice a jejích variant. Zajímavé bylo, že se všichni autoři shodli na – podle jejich názoru – stejném optimálním způsobu zpracování variant opory. Podle tohoto výsledku byl pak pro autory navržen a dále používán „formulář“ v MS Wordu. Ten obsahuje nejen předdefinovanou základní strukturu rámce s jeho vrstvami, ale také místo pro doprovodná metadata, která autor musí uvádět při ukládání do LMS.

Další autoři pak tuto šablonu úspěšně používali. Není totiž vhodné ukládat nově tvořené části opory přímo do LMS, protože se velmi často upravují.

Tímto způsobem bylo vyřešeno technické zpracování adaptivní opory. Stále však je nedořešen problém odborného a didaktického ohodnocení, evaluace učebnice.

Problematickou evaluaci se zabývaly dvě disertační práce oboru ICT ve vzdělávání, každá jinou metodou a hodnocením jiných skutečností. Popíšeme si metody evaluace obecně a podrobně pak obě nově navržené metody. Zajímavé na nich je především to, že jsou prováděny automaticky, bez další zátěže autorů nebo oponentů.

4 Evaluace s podporou sémantické sítě

Původním rozšířením možností LMS je podpora výuky sémantickou sítí (Šeptáková, 2016). Sémantická síť (SNT) je graf typu uzly – hrany, kde uzel zobrazuje pojem, hrana mezi uzly zobrazuje vztah mezi pojmy. Vztahy mezi pojmy v realitě mohou být různého typu.

Klasické sémantické sítě popisují pojmy a jejich vztahy v realitě. Výukový nebo odborný text by měl realitu odrážet, zaznamenávat realisticky, a současně podávat výklad pojmů s dodržení didaktických zásad. I zkušený autor se může občas proti těmto pravidlům prohřešit. Výukové opory v adaptivním e-learningu (díky jejich vysoké strukturalizaci a rozlišení sémantického významu dílčích vrstev textu) dávají dobrou možnost pojmy a vztahy mezi nimi rozpoznat, zaevidovat, vizualizovat i vyhledat případné didaktické chyby v nich. Vytvořená SNT nad výukovou oporou je pro tento účel dobrým nástrojem.

Pro autora může být náhled na autorskou strukturu textu zajímavý z několika důvodů:

- Pomocí vizualizace ověří, jestli opora správně popisuje realitu, jestli jsou dodrženy didaktické zásady při výkladu (například jestli je dostatečný počet příkladů k danému pojmu apod.).
- Použití SNT mezi předměty usnadní autorům i studentům porovnání definic pojmů, případně upozorní autory na nesrovnalosti.
- Použití SNT mezi předměty odhalí autorům zbytečné duplicity ve výuce nebo případné neshody definic nebo jejich výkladů.

4.1 Definice SNT pro učebnici

Nad každou učebnicí zpracovanou adaptivním způsobem je možno vytvořit SNT. Pro její zavedení nejprve definujeme základní pojmy sítě.

Pojmem, tvořícím uzel SNT, v tomto případě rozumíme definované slovo nebo slovní spojení, které autor označí v místě jeho definice a které je součástí výukové opory.

Synonymem rozumíme pedagogem definované další slovo nebo slovní spojení k již dříve definovanému pojmu, kterému je mu synonymem.

Výskytem pojmu rozumíme automaticky nalezený pojem nebo jeho synonymum kdekoli v textu opory.

Vztahem se rozumí interakce 2 různých pojmů.

Metavztahem nazveme interakci mezi pojmem definovaným a jeho automaticky nalezeným výskytem.

V SNT se rozlišuje několik typů uzlů:

- jeden typ uzlu bude obsahovat pojem, definovaný v teoretické vrstvě, a jeho synonyma,

- druhý typ uzlu bude obsahovat výskyt tohoto pojmu v textu - automaticky nalezený v kterékoliv vrstvě. Výskyt pojmu můžeme podrobněji rozlišit podle toho, kde se tento výskyt nachází v textu vzhledem k definici, jako:
 - výskyt před definicí
 - výskyt po definici

Předchůdce daného pojmu je pojem (a také typ uzlu), který se vyskytuje v definici daného pojmu. Podobně následník daného pojmu je pojem, který pro svou definici potřebuje daný pojem.

