

Slovenská technická univerzita v Bratislave  
Fakulta informatiky a informačných technológií

FIIT-5212-46076

Richard Filipčík

# Vyhodnocovanie aktivity a motivácia vo webovom výučbovom systéme

Bakalárska práca

Študijný program: Informatika

Študijný odbor: 9.2.1 Informatika

Miesto vypracovania: Ústav informatiky a softvérového inžinierstva, FIIT STU

v Bratislave

Vedúci práce: prof. Ing. Mária Bieliková, PhD.

máj 2014



# Anotácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave

FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ

Študijný program: Informatika

Autor: Richard Filipčík

Bakalárska práca: Vyhodnocovanie aktivity a motivácia vo webovom výučbovom systéme

Vedúci práce: prof. Ing. Mária Bieliková, PhD.

máj 2014

Motivácia ovplyvňuje pracovný výkon, jeho efektivitu a celkový čas, ktorý je človek ochotný práci venovať. Stretávame sa s ňou každý deň, či už je to v práci, v škole, alebo pri akýchkoľvek iných aktivitách. Práve pri výučbe má motivácia obzvlášť dôležité postavenie. Študent, ktorý má motiváciu učiť sa, zvláda výučbu rýchlejšie a lepšie. Existuje viacero teórií, ktoré sa venujú problematike motivácie. Jedným z najnovších pojmov v tejto oblasti je technika gamifikácie, ktorá stojí na využívaní herných mechaník v prostredí neherných systémov. V tejto práci sa venujeme sledovaniu a vyhodnocovaniu aktivity študentov v prostredí webového výučbového systému, na základe ktorej podporujeme ich motiváciu používať systém pre svoje štúdium. Motiváciu podporíme navrhnutou metódou pre dynamický výpočet hodnotenia študentov. Prácu študenta odmeníme mechanikami popísanými v technike gamifikácie. Výsledky nášho snaženia implementujeme a overíme v prostredí výučbového systému ALEF.



# Annotation

Slovak University of Technology in Bratislava

FACULTY OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Degree Course: Informatics

Author: Richard Filipčík

Bachelor thesis: Evaluation of Student Activity and Motivation in an Educational Web-based System

Supervisor: prof. Ing. Mária Bieliková, PhD.

2014, May

Motivation affects job performance and effectivity and amount of time a person is willing to sacrifice. Whether it is in school or in job, motivation is present at every moment of our lives. Motivation is very important in the context of education. Students with motivation will learn faster and their knowledge will be better. There are several theories thinking about motivation theory. One of the latest theories is theory of gamification, what is the use of game mechanics in non-game systems. In this paper, we focus on students' activity evaluation and motivation in the context of web-based learning system. We propose a method for score computation in dynamic point system. Students' work will be rewarded using game mechanics. Implementation and evaluation will be made in ALEF learning system.



# Pod'akovanie

Ďakujem vedúcej mojej práce, pani profesorky Bielikovej, za trpezlivosť, ľudský prístup, všetok vynaložený čas a veľké množstvo cenných rád, usmernení a odovzdaných skúseností, ktorými mi pomáhala počas práce na bakalárskom projekte.

Ďakujem tiež Martinovi Labajovi, ktorý mi pomohol prekonať úvodné ťažkosti pri zoznamovaní sa so systémom ALEF, poskytol viacero užitočných rád a pomáhal mi s množstvom technických aspektov počas implementácie.

Chcem sa poďakovať aj celej skupine PeWe, ktorej členovia mi poskytli veľa inšpirácií a otázok k zamysleniu, ktoré mali nezanedbateľný vplyv na výsledok môjho snaženia.

Moje poďakovanie samozrejme patrí aj mojej rodine, ktorá ma počas celého doterajšieho štúdia sústavne podporovala a mojím priateľom, vďaka ktorým bolo toto štúdium jednoduchšie.

