

EMEE¹ - Efektivní monitorování a hodnocení vzdělávání

Martin Komenda²

²Fakulta informatiky, Botanická 68a, 602 00, Brno,
22. 4. 2010
komenda.m@gmail.com

Abstrakt. Cílem této práce je analyzovat formu výuky informatických oborů na Fakultě informatiky Masarykovy univerzity. Následně pak vytvořit návrh efektivního mechanismu pro monitorování chování studenta v průběhu výukového období. Pro vybraný pilotní kurz Analýza a návrh systému provést sběr dat o tom, jakým způsobem studují jednotliví studenti, tj. kdy a jaké formy učebních materiálů používají. Nasbíraná data vyhodnotit a pokusit se určit, zda a jak ovlivňuje způsob studia během semestru konečnou známku. Na základě výsledků analýzy shromážděných dat doporučit vhodnou modifikaci výuky. Udělat prvotní návrh datového modelu pro sběr takovýchto dat.

Klíčová slova: e-learning, datový model, analýza dat, informační systém, vzdělávání

1 Úvod

Moderní informační a komunikační technologie jsou dnes využívány prakticky ve všech odvětvích lidské činnosti. Nejinak tomu je i oblasti vzdělávání, obzvláště na vysokých školách. V současnosti je téměř nezbytností, aby každá univerzita disponovala nejen příjemným a kvalitním zázemím, ale aby svým studentům nabídla i dobře fungující elektronickou podporu. To souvisí především s dostupností učebních materiálů, které jsou nedílnou součástí studia.

Velmi kladný vztah mladé generace k využívání počítačů jako zdroje informací významně ovlivnil i využití výpočetní techniky jako podpory prezenčního i distančního vzdělávání zpravidla prostřednictvím internetu či lokálních univerzitních sítí. To je jedním z hlavních důvodů, proč se velmi úspěšně rozvíjí elearning na jednotlivých univerzitách. V posledním desetiletí vývoj vzdělávacích technologií zapříčinil mimořádný zájem o nové metody pro tvorbu studijních obsahů. Nicméně role technologie je často přeceňována. Množství informací, které mohou studenti získat z internetu, je obrovské, a ne vždy zcela odpovídá svou kvalitou studijnímu textu. Obecně uznávanou skutečností je fakt, že důležitým faktorem pro zajištění kvalitního vyučování je obsah. Vlastní proces učení se liší podle specifik daného žáka. Právě tato překážka spočívající s růzností potřeb a zvyklostí jednotlivých studentů motivuje autory elektronických materiálů ke zkoumání nových přístupů, které by splňovaly konkrétní individuální potřeby studentů, [2]. Otázkou však zůstává, jak efektivně a přitom efektivně monitorovat průběh semestru a sledovat

¹ EMEE – Effective monitoring and evaluation of education

chování studentů v jednotlivých etapách studia. Touto problematikou se zabývá moje diplomová práce, která byla hlavním zdrojem pro tento článek.

1.1 PB007 – Analýza a návrh systému

Fakulta informatiky už svým názvem napovídá, že využívá moderních trendů z oblasti nejnovějších informačních technologií o něco více než jiné fakulty Masarykovy univerzity v Brně. Obecně se zde logicky liší celá koncepce výuky, která je postavena na kombinaci klasické výuky ve formě přednášek a praktických seminářů založených převážně na práci se softwarem souvisejícím s probíranou látkou. Stále přibývá kurzů požadujících v průběhu semestru samostatnou práci jednotlivě nebo v týmech a součástí jejich hodnocení bývá velmi často odevzdání projektu a splnění zadaných úkolů. Jedním z typických představitelů komplexního kurzu je Analýza a návrh systému (dále PB007), který je vyučován vždy jednou za rok v podzimním semestru.

Koncepce kurzu PB007 využívá několika odlišných druhů studijních materiálů. Základem jsou výuková skripta pokrývající obsahově kompletní látku. Doplněním k jednotlivým přednáškám jsou výukové prezentace, které jsou tematicky rozděleny do celků a jsou zveřejňovány postupně dle odpřednášených okruhů. Do poměrně bohatého výčtu učebních zdrojů patří materiály k praktickým seminářům, výukové prezentace a podrobné tutoriály. K úplnému výčtu chybí ještě videozáznamy živých přednášek, které jsou do týdne dostupné ke stažení v IS MU. V průběhu podzimního semestru 2009 se konalo dohromady dvanáct přednášek a proběhlo šest praktických seminářů.