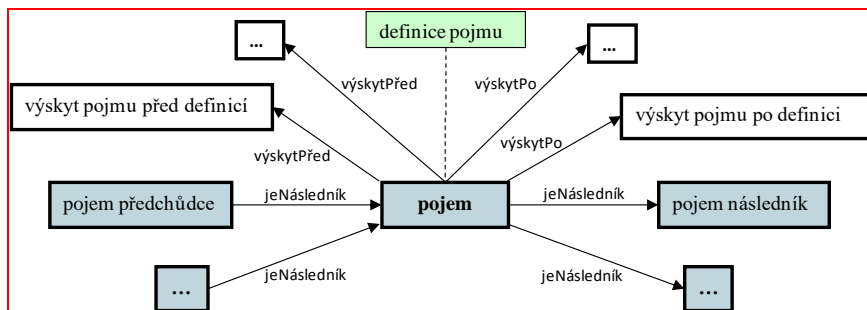
V sémantické síti lze nadefinovat různé druhy vztahů mezi pojmy. Uvedeme ty, které lze využít pro vizualizaci a evaluaci opory

- isa hierarchie (vztah předek - potomek),
- jePředchůdce,
- jeNásledník.

Také lze nadefinovat různé druhy vztahů mezi pojmem a jeho výskytem, tj. metavztahů

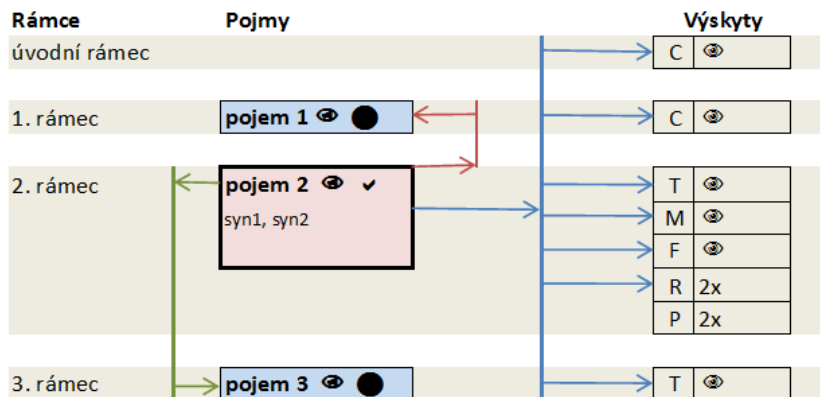
- výskytPřed,
- výskytPo.

Vztah výskytPřed definicí je metavztahem mezi pojmem a jeho výskytem, kdy se stejný pojem vyskytuje v autorském textu ještě před jeho definicí. To může naznačovat nesprávně zavedený pojem. Metavztah výskytPo definici znamená, že pojem je správně nejdříve definován a pak používán.



Obr. č. 1: Pojmy a jejich vztahy

Sémantická síť (SNT) v LMS Barborka 4 (Šeptáková, Šarmanová, 2014) je definována pro pojmy definované ve výukové opoře, konkrétně v teoretické vrstvě. Vyznačuje je autor opory, může zadat i synonyma pojmu.



Obr. č. 2: Vizualizace části automaticky vygenerované SNT

Po zadání opory předmětu do LMS je vytvořena příslušná SNT automaticky, bez další práce autora. Mimo vizualizaci sítě pojmů, jak jsou postupně definovány a používány v SNT (viz Obrázek 2.), se celá struktura ukládá do databáze systému. Nad ní je pak možno provádět řadu analýz, které umožní mimo jiné také kontrolu většiny klasických pedagogických principů – didaktických zásad.

4.2 Zpětná vazba prostřednictvím SNT pro autora

Didaktické zásady jsou známy již několik století. Rozumíme jimi didaktická pravidla, jež mají zajistit efektivnost výuky. Jedná se o nejobecnější doporučení pro učitele, při jejichž respektování může učitel při výuce či žák při učení dosáhnout maximální efektivity a účinnosti. Prvním tvůrcem pedagogické soustavy byl Jan Amos Komenský, zakladatel moderní pedagogiky. Na jeho dílo navazují prakticky všichni další teoretici v pedagogice. Jeho původní zásady se dodnes mnoho nezměnily, jen některé byly mírně přeformulovány a přibýlo několik dalších. Jsou to: zásada názornosti, zásada systematickosti a soustavnosti, zásada aktivity a uvědomělosti, zásada trvalosti, zásada přiměřenosti, zásada vyučovat od jednoduššího ke složitějšímu, žák má být současně učitelem, vyučování má být zábavné, zásada komplexního rozvoje žáka, zásada vědeckosti, zásada spojení teorie s praxí, zásada individuálního přístupu, zásada emocionálnosti, zásada zpětné vazby.

Autorovi opory poskytne SNT automaticky zpracovanou didaktickou evaluaci opory. Vygeneruje seznam chyb nebo upozornění na možné chyby, vycházející z didaktických zásad. Kontroluje úplnost všech fází výuky a správné návaznosti zaváděných informací. Gramatickou a stylistickou stránku si může autor kontrolovat například funkcemi MS Wordu. Ale zatím neexistuje automatická kontrola textu učebnice.