Richard Filipčík





# Obsah

---

<b>1 Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Motivácia používateľa webovej aplikácie.....</b>	<b>3</b>
2.1 Gamifikácia .....	4
2.1.1 Vývoj gamifikácie .....	4
2.1.2 Princípy gamifikácie .....	4
2.1.3 Odznaky.....	5
2.1.4 Bodovacie systémy.....	6
2.1.5 Úrovne.....	7
2.1.6 Rebríčky.....	7
2.1.7 Súťaže, výzvy a úlohy .....	8
2.1.8 Gamifikácia a súťaživosť medzi používateľmi .....	8
2.2 Pozitívna a negatívna motivácia .....	9
2.3 Diskusia.....	9
<b>3 Príklady motivácie v existujúcich systémoch .....</b>	<b>11</b>
3.1 Vybrané systémy s podporou motivácie .....	11
3.1.1 Steam Community - komunita platformy Steam.....	11
3.1.2 Foursquare - geolokačná služba.....	12
3.1.3 Stack Overflow - otázky a odpovede z oblasti programovania .....	13
3.1.4 Moodle .....	14
3.1.5 ALEF - Adaptive LEarning Framework .....	15
3.2 Diskusia.....	16
<b>4 Návrh motivácie pomocou dynamického skóre .....</b>	<b>17</b>
4.1 Výpočet skóre .....	17
4.2 Diskusia.....	18
<b>5 Návrh motivácie pomocou prúdu aktivít .....</b>	<b>21</b>
5.1 Štruktúra prúdu aktivít .....	21
5.2 Typy zobrazovaných správ.....	21
<b>6 Návrh motivácie pomocou odznakov .....</b>	<b>25</b>
6.1 Druhy odznakov.....	25
6.2 Levely odznakov .....	26
6.3 Vzhľad odznakov.....	26

<b>7 Overenie .....</b>	<b>29</b>
7.1 Realizácia navrhnutých motivačných prvkov .....	29
7.1.1 Dynamické skóre .....	30
7.1.2 Prúd aktivít .....	31
7.1.3 Odznaky.....	32
7.2 Vyhodnotenie .....	33
7.2.1 Experiment .....	33
7.2.2 Dotazník .....	36
<b>8 Zhodnotenie .....</b>	<b>39</b>
<b>Literatúra .....</b>	<b>41</b>
<b>Prílohy .....</b>	<b>43</b>
<b>Príloha A: Technická dokumentácia .....</b>	<b>45</b>
<b>Príloha B: Článok publikovaný na konferencii IIT.SRC .....</b>	<b>51</b>
<b>Príloha C: Inštalačná príručka .....</b>	<b>59</b>
<b>Príloha D: Používateľská príručka .....</b>	<b>63</b>
<b>Príloha E: Vyhodnotenie dotazníka.....</b>	<b>73</b>
<b>Príloha F: Obsah elektronického média .....</b>	<b>83</b>

# 1 Úvod

---

Prvým krokom k úspechu v akejkolvek ľudskej činnosti je nepochybne motivácia. Motivácia výraznou mierou ovplyvňuje pracovné nasadenie i čas, ktorý je človek ochotný danej činnosti obetovať. Medzi činnosťami, pri ktorých zohráva motivácia kľúčovú úlohu, patrí i učenie (Tharp, 1987). Človek je učiteľský tvor a túto svoju vlastnosť vie efektívne využívať najmä v prípadoch, keď vie, že z učenia bude mať úžitok, teda keď v predmete učenia vidí potenciál.

Motivovať je možné rôznymi spôsobmi. Je všeobecne známe, že proces osvojovania si nových poznatkov sa môže významne urýchliť využitím hier, či herných prvkov. Od útleho detstva človek zdokonaľuje svoje fyzické i mentálne schopnosti rôznymi hrami, či hračkami. S nástupom informačného veku sa možnosti v oblasti učenia pomocou hier výrazne rozšírili. Počítače ľuďom poskytli dovtedy nevídanú formu interakcie a na trhu sa postupne začali objavovať mnohé edukačné videohry.