Tabulka 1. Elektronické studijní materiály kurzu Analýza a návrh systému

Typ výukového materiálu	Formát	Počet
Skripta	pdf	1
Tematické prezentace	pdf	18
Prezentace k seminářům	pdf	2
Tutoriály	html, flash	2
Videozáznamy	avi	12

2 Motivace

Primárním cílem veškeré dále popsané práce je navržení vhodných mechanismů pro pozorování chování studenta z pohledu přístupu k výukovým zdrojům a na základě nasbíraných dat provést analytický rozbor, který poskytne podložené výstupy umožňující vyvodit určité závěry. Jako pilotní předmět, v jehož rámci proběhlo sledování studijních aktivit studentů, byl kurz Analýza a návrh systému vyučován

RNDr. Ráčkem Ph.D. Tento kurz byl vybrán především pro průměrně vysokou obsazenost, dlouhodobě si jej zapisuje více než tři sta studentů převážně z Fakulty informatiky.

Analýza dostupných dat měla pomoci určit, zda a jak ovlivňuje způsob studia během semestru konečnou známku. Pro vyučujícího můžou závěry znamenat impuls pro změnu dosavadní struktury kurzu, úpravu výukových materiálů a popřípadě i přehodnocení počtu a obtížnosti zkušebních termínů. Jakou cestou se celý postup monitoringu a následného vyhodnocování ubíral je detailně rozebráno v dalších kapitolách toho příspěvku.

3 Navržené řešení

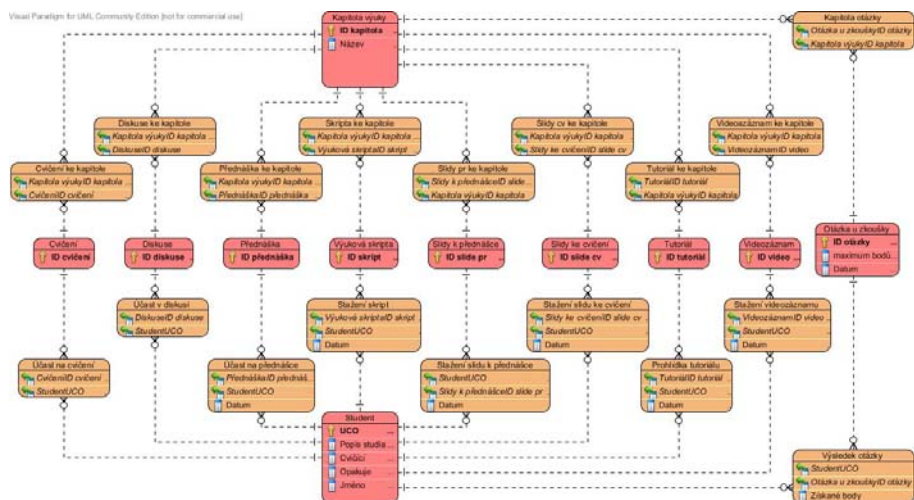
Jelikož Masarykova univerzita vyvinula a úspěšně provozuje svůj vlastní informační systém (dále je IS MU), který skýtá celou škálu zajímavých aplikací pro výuku, byla využita tato funkcionalita především pro fázi sběru dat souvisejících s přístupem studentů k výukovým materiálům. V rámci univerzity je plně podporován rozvoj e-learningových agend právě v prostředí IS MU, což zapříčinilo fakt, že si jednotliví vyučující zvykli vkládat veškeré učební materiály pouze do míst, která vymezuje IS MU pro jednotlivé kurzy. Studenti i sami učitelé si tento snadný způsob prezentace informačních zdrojů velice oblíbili a jak dokumentují statistiky, je hojně využíván. Právě statistiky přístupu ke všem druhům materiálů dostupných prostřednictvím IS MU hrály naprosto klíčovou roli při sběru dat. Druhou část nasbíraných dat tvořila účast studentů na přednáškách a praktických seminářích. Každý student potvrdil svou přítomnost svým podpisem na dané prezenční listině. Všechny seznamy přítomných studentů byly převedeny do elektronické formy, aby se mohly dále analyzovat.