Na základě těchto zásad byla provedena podrobná analýza jejich projevů i jejich nedodržení v textu analyzované učebnice. SNT automaticky generuje hlášení různé důležitosti:

- informativní hlášení (**i**) - informace o možné neúplnosti výkladu - vhodnosti doplnění textu,
- varovné hlášení (**w**) - o drobnější chybě,
- chybové hlášení (**e**) - chybné nedodržení některé zásady.

Pro jejich velký počet uvedeme jen ukázkou několika typů chyb, ukazujících na nedodržení jedné ze dvou prvních zásad.

Zásada názornosti

říká, že studenti již mají o vyučované problematice jisté představy, ty je třeba správně uchopit, aby si žáci problém zapamatovali a pochopili. Učitel vede žáky k vytváření a zobecňování představ bezprostředním vnímáním skutečnosti či jejího zobrazení pomocí pomůcek a didaktické techniky, nebo při výuce uplatňuje takový výklad, který v žácích vyvolá již dříve vytvořené představy popisované skutečnosti, tj. přírodních i uměle vytvořených předmětů a přírodních nebo společenských jevů (Komenský, 1948). Učební činnost by měla aktivovat co největší množství smyslů, měla by rozvíjet žákovu představivost a fantazii, měla by obohacovat, kultivovat osobní zkušenost žáka. Smyslové vnímání umožní žákovi si vytvořit základní představy o věcech a jevech, které následně může zpracovat v pojmy. Názornost pomáhá hlavně u žáků, kteří nemají dostatek zkušeností, tj. názorné předvedení zprostředkuje žákovi přímou zkušenost, také usnadňuje přechod k abstraktnímu myšlení.

Pravidla pro evaluaci zásady v opoře:

- aktivovat smysly → pokryty variantami aspoň 2 smyslové formy,
- používat různé názorné pomůcky → audio, video, schémata,
- využívat dříve vytvořené představy → fixační vrstva,
- názorné předvedení → řešené a praktické příklady a úlohy.

Chybová hlášení po kontrole zásady názornosti:

- pojem se nevyskytuje ve výkladové vrstvě fixační, řešené příklady, praktické příklady
- pojem se nevyskytuje v testovací vrstvě rámce - úlohy a praktické úlohy
- pojem se vyskytuje ve vrstvách jen jedné smyslové varianty rámce

Zásada soustavnosti a systematickosti

vyjadřuje požadavky, aby učivo bylo logicky uspořádáno podle didaktického systému, pojem byl nejprve nadefinován, pak používán, vyučovací celky na sebe logicky navazovaly, aby se probíralo učivo postupně od jednoduššího ke složitějšímu, od blízkého ke vzdálenému, od konkrétního k abstraktnímu, od obecného k zvláštnímu, od známého k neznámému. Logické a systematické uspořádání učiva velmi usnadňuje jeho zapamatování. Aby se postupně zvyšovaly nároky na žáky, aby byla probírána základní témata určité vědní disciplíny a aby vyučování a hodnocení bylo soustavné a průběžné (Komenský, 1948). Požadavek soustavnosti se vztahuje nejen k obsahu učiva, ale i k výukovým metodám. Proto je nutné soustavně opakovat, procvičovat, průběžně podporovat žáka v učební činnosti a systematicky hodnotit jeho výsledky (v zásadě

zpětné vazby). Žák by se měl naučit pracovat pravidelně a soustavně, čímž se utváří jeho osobní učební a pracovní styl.

Pravidla pro evaluaci zásady v opoře:

- nové pojmy → nejdříve definice pojmu, potom použití (mimo speciální vrstvy),
- logické uspořádání → nejprve definovat základní pojmy, pak pomocí nich složitější pojmy,
- soustavnost → informace o čase nutném pro studium lekce v navigační vrstvě u každé lekce,
- termínované úkoly,
- systematickosti → informace o případném dalším studiu – příští týden, v příští kapitole, lekci uvést do navigační vrstvy, aby studenta motivoval pro další studium,
- motivace → doplnění příkladů z praxe, kde všude se dá nové učivo použít,
- soustavné a průběžné hodnocení → doplnění otázek a úloh ke každému pojmu.

Hlášení různého typu po kontrole zásady soustavnosti a systematickosti:

- (e) pojem se vyskytuje před definicí ve výkladové nebo testovací vrstvě XYZ
- (e) předchůdce je definován později než následník
- (w) pojem se nevyskytuje v příkladech z praxe
- (i) pojem se nevyskytuje ve speciálních vrstvách (cílová, motivační, navigační, literatura)

I další zásady jsou zpracovány obdobným způsobem. Autor si je může kdykoliv vygenerovat, na jejich základě opravit a doplnit učebnici, znovu vygenerovat, dokud není s učebnicí spokojen. Samozřejmě se může stát, že některé „chyby“ či informační hlášení autor nerespektuje, protože k tomu má vlastní důvody.