V posledných dvoch desaťročiach sa s ohľadom na úspech videohier pri výučbovom procese začali niektoré herné prvky aplikovať aj na softvér, ktorého prvotným cieľom nie je zabaviť. V súvislosti s týmto trendom vznikol pojem gamifikácie. Aj keď v súčasnej dobe neexistuje jednotná definícia toho, čo presne tento pojem znamená, väčšina zdrojov tento pojem chápe tak, že ide o techniku využívania herných prvkov v prostredí s neherným kontextom. Gamifikácia nemá žiadne striktné pravidlá, ani postupy, ktoré by sa mali dodržiavať na dosiahnutie želaného efektu. Ide o súbor postupov a techník ako akýkoľvek neherný systém obohatiť o herné prvky.

Cieľom našej práce je motivovať študentov ako používateľov webového výučbového systému na základe aktivity vykonávanej v tomto systéme. Problematiku práce možno rozdeliť na dve časti. Prvou časťou je modifikácia statického bodovacieho algoritmu v už existujúcom výučbovom systéme takým spôsobom, aby sa dokázal dynamicky prispôbovať zmenám v správaní študentov. V druhej časti sa sústredíme na motiváciu študenta využitím rôznych gamifikačných mechaník. Metódu implementujeme do systému ALEF (Šimko et al., 2010), ktorý je určený pre podporu vzdelávania študentov.

Táto práca je rozdelená do niekoľkých kapitol. V 2. kapitole skúmame podstatu, príčiny a dôsledky motivácie študenta i človeka všeobecne. Rozoberáme techniku gamifikácie vrátane jej najčastejšie používaných mechaník. Krátko tiež spomenieme rozdiel medzi pozitívnou a negatívnou motiváciou. Analýzu motivácie z tejto kapitoly využijeme v našej metóde motivujúcej študenta vychádzajúcej z vyhodnocovania jeho aktivity. V 3. kapitole ukážeme niekoľko už existujúcich systémov, ktoré sa svojich používateľov snažia motivovať gamifikačnými i inými prvkami. Hovoríme o niekoľkých vybraných systémoch, z ktorých každý je niečím špecifický a prináša do oblasti motivácie niečo výnimočné. Predstavíme tiež výučbový systém ALEF, v ktorom je naša metóda implementovaná. Kapitoly 4, 5 a 6 približujú náš návrh motivácie pomocou dynamického skóre, prúdu aktivít a odznakov. Overenie vo forme realizácie týchto návrhov a ich vyhodnotenie experimentom a dotazníkom je prezentované v 7. kapitole. Kapitola 8 zhrňuje zhodnotenie našej práce a jej perspektívu do budúcnosti.



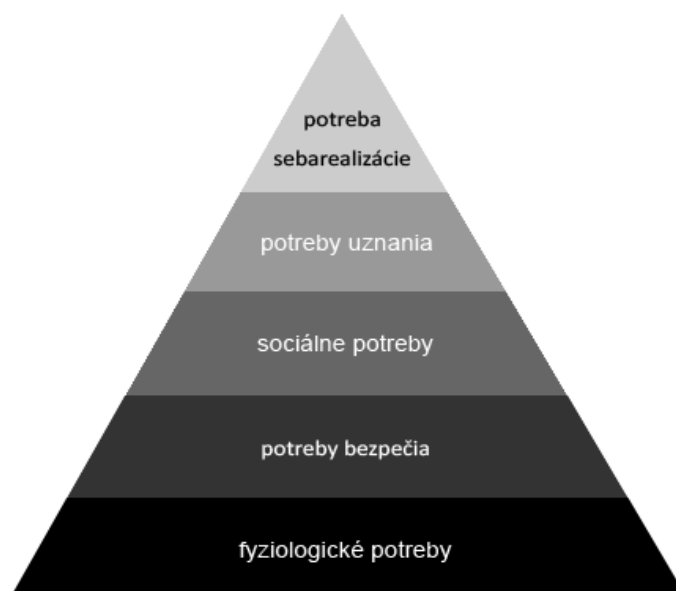
## 2 Motivácia používateľa webovej aplikácie

---

Motivácia v skratke znamená, že osoba chce a túži po vykonaní určitej činnosti. Je preto zrejmé, že človek, ktorý má motiváciu vykonávať nejakú činnosť, ju vykoná efektívnejšie a pravdepodobne aj rýchlejšie, než človek, ktorý motivovaný nie je (Tharp, 1987).