Z informatického pohledu zajímavá je část zabývající se organizací dat. V situaci, kdy bylo v různých elektronických formátech dostupné značné množství dat související s chováním studentů v průběhu semestru, se objevila zdánlivě snadná otázka, jak data organizovat takovým způsobem, aby bylo možné s nimi nadále efektivně pracovat. Prvotní představa využití některé z aplikací pro analýzu informací byla rychle zavržena, protože následná analýza tak složitého souboru dat by byla časově nesmírně náročná. Po delších úvahách se pro pochopení a celkovou orientaci ukázala jako nezbytná potřeba konceptuálního modelu, který bude sloužit jako primární inspirace pro praktickou realizaci databázového řešení. Právě databáze umožňuje relativně snadno uložit všechna data a pomocí vhodných SQL dotazů získat v požadovaném formátu informace pro další analýzu. Konceptuální model byl vzorem pro vytvoření databáze založené na systému MySQL. Toto multiforní řešení bylo zvoleno především pro svou širokou implementovatelnost a výkonnost. MySQL je podporován na platformách MAC OS X, Linux, Solaris i MS Windows a jelikož se řadí mezi volně šířitelný software, má vysoký podíl na v současné době používaných databázích. Vliv na výběr vhodného implementačního řešení měl i fakt, že Fakulta informatiky v současné době nabízí podporu tří relačních databází a jednou u nich je právě MySQL. Za vlastním naprogramování celé databáze postavené na základě

zmíněného modelu stál student bakalářského studia Fakulty informatiky A. Fábíán. Duchovním autorem nápadu sledování a hodnocení výuky informatických oborů je vedoucí mé diplomové práce RNDr. J. Ráček. Rád bych tímto oběma kolegům poděkoval za spolupráci.

3.1 Detailní popis modelu

Jako modelovací nástroj byl zvolen Visual Paradigm. Obsahuje komponenty pro kompletní vizuální návrh architektury aplikací a její vyjádření pomocí nejnovější notace jazyka UML (Unified Modeling Language). Nabízí propracované grafické rozhraní pro vizuální návrh, což hrálo podstatnou roli při výběru vhodného software. Obr. 1 znázorňuje celý navržený model. Pro přehlednost je stejná ukázka ve větším rozlišení umístěna i v příloze tohoto článku.



Obr. 1. Konceptuální model pro organizaci nasbíraných dat

Nejdůležitější entitou v celém modelu je entita *Student* mající primární klíč UČO dané osoby. Další atributy uchovávají potřebné informace o studentovi, jedná se o jméno, popis studia, jméno cvičícího a indikátor opakování kurzu. Druhou významnou entitou je *Kapitola_výuky*, která určuje tematický okruh probírané látky v průběhu semestru. Jednoznačně ji identifikuje její id a pro srozumitelnost je v atributu *Název* uvedena související oblast. Osm dalších entit (*Cvičení*, *Diskuse*, *Přednáška*, *Výuková skripta*, *Slidy_k_přednášce*, *Slidy_ke_cvičení*, *Tutoriál*, *Videozáznam*) představují edukační prvky, se kterými se student v průběhu výuky setkává. Pokud je student fyzicky přítomen na přednášce nebo cvičení, tento jev se zaznamená v asociativní entitě *Účast_na_přednášce*, *Účast_na_cvičení*. Je logické, že každá přednáška i cvičení souvisí s nějakým tématem, proto jsou vytvořeny asociativní entity *Přednáška_ke_kapitole*, *Cvičení_ke_kapitole*. Přístup k výukovým

zdrojům je zmapován podobně. Pokud student přistoupí prostřednictvím IS MU k jednomu z dostupných učebních materiálů, uloží se záznam do asociativní entity s odpovídajícím názvem. Opět platí, že každý studijní materiál souvisí s danou kapitolou výuky. Tuto vlastnost uchovávají vazební entity spojující učební prvek a kapitolu výuky. Entita *Diskuse* se váže s entitou *Student* v případě, že se student aktivně zapojí do diskusního fóra předmětu nebo osobně probírá s vyučujícím určitou oblast. Opakovaně platí, že diskuse se vždy týká okruhu látky některé z kapitol, to dokumentuje existence asociativní entity *Diskuse ke kapitole*. Jednotlivé otázky, které jsou součástí různých zadání, reprezentuje entita *Otázky u zkoušky*. Ta má kromě unikátního primárního klíče atributy maximum (maximální možný bodový zisk) a datum (datum, kdy bylo zadání s danou otázkou nasazeno u zkoušky). Pokud student dorazí na zkušební termín, asociativní entita uchovává informace o bodovém zisku daného studenta na jednotlivé otázky z jeho zadání. Je jasné, že každá otázka musí být začleněna do některé z vyučovaných kapitol, tento vztah reprezentuje vazební entita *Kapitola otázky*. Pro názornost jsou asociativní entity barevně odlišeny.