Implementace SNT byla odladěna na jedné učebnici se sedmi lekcemi, 37 rámci, 37 pojmy, 23 synonymy a 163 vrstvami. V učebnici byly záměrně ponechány některé chyby, aby bylo ověřeno správné fungování programu. Po vložení učebnice do adaptivního LMS a vygenerování SNT bylo nalezeno 422 výskytů klíčových pojmů nebo jejich synonym. Chyb a varovných či informačních hlášení původně bylo mnoho, některá se opakují u více zásad. Při postupném opravování učebnice se jejich počet rychle zmenšoval. Hlášení, která autor vědomě nerespektuje, může v seznamu vyznačit a tak se příště již nezobrazují.

4.3 Ověření přínosu evaluace pomocí SNT pro autory

Pro ověření přínosu SNT pro ostatní autory adaptivních opor byl proveden experiment, kde pro sběr dat byla použita metoda strukturovaného interview s autory, kteří již mají vlastní zkušenost s tvorbou adaptivní opory. Takových autorů není mnoho, proto součástí kvantitativní strategie výzkumu byla zvolena forma interview s předem připravenými otázkami s otevřenými odpověďmi.

Úkolem šetření bylo odpovědět na následující výzkumné otázky

- zda využití SNT a její vizualizace při tvorbě opory je pro autory přínosem,

- zda výsledná hlášení po evaluaci opory pomocí SNT autoři využijí pro zkvalitnění opory.

Vlastního interview se účastnilo 10 autorů, v němž bylo diskutováno celkem 18 dílčích otázek, z toho 12 pro první výzkumnou otázku, šest pro druhou. Celkový výsledek shrneme takto: všichni autoři

- si vyzkoušeli práci se SNT v praxi,
- by použili SNT při tvorbě příští učebnice,
- vizualizace SNT je dostatečně přehledná,
- práce se SNT je pro ně přínosem, ocenili i automatickou tvorbu výkladového slovníku,
- na základě chybových hlášení by upravili a doplnili svou učebnici,
- považují SNT za přínos i pro studenty,
- ke zlepšení čtyřikrát doporučili příručku pro autora – ta pak byla opravena.

Můžeme tedy konstatovat, že navržená a realizovaná SNT je v praxi výrazným přínosem pro autory i pro studenty.

4.4 Přínos SNT pro studenta

Po odladění učebnice pomocí SNT je tato velkým přínosem i pro studenta. Když student studuje látku postupně tak, jak je popsána v učebnici, dochází k situacím, kdy si potřebuje zopakovat dřívější pojmy, které s novou látkou souvisejí; použitím SNT nemusí „listovat“, ale najde okamžitě jak definice těchto pojmů, tak všechny související informace. Když studenta zajímá častá otázka o nové látce „k čemu je to dobré“, pomocí SNT okamžitě vidí jak teorii navazující na nový pojem, tak jeho uplatnění v praktických dovednostech, při řešení úloh apod. Zobrazení SNT napomáhá studentovi budovat si v paměti svou strukturu pojmů a jejich souvislosti. Při opakování látky před zkouškou umožní SNT lepší orientaci v pojmech. Vizualizace sítě pojmů je často výhodnější pro zapamatování, než pouhý text.

Použití SNT mezi předměty usnadní i studentům porovnání definicí pojmů, případně je upozorní na nesrovnalosti. Studenti často nepoznají, že tentýž pojem v různých předmětech znamená totéž, jen se probírá z jiného hlediska; učí se je znovu, zbytečně zatěžují paměť a nechápou souvislosti mezi předměty. Použití mezipředmětové SNT tak umožní studentům náhled na stejné pojmy s různým přístupem a tím i lepší pochopení reality.

5 Evaluace analýzou protokolu o průběhu výuky

Již jsme zmínili, že výukový proces každého studenta se podrobně protokoluje. Eviduje se každý krok, každý posun na další vrstvu, každé přepnutí studenta mimo doporučenou výukovou posloupnost, každá studentova odpověď atd. Jsou tak evidována rozsáhlá data, z nichž je možno řadou analýz získat zpětnou vazbu o proběhlé výuce. Analýza výuky se provádí ze třech hlavních hledisek: z hlediska kvality výukové opory, z hlediska charakteristik učebního stylu studenta a z hlediska správnosti pravidel řídicích výukový proces.