Motivácia veľmi úzko súvisí s videohrami (pod pojmom videohra budeme rozumieť akúkoľvek dnes bežne dostupnú počítačovú, alebo konzolovú hru), respektíve hrami všeobecne (Aguilera, 2003). Vo všeobecnosti totiž hry obsahujú celé spektrum prvkov, ktoré na hráča pôsobia motivačne. Motivačný vplyv hier a herných prvkov na ľudí v súčasnosti vysvetľuje hneď niekoľko teórií. Jednou z najznámejších je Maslowova teória pyramídy potrieb. Americký psychológ Abraham Maslow vytvoril hierarchiu základných ľudských potrieb, ktoré usporiadal do piatich úrovní (pozri obr. 2.1). Jednotlivé úrovne na seba nepriamo nadväzujú a zoradené od základných fyzických potrieb až po potreby seberealizácie vytvárajú akúsi abstraktnú pyramídu. Uspokojením potrieb z nižších priečok pyramídy začína človek pociťovať potrebu uspokojiť potreby z tých vyšších priečok.

Práve potreby seberealizácie sú tým, čo v súčasnosti pomáha psychológom vysvetliť motivačný vplyv hier na človeka. Maslow veril, že motivácia u človeka vzniká ako odpoveď na jeho potrebu uspokojiť vlastné potreby (Maslow, 1943). Potreby seberealizácie sú pritom kombináciou viacerých prvkov, ktoré psychológ pomenoval spoločne ako "metapotreby". Medzi ne patria napríklad kreativita, svojráznosť, spravodlivosť, pravda, či majstrovstvo.



Obr. 2.1: Maslowova pyramída potrieb.

Okrem Maslowa existuje viacero ďalších teórií, ktoré vysvetľujú podstatu motivácie. Na jeho prácu napríklad nepriamo nadviazal americký spisovateľ a analytik Daniel Pink. Vo svojej publikácii „*Drive: The Surprising Truth About What Motivates Us*“ rozvinul pojem vnútorných "motivátorov", ktoré sú v

princípe totožné s Maslowovými metapotrebami (Pink, 2009). Pink sa pritom sústreďí najmä na tri typy - autonómiu (autonomy), majstrovstvo (mastery) a zámer (purpose).

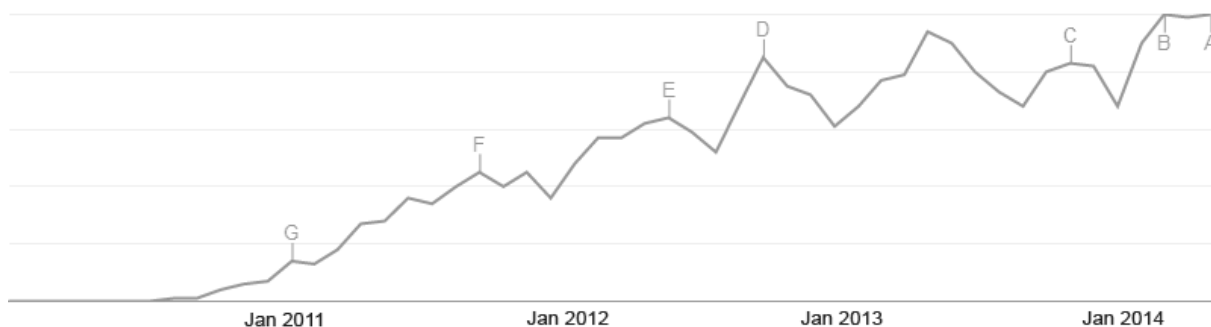
Mnoho Maslowových metapotrieb, respektíve motivátorov podľa Pinka úzko súvisia s hernými mechanikami. Ak napríklad hra poskytuje systém umožňujúci vylepšovať vlastnosti hernej postavy a postupne ju tým zdokonaľovať, nepriamo tým umožňuje hráčovi uspokojiť jednu z jeho metapotrieb - majstrovstvo. A práve vďaka možnosti uspokojiť túto potrebu u hráča vzniká motivácia.