Díky takto navrženému modelu je možné přistupovat k datům s pomocí SQL dotazů. Praktickou ukázkou je následující příklady:

Příklad 1.

```
SELECT DISTINCT    otazka_u_zkousky.maximum_bodu,  
                    vysledek_zkousky.ziskane_body,  
                    vysledek_zkousky.uco  
  
FROM              kapitoly_vyuky,  
                    otazky_ke_kapitole,  
                    otazka_u_zkousky,  
                    vysledek_zkousky  
  
WHERE             kapitoly_vyuky.id_kapitoly=otazky_ke_kapitole.id_kapitoly AND  
                    otazky_ke_kapitole.id_otazky=otazka_u_zkousky.id_otazky AND  
                    otazka_u_zkousky.id_otazky=vysledek_zkousky.id_otazky AND  
                    kapitoly_vyuky.id_kapitoly='kap_11'  
  
ORDER BY         uco
```

SQL dotaz v příkladu 1 vrací maximální počet bodů u otázky, získané body a UČO v otázkách patřících do kapitoly 11 seřazené podle atributu UČO.

4 Analýza dat

Samotné výsledky, které jsou reakcí na různé databázové dotazy, jsou bez dalšího analytického zpracování a komentáře zcela bezcenné. V začátcích sběru dat byly stanoveny cíle, které by monitorování a následné vyhodnocení průběhu výuky

informatického kurzu měly splnit. Další nápady na zajímavé výstupy se objevily v průběhu sběru dat i při analýze různých datových struktur. Pro detailnější rozbor byly použity dva robustní nástroje pro práci s daty, MS Excel a Statistica 9.0. Součástí kancelářského balíku Microsoft Office, obecně hojně používaný a oblíbený, Excel se využíval hned ve dvou fázích. Poprvé při převodu dat do elektronické formy a úpravě ne příliš uživatelsky příjemného formátu dat získaných z IS MU. Ten neumožňuje žádný export statistik přístupu ke studijním materiálům, bylo tedy nutné využít kombinace statistických a textových funkcí dostupných v Excelu a převést data do formy vhodné pro import do databáze. Podruhé se využilo této aplikace při vytváření grafických výstupů ve formě různých typů grafů. Oproti tomu Statistica 9.0, která mimo jiné nabízí velmi široký výběr metod pro analytická zpracování, sloužila především k získání statistických údajů, realizaci pokročilých výpočtů, ověřování normálního rozložení proměnných a pro vygenerování tří dimenzionálního grafu zobrazujícího závislost tří proměnných.

4.1 Statistický pohled

Mezi hlavní části prezentující výsledky patří statistický pohled na nasbíraná data. Každý ze statistických na chování studentů je koncipován shodnou strukturou.

- Úvod přibližuje zkoumanou problematiku a nastiňuje motivaci.
- Popisná statistika obsahuje tabulky a grafy, které vyhodnocování přineslo. Vždy se k ní vztahuje parametrická tabulka.

Tabulka 2. Parametry popisné statistiky.

Název statistiky
Střední hodnota
Chyba střední hodnoty
Medián
Směrodatná odchylka
Rozptyl výběru
Špičatost
Šikmost
Minimum
Maximum
Součet
Počet

- Závěr poskytuje zamyšlení nad výstupy a snaží se o shrnutí s cílem vyslovit statisticky podložená tvrzení.

4.2 Analytický rozbor dat

Analytický rozbor představuje další zajímavou část vyhodnocení veškerých aktivit spojených s monitorováním průběhu výuky. Většinou se jedná o kombinaci několika statistických a analytických metod, které následně vedly ke graficky znázorněným výstupům. I tato sekce má vždy stejnou strukturu.

- Popis analýzy přibližuje podrobněji zkoumanou problematiku, nastiňuje motivaci a odkrývá, jakým způsobem byla data pro danou analýzu nasbírána.
- Výstupy reprezentují především grafy, které analytické zpracování přineslo.
- Závěr poskytuje zamyšlení nad výstupy a snaží se o shrnutí s cílem vyslovit statisticky podložená tvrzení.

5 Ukázky výstupů

V účely této práce byly vybrány dvě ukázky zpracování statistického pohledu a pokročilého analytického rozboru.