Nás bude zajímat první z nich, analýza účinnosti výuky z hlediska správnosti autorského sestavení výukových opor (Dvořáčková, 2016). Jde o evaluaci opory předmětu na základě sledování mnoha reálně proběhlých výukových procesů.

Nezkoumají se tedy názory a pocity studentů z evaluačního dotazníku, ale jejich skutečné průběžné znalosti a chování při výuce. Analýzy předpokládají správně nastavené charakteristiky všech studentů i správně formulovaná výuková pravidla. Hledají se především dílčí části opory, které jsou málo úspěšné buď obecně, nebo pro některé typy studentů.

Úvodem je zpracována přehledná tabulka o existenci nebo absenci všech typů vrstev každé varianty, každého rámce a každé lekce učebnice. Jde o jinou verzi seznamu vrstev opory, než je grafické zobrazení pomocí sémantické sítě. Jsou vyznačeny i chybějící vrstvy a především jsou uvedeny názvy nebo ID každé vrstvy. Autor se tak lépe a rychleji orientuje v následujících výsledcích.

5.1 Základní charakteristiky výuky předmětu

Protokol o výuce obsahuje celkem 38 atributů v první tabulce o akcích studenta (který předmět, student, prováděná akce a okolnosti akce, chování a znalosti studenta) a 15 atributů ve druhé detailní tabulce o jednotlivých odpovědích testovacích vrstev. Ze základních identifikátorů je nutné nejprve data pro analýzy předzpracovat: doplnit všemi dalšími atributy vrstev předmětu, studenta, dopočítat dobu strávenou nad každou vrstvou, kategorizovat některé atributy a dopočítat řadu odvozených atributů. Jde o časově náročný výpočet, výsledkem jsou opět dvě tabulky celkem s 69 a 41 atributy.

Pro prvotní náhled autora na data o výuce jsou nejprve spočítány základní statistické charakteristiky všech atributů: četnost, rozsah domény, průměr a medián. Již z těchto hodnot je možno získat mnohé užitečné informace, například o počtu studentů, kteří absolvovali předmět, počtu, délce a pořadí sezení studentů, době strávené studenty nad výukovými vrstvami, rozsahu manuálních zásahů studentů do řízení výuky, US charakteristikách studentů, typech vrstev předložených studentům, US charakteristikách vrstev, typech testovacích vrstev (otázek), úspěšnosti studentů u jednotlivých testových otázek, počtech odpovědí na otázky, správnosti studentských odpovědí atd.

U testovacích vrstev předpokládáme, že znalosti, reprezentované počtem správných odpovědí studentů, by se měly v průběhu výuky zvyšovat. Protože komplexní výuka používá 4 režimy:

- první čtení bez testování,
- běžná výuka s průběžně kladenými otázkami (menší úspěšnost),
- režim opakování s konzultací (lepší úspěšnost) a autotesty,
- ostré testování na závěr předmětu (vysoká úspěšnost),

Výsledky v rámci těchto režimů by se měly postupně zlepšovat. Spočítají se tedy nejen globálně pro všechny režimy, ale také postupně pro 3 režimy, používající testovací vrstvy. Dají informaci, jestli se s vyšším režimem skutečně zvyšuje úroveň znalostí studentů.

5.2 Analýzy příčin úrovně znalostí, doby učení, zásahů studenta do výuky

Původními novými analýzami je hledání příčin tří základních otázek:

- za jakých okolností (= při jakých hodnotách atributů, které mohou být příčinami) dosahují studenti různé úrovně znalostí,

- za jakých okolností tráví studenti různě dlouhou dobu nad jednotlivými částmi opory,
- za jakých okolností studentům nedostačuje nabízený výklad, a vyhledávají jiné varianty.

Nabízí se použití metod získávání znalostí z dat, konkrétně hledání asociací a metody konstrukce rozhodovacího stromu. Ty vyhledají všechny kombinace atributů – potenciačních příčin, které vedou k různým hodnotám atributů – důsledků. Tak se mohou objevit ve výsledcích nejen očekávané vztahy mezi atributy, ale i takové hypotézy – asociace mezi atributy, které dosud nikoho nenapadlo zkoumat.

Jako důsledky hledaných hypotéz jsou již jmenované tři atributy: úroveň znalostí studentů, kategorizovaná do pěti stupňů, kategorizovaná doba strávená nad jednotlivými vrstvami a příznak manuálního přepnutí studenta.

5.3 Realizace evaluačních metod

Celý evaluační systém, založený na analýzách protokolu o výuce, byl implementován do výše zmíněného adaptivního LMS Barborka 4. Byl zařazen do modulu Expert jako samostatný subsystém Evaluace. Je použitelný pro každý předmět – kurz, v němž již proběhla výuka v adaptivním LMS.