## 2.1 Gamifikácia

Gamifikácia je termín, ktorý predstavuje prenesenie herných mechaník do prostredia, ktoré primárne nie je určené na zábavu, napríklad webovej stránky prezentujúcej nejaký obsah, či softvéru, ktorý podporuje riešenie určitej pracovnej činnosti. Hlavným účelom tejto techniky je u používateľa vyvolať motiváciu používať daný systém podobne, ako hry vyvolávajú u hráčov motiváciu tráviť pri nich čas.

### 2.1.1 Vývoj gamifikácie

História tejto techniky je pomerne krátka. Samotný princíp je omnoho starší (skautská organizácia BSA používala odznaky ako motivačný faktor už začiatkom 20. storočia), no v súvislosti s videohrami ho registrujeme približne iba jedno desaťročie. Vo všeobecnosti sa prvé použitie tohto termínu spája s britským programátorom Nickom Pellingom, ktorý tak mal urobiť v roku 2002 (niektoré zdroje uvádzajú aj rok 2003) (Marczewski, 2012). Vyvolanie skutočného záujmu na seba nechalo čakať niekoľko rokov. V roku 2009 bola spustená aplikácia Foursquare, ktorá položila základy súčasného využívania prvkov gamifikácie. Pomocou nástroja Google Trends<sup>1</sup> možno sledovať, že až rok 2011 sa stal skutočným medzníkom, kedy sa tento termín dočkal veľkého nárastu záujmu a stal sa populárnym aj v globálnom meradle (pozri obr. 2.2). Jednotlivé písmenká v grafe reprezentujú časový úsek publikovania článkov vzťahujúcich sa k termínu gamifikácie na významných webových portáloch.



Obr. 2.2: Graf vývoja popularity termínu "gamification" podľa Google Trends.

### 2.1.2 Princípy gamifikácie

Srdcom gamifikácie sú takzvané herné mechaniky a dynamiky. Herné mechaniky sú funkčné súčasti hry, ktoré jej dizajnérovi dávajú možnosť kontroly nad chodom hry a úkonmi, ktoré samotný hráč vykonáva. Dynamikou následne nazývame interakcie hráča s danými mechanikami.

<sup>1</sup> <http://www.google.com/trends/explore#q=gamification>

Základným stavebným kameňom gamifikácie sú herné mechaniky. Poznáme niekoľko ich delení do kategórií podľa konkrétnych funkcií, ktoré zabezpečujú. Aj keď existuje veľké množstvo mechaník (Deterding et al., 2011), medzi najčastejšie využívané sa radí iba niekoľko z nich. Patria tu:

- prvky vyjadrujúce postup, či dosiahnutie určitých mét (odznaky, úrovne, bonusy, atď.),
- interakcie s komunitou (rebríčky, súťaže, mechaniky umožňujúce spoluprácu s ďalšími používateľmi),
- mechaniky zamerané na čas (odpočítavanie, mechaniky založené na rýchlosti) a
- prvky náhody, šťastia (lotérie, skryté prekvapenia - Veľkonočné vajíčka (angl. *Easter eggs*)).

Reálne systémy nepoužívajú všetky dostupné herné mechaniky, ale iba vybraný počet z nich. Použitie jednotlivých mechaník závisí od viacerých faktorov. Pre systémy s malou používateľskou základňou nemá implementácia súťaží a rebríčkov príliš veľký zmysel, pretože najväčšia devíza týchto mechaník - vytváranie súťaživosti medzi používateľmi, by sa nemohla uplatniť naplno. Naopak pri populárnych systémoch je použitie spomenutých prvkov vhodné, ba sa až priamo ponúka. Bodovacie systémy, či odznaky však možno implementovať aj v systémoch, kde počet používateľov nie je vysoký. Ich vplyv je vďaka tomu, že neprispievajú k interakcii, rovnaký bez ohľadu na to, koľko používateľov systém má. Na použitie mechaník v konkrétnom systéme však vplývajú aj ďalšie faktory, napríklad náročnosť implementácie a zameranie systému.