5.1 Statistika: přístup k výukovým skriptům

Úvod:

Skripta s názvem Strukturovaná analýza jsou studijním materiálem, který kompletně pokrývá probíranou látku v celém semestru. S využitím monitorovacích nástrojů dostupných v Informačním systému je možné sledovat, kdo a kdy k danému materiálu přistupoval. Díky této statistice jsme schopni sledovat, kolik studentů si v jednotlivých obdobích (stanoveno po čtrnácti dnech) ukládalo tento výukový text na své počítače. Přesný začátek prvního období byl určen na základě prvního přístupu ke skriptům.

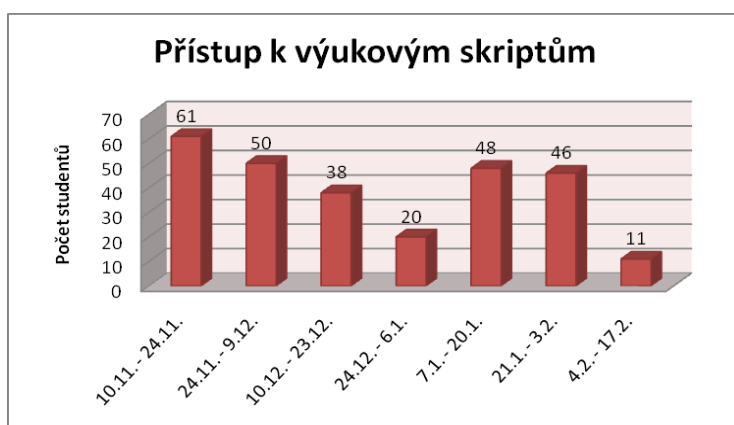
Popisná statistika:

- Tento materiál celkově stahovalo 274 studentů, což je 80 % všech studentů kurzu.
- Monitoroval se přístup studentů v průběhu sedmi období.

Tabulka 3. Popisná statistika

Přístup k výukovým materiálům	Hodnoty
Střední hodnota	3
Chyba střední hodnoty	6,7
Medián	46
Směrodatná odchylka	17,7
Rozptyl výběru	313,5
Špičatost	-0,6
Šikmost	-0,7
Minimum	11
Maximum	61
Součet	274
Počet	7

Graf dokumentuje přístup studentů k výukovým skriptům. Důležité je poznamenat, že je monitorován a zpracováván vždy pouze první přístup daného studenta.



Obr. 1. Graf závislosti přístupu studentů k výukovým skriptům na čase.

Závěry:

Z grafu je zřetelně vidět, že studenti začali přistupovat k výukovým skriptům v listopadu a celý průběh měl sestupný trend až do období vánočních svátků. Po nich nastal poměrně logicky prudký vzestup, jelikož se rozběhlo zkuškové období. Veškerý přístup ke skriptům se promítl do očekávané křivky, [2].

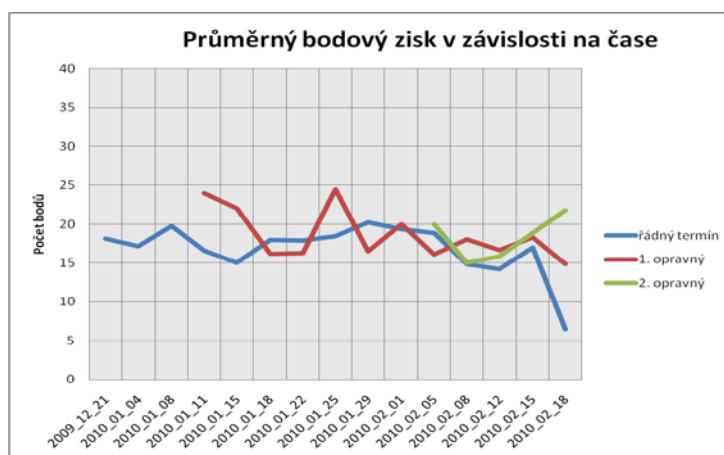
5.2 Analýza: výsledek zkoušky v závislosti na termínech

Popis analýzy:

Datum zkoušky v kombinaci s jedním ze tří možných termínů (řádný a dva opravné) mohou mít významný vliv na výsledný bodový zisk studenta. Primární motivací je zodpovězení otázky, zda testovaní studenti chodí na předtermín, popř. na dříve vypsané termíny, lépe připraveni než na termíny pozdější. Zajímavé by bylo také zjištění, kdy studenti využívají řádný termín. Jednou možností je využití prvního pokusu u zkoušky hned ze začátku zkouškového období a mít časovou rezervu v případě, že se u testu neuspěje. Další alternativou je volba příchodu na první pokus zkoušky až ke konci období s jistotou, že výsledek bude hodnocen kladně.