Evaluační systém obsahuje řadu metod předzpracování dat, výpočtu statistických charakteristik učebnice i procesu výuky zkoumaného předmětu, výpočtu korelací a hlavních komponent a konečně metodu hledání asociací a metodu konstrukce rozhodovacího stromu. Uživatel může subsystém Evaluace ovládat velmi jednoduchým způsobem, volit jednotlivé analýzy.

5.4 Ověření evaluace analýzou protokolu

Odladění a ověření subsystému Evaluace proběhlo celkem na dvou předmětech, pro které již byla ukončena pilotní výuka. Jsou to předměty Business English pro VŠ a Matematika, opakování pro 9. ročník ZŠ.

V předmětu Business English pro VŠ ze statistik mimo jiné vyplynulo, že:

- výuky se účastnilo 277 studentů, kteří absolvovali celkem 2099 sezení (přihlášení do systému), na jednoho studenta od 1 do 35 sezení, převážně 4 sezení; čas studia byl převážně ve středu, kolem 16 hod;
- absolvovali 45 výukových a 29 testovacích vrstev, na nich setrvali po dobu 1 – 1200 sekund (příliš dlouhá doba zřejmě znamená automatické odhlášení studenta ze systému);

Při analýze příčin byla nalezena řada asociací, některé byly očekávané, objevilo se však i několik zajímavých vztahů.

Každý vztah je formulován jako pravidlo typu IF – THEN, kde za IF je nalezená příčina formou elementární konjunkce příčinných atributů, za THEN je důsledek, tedy hodnota příslušného atributu. Uváděná spolehlivost znamená procento platných případů (splňujících příčinu i důsledek) ze všech, splňujících příčinu. Uváděná podpora je počet případů, splňujících celou asociaci.

Z výsledných 267 asociací uvádíme jen stručný výtah nejzajímavějších a nejobecnějších.

Formálně je výsledek vypsán takto:

skin=(76-100) → proc=0, podp=30, spol=85%

Slovní interpretace tohoto pravidla:

Silně (76-100) kinestetický student (skin) má výsledek znalostí nulový (proc=0) v 85 % případů, to je ve 30 případech.

Podrobnější interpretace tohoto pravidla:

Učebnice není vhodná pro kinestetické studenty; buď neobsahuje kinestetické varianty a ty jsou nahrazeny jinými méně vhodnými, nebo nejsou správně vytvořeny pro kinestetické studenty (ze statistických údajů plyne, že kinestetické varianty existují, ale nepokrývají všechny rámce).

Pro další výsledky uvedeme jen interpretaci:

1. Je-li hloubka=1 (varianta pro pokročilé studenty s vysokou úspěšností), pak je výsledek znalostí nulový v 9 případech, což je 75 % případů. Tedy testovací vrstvy v hloubce 1 jsou příliš obtížné i pro úspěšné studenty všech typů.
2. Je-li typ otázky=tvořená (otevřená otázka bez nabízených variant odpovědi), pak je výsledek znalostí nulový ve 24 případech, což je 80 % případů. Tedy otevřené otázky jsou méně úspěšné, než uzavřené otázky.
3. Je-li počet nabízených variant odpovědi na otázku vysoký (>5), pak čas strávený nad otázkou je (0-2sec). Tedy studenti nabízené varianty nečtou, pokud jich je mnoho.

Ještě jeden výsledek jako ukázka detailního posouzení jednotlivých otázek:

Je-li ID_tvrtstva=TVrs000024, pak je výsledek znalostí nulový v 20 případech, což je 80 % případů. Tedy tato otázka je v 80 % případů odpovězena špatně. Problém bude buď v předcházejícím výkladu, nebo špatně formulované otázce.

Opakování v Matematice se účastnilo 52 žáků celkem v 1 až 10 sezeních, s dobou sezení opět 1-1200 sekund, převážně v úterý a v 8 hod. ráno. Absolvovali 132 otázek.

Ze zajímavých výsledků vybíráme:

1. Otázka Tvrs000066 byla oproti ostatním vrstvám předložena studentům mnohem častěji než ostatní (109 x). Toto může být záměrem autora, který je vhodné prověřit.
2. Studenti trávili podle mediánu relativně velké množství času nad vrstvou Tvrs000076 oproti ostatním vrstvám (181 sekund). Je možné, že daná vrstva není svým obsahem studentům dostatečně srozumitelná nebo je její obsah náročný.
3. Je-li typ Tvrtsty=úloha (aplikační úloha, ne teoretická otázka) a současně je sobota a současně je doba nad vrstvou (0-2 sec), pak je výsledek znalostí nulový v 6 případech, což je 75 % případů. Tedy v sobotu si žáci asi jen „klikali“ bez snahy odpovídat.

Autorům obou předmětů byly výsledky předloženy k posouzení. Oba shodně konstatovali, že řada z výsledků je pro ně inspirací jak při doplnění nebo úpravě stávající verze učebnice, tak pro tvorbu dalších verzí či dalších učebnic.

6 Diskuse výsledků a závěry

Je velmi obtížné diskutovat závěry teorie, jejíž aplikace je v současnosti stále ještě ověřována v praxi. Pro „porovnání“ řešení problému, které porovnávat nelze, považujeme za vhodné zmínit výzkumné aktivity např. P. Brusilovského. Zabývá se

obdobným výzkumem tvorby a evaluace adaptivních studijních materiálů. (Weber & Brusilovsky). V praxi se orientuje na tvorbu a testování interaktivní adaptivní učebnice pro výuku programování. Vytváří otevřený systém, který postupně rozšiřuje o další funkcionality, jako je adaptivní doučování nezvládnutého učiva, případně adaptivní způsoby navigace v rámci vytvořeného studijního materiálu.

Dalším v praxi ověřovaným systémem je ARTHUR, autorů Gilberta a Hana. (Gilbert & Han, 1999). V tomto systému je kurz rozdělen na rámce, které jsou vypracovány v několika variantách. Každá z variant je tvořena jiným autorem studijního materiálu, tj. je napsána různým stylem. Studentovi je ze začátku přidělena varianta náhodně. Podle výsledků, kterých dosáhl student v této variantě, se vyberou podobní studenti, kteří měli z předchozích rámců podobné výsledky a zvolí se rámce, ve kterých předchozí „podobní“ studenti měli nejlepší studijní výsledky. Prakticky pak tímto způsobem dojde u většiny studentů s určitým učebním stylem k výběru variant učitele, jehož výkladový styl je jim nejbližší. Dále je převážně na vysokých školách, s cílem snížení studijní neúspěšnosti, využíván a testován adaptivní, na míru šitý systém GALE (Smits a De Bra). Všechny a mnoho dalších adaptivních prostředí se postupně vyvíjejí. Jejich ověřování v praxi je složité a pomalé. Nicméně dílčí výsledky se ve všech případech již postupně objevují.

Závěrem můžeme konstatovat, že

- námi formulovaná teorie adaptivní výuky byla zabudována do LMS nového typu, se všemi popsánými možnostmi automatické adaptace výukového materiálu podle individuálních charakteristik učebního stylu studenta;
- vytvořená metodika přiřazování osobního výukového stylu podle osobních charakteristik studenta je formulována řadou didaktických pravidel; tato pravidla byla odladěna teoreticky pomocí speciálního SW nástroje a poté ověřena v praxi na dvou pilotních předmětech.

Tento příspěvek popisuje další rozšíření teorie adaptivní výuky o dvě metody evaluace výukové opory:

1. První evaluační metoda pro pre-evaluaci využívá sémantické sítě pojmů, která je automaticky zkonstruována nad výukovou oporou, uloženou do adaptivního LMS. Metoda využívá skutečnosti, že definice zaváděných pojmů jsou uloženy v teoretické vrstvě textu opory, je proto možné je jednoznačně identifikovat. Mezi pojmy jsou pak opět automaticky vyhledány a zaznamenány vazby a metavazby několika typů. Z vazeb je dále analyzováno didakticky správné zavádění a používání pojmů v opoře – zda jsou pojmy nejprve definovány a pak používány ve výkladu, zda jsou zavedené pojmy skutečně využívány v další teorii i v aplikacích apod. Metoda byla úspěšně odladěna na jedné výukové opoře a pak byla nabídnuta autorům, kteří již měli zkušenost s tvorbou adaptivních opor. Oslovení autoři se seznámili s používáním metody prakticky v LMS. V následném autorském interview ocenili přínos metody pro svou autorskou práci. Výsledný chybový protokol velmi pohodlně vyznačí nedostatky v opoře a autoři je mohou – po zvážení – odstranit.
2. Druhá metoda post-evaluace využívá podrobný protokol o procesu výuky, který umožní velmi detailní evaluaci výukové opory na základě chování a znalostí studentů během výuky. Nehodnotí jen dotazníkem zjišťované názory studentů

na výuku, které mohou být ovlivněné řadou parametrů, včetně jejich zaujetí předmětem, výsledkem zkoušky apod. Statistická analýza vychází z jejich skutečného chování při on-line výuce: jak studují průběžně, kolik času věnují jednotlivým lekcím, pojmům, otázkám a úlohám, jak odpovídají správně či nesprávně na jednotlivé otázky (tedy, které jsou lehké, těžké či nedostatečně vysvětlené) a mnoho dalších výsledků. Následná metoda hledání asociací může objevit i dosud neznámé skutečnosti (že studenti u uzavřených otázek s větším množstvím nabízených variant tyto varianty většinou vůbec nečtou, že v sobotu většinou neodpovídají na otázky, jen si prohlíží výkladové vrstvy apod.). Výsledky mohou být pro každý evaluovaný předmět různé.