Výstupy:

Graf zobrazuje průměrné bodové zisky studentů na jednotlivých zkouškových termínech. Pro větší přehlednost a porovnání jsou výsledky rozděleny podle typu zkušební termínu (řádný, 1. opravný, 2. opravný). V příloze je vložen i další graf související s touto analýzou (závislost četnosti bodů na průběhu zkoušek).



Obr. 1. Graf závislosti průměrného počtu bodů na průběhu zkouškového období.

Závěry:

Graf ukazuje, že studenti využívající řádný termín neměli průměrné bodové výkyvy, sestupný trend se objevil až ke konci zkouškového období. To naznačuje fakt, že pokud student využil svůj první zkušební termín až ke konci února, s větší pravděpodobností neuspěl. Řádně termíny se využívali po celou dobu zkouškového období. Oproti tomu studenti jdoucí na 1. opravný termín se objevili až na čtvrtém vypsaném termínu. Jeho křivka má nejméně pravidelnou strukturu s velkými výkyvy, které vybočují do nadprůměrných hodnot. Křivka 2. opravného termínu se objevuje až v prvním týdnu února. Začíná na nadprůměrné hodnotě, poté nabírá klesající tendenci, ale ke konci zkouškového období průměrný počet bodů vzrostl. Dá se tedy říci, že student, který využil posledního možného termínu, měl lepší výsledky než na svých předchozích pokusech, [2].

6 Pohled do budoucna

Monitorování a hodnocení průběhu výuky kurzu PB007 v období podzim 2009 přineslo navržení prvotního datového modelu, který je použitelný i do dalších období. Pro nasazení sledování v dalších předmětech se počítá s menší modifikací a doplněními, která jsou již teoreticky připravena. Na základě zkušeností se doporučuje zautomatizovat některé kroky sběru a úpravy dat pro import do databáze (využití skenování a elektronického vyhodnocení prezenčních listin). Celá diplomová práce přinesla velké množství statistik a analýz. Je nezbytné určit ty z nich, které budou mít obecně nejsilnější vypovídající hodnotu a těmi se zabývat podrobněji. Aspekt, který prozatím vůbec nebyl brán v úvahu, je zpětná vazba účastníků kurzu. Beze sporu má silnou vypovídající hodnotu, ale záleží na vhodném načasování ankety a také ze zvolení správné motivace studentů, která je bude směřovat k pravdivému hodnocení výuky.

Již nyní je zřejmé, že hodnocení forem výuky má určitou vypovídající hodnotu. Zajímavé by bylo získat data i z jiných předmětů s informatickým zaměřením a vzájemně je pak porovnávat. Hranice použitelnosti jsou neomezené a nevylučuje se ani použití na jiných fakultách či dokonce univerzitách. Celý proces by měl vést ke zkvalitnění a zefektivnění výuky na vysokých školách.

Reference

1. Pekárková L., Komenda M., Ráček J. Monitorování forem výuky informatických předmětů na FI MU. 6. letní škola aplikované informatiky. Brno. 2009. ISBN 978-80-85763-53-9.
2. Komenda M. Monitorování a hodnocení forem výuky informatických oborů. Diplomová práce. Brno. 2010.
3. Cyhelský L. a jiní: Teorie statistiky. 2. vyd. Praha: SNTL, 1986. 344s
4. Colace, F., De Santo, M.: Ontology for E-Learning: A Bayesian Approach. Education, 2009. ISSN: 0018-9359.
5. Mrňová, O.: Perspektivy hodnocení kvality ve vysokoškolském vzdělávání. Scientific Papers of the University of Pardubice. Series C. 2004.

Annotation:

The aim of this paper is to analyze the form of informatics based fields at the Faculty of Informatics Masaryk University. Further, propose an effective mechanism for monitoring student behavior during the learning period. For the selected pilot course Systems Analysis and Design collect data related to individual students, i.e. when and

which types of study materials are used. Try to evaluate collected data and determine whether and how it affects results of final examination. Then recommend appropriate modification of the education based on the results of the analysis. Make the initial design of data model for collection of mentioned data.