Tato metoda byla ověřována na dvou předmětech, pro které již byly zpracovány adaptivní opory i realizována pilotní výuka s pedagogickým experimentem. Přesto, že oba experimenty dopadly úspěšně (se statisticky významným zlepšením znalostí studentů), autoři obou předmětů ocenili výsledky evaluace a na základě jejich výsledků znovu upravili některé části svých opor – obsah výkladu nebo formulaci otázek a úloh.

Obě evaluační teorie i metody evaluace byly úspěšně implementovány do adaptivního LMS. Na výše zmíněných předmětech byly ověřeny a jsou k dispozici dalším autorům. Navržené teorie tak nezůstaly jen na teoretické úrovni, ale existují nástroje pro jejich další praktické užívání.

7 Literatura

- Drápela, R. (2013). *Systém řízení výuky adaptované podle učebního stylu studenta*. Ostrava. Diplomová práce. VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, Katedra informatiky.
- Dvořáčková, M. & Šarmanová, J. (2011). *Instructional Objects Evaluation in E-learning*. In: E-learning innovative models for the integration of education, technology and research: 5th GUIDE International Conference Proceedings. Rome, Italy: GUIDE ASSOCIATION. ISBN 978-88-97772-00-2.
- Dvořáčková, M. (2016). *Auto-evaluační algoritmy e-learningových kurzů*. Dizertační práce. Ostravská univerzita.
- Dvořáčková, M. (2010). *Evaluace jako nástroj zjišťování kvality v dalším vzdělávání*. Praha. Národní ústav pro vzdělávání. Dostupné na <http://www.nuv.cz/t/evaluace-jako-nastroj-zjistovani-kvality-v-dalsim-vzdelavani>
- Gilbert, J. & Han, C. (1999). *An Adaptive Instruction System based on Learning Styles*. In: Proceedings of International Conference on Mathematics / Science Education and Technology, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 1999, s. 100-105. Dostupné z: http://www.editlib.org/index.cfm?fuseaction=Reader.ViewAbstract&paper_id=10421
- Komenský, J., A. (1948). *Didaktika velká*. Brno: Komenium.
- Kostolányová, K. (2012). *Teorie adaptivního e-learningu*. Ostrava: Ostravská univerzita. 118 s. ISBN 9788074640148.
- Kostolányová, K. (2013). *Modelování adaptivní personalizované e-learningové výuky*. Habilitační práce. Univerzita Hradec Králové. 197 s.

- Kostolányová, K., Šarmanová, J. & Takács, O. (2009). *Learning Styles and Individualized eLearning*. Information and Communication Technologies in Education. Ostrava: University of Ostrava. s. 136-142. ISBN 9788073685775.
- Novotný, S. (2010). Individualization of teaching through e-learning. Development of Students - Learning Profile Questionnaire, In *Theoretical and Practical Aspects of Distance Learning*. Katowice: Studio NOA. s. 105-116. ISBN 9788360071304.
- Smits, D. & De Bra, P. (2011). *GALE: a highly extensible adaptive hypermedia engine*. In: Proceedings of the 22nd ACM conference on Hypertext and hypermedia (HT '11). New York: ACM, 2011, s. 63-72.
- Šarmanová, J. & Kostolányová, K (2008). *Intelligent individualization of study through E-learning*. Information and Communication Technologies in Education. Ostrava: University of Ostrava. s. 136-142. ISBN 9788073685775.
- Šarmanová, J. (2011). *Příručka pro autory adaptivních studijních opor*. Ostrava: VŠB TU Ostrava.
- Šeptáková, E. & Šarmanová, J. (2014). *Evaluation of E-Learning Support by Means of Semantic Network of Terms*. Information and Communication Technologies in Education. Ostrava: University of Ostrava. s. 219-227. ISBN 9788074645617.
- Šeptáková, E. (2016). *Sémantická síť pojmů v adaptivním e-learningu*. Dizertační práce. Ostravská univerzita.
- Takács, O. (2014). *Automatizované řízení adaptivní výuky v e-learningu podle stylů učení studenta*. Dizertační práce. VŠB – Technická univerzita. Ostrava.
- Weber, G. & Brusilovsky, P. (2016). *ELM-ART - An Interactive and Intelligent Web-Based Electronic Textbook*. International Journal of Artificial Int