(Deterding et al., 2011) definuje gamifikáciu vo vzťahu k niekoľkým základným pojmom - hra, element, dizajn a neherný kontext. Rozlišuje medzi dvoma významami slova hranie. Zatiaľ čo prvý (angl. *playing*) sa vzťahuje na hranie bez obmedzení a má silné prepojenie s improvizáciou, druhý (angl. *gaming*), ktorý priamo súvisí aj s gamifikáciou, predstavuje hru so súborom pravidiel a jasne stanoveným cieľom. Za elementy gamifikácie možno považovať už spomínané herné mechaniky - odznaky, úrovne, či rebríčky. Elementy zároveň odlišujú gamifikáciu od samotných hier - gamifikácia je postavená iba na vybraných elementoch z hier. Dizajn a kontext spolu úzko súvisia. Gamifikácia systému a jej dizajn môžu byť implementované z hľadiska určitého kontextu, respektíve dôvodu, či cieľa, s ktorým k implementácii došlo. (Deterding et al., 2011) však odporúča nelimitovať tento kontext použitia gamifikácie.

V ďalšej časti sa podrobnejšie venujeme vybraným herným mechanikám, ktoré sme vyhodnotili ako vhodné pre použitie vo vzdelávacom systéme pre podporu motivácie študentov.

### 2.1.3 Odznaky

Odznaky (angl. *badges*) ako prostriedok na vyjadrenie určitého stupňa postavenia v rámci hierarchie pozná ľudstvo už veľmi dlho. Medzi najstaršie v súčasnosti stále využívané systémy odznakov a medailí patria tie využívané v armádach a skautských organizáciách. Skautské organizácie využívajú odznaky ako vizuálny systém hodnotenia (Zichermann, 2011), armády mnohých krajín udeľujú stuhy a odznaky za hrdinské činy počas bojových misií, či ako spôsob vyjadrenia vojenskej hodnosti. Na obrázku č. 2.3 môžeme vidieť príklad odznakov, ako ich používa služba Foursquare.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> <https://foursquare.com/>



Obr. 2.3: Služba Foursquare ponúka množstvo jednoduchých, ale vizuálne príťažlivých odznakov.

Okrem vyjadrenia "statusu" majiteľa, čo sa bežne pokladá sa primárnu úlohu odznakov, tie môžu mať ešte rôzne iné motivačné vplyvy. Virtuálne odznaky majú napríklad rovnaké využitie v zberateľskej činnosti, ako akékoľvek iné fyzické predmety, ktoré sa bežne stávajú predmetom vytvárania zbierok. Vzhľadom k tomu, že odznaky sa často zobrazujú v súhrnnom profile používateľa, zriedkavé nie je ani ich použitie vo forme estetického prvku, a to najmä v prípade vizuálne príťažlivých odznakov. Na rozdiel od iných mechanizmov je teda u odznakov dôležitý aj ich samotný dizajn. Zvyčajne, odznaky nemôžu byť predmetom výmeny, či obchodu, ani priamej súťaže medzi používateľmi, ako je tomu napríklad pri rebríčkoch. Podľa (Anderson et al., 2013) sa na základe získaných odznakov, a od nich odvodeného postavenia, mení aj správanie používateľa v systéme.

Okrem odznakov poznáme ešte niekoľko ďalších prvkov, ktoré majú rovnakú, alebo podobnú funkciu i vizuálnu podobu. Ide napríklad o stuhy, medaily, trofeje, či iné formy takéhoto grafického ocenenia. Princíp ich využitia je však rovnaký ako je tomu pri odznakoch, preto ich, radíme do jednej kategórie spolu s nimi.

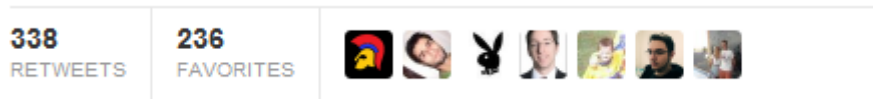
### 2.1.4 Bodovacie systémy

Ešte staršou a častejšie používanou technikou, než sú odznaky, sú zrejme bodovacie systémy. Podľa (Gnauk et al., 2012) sú dokonca bodovacie systémy pre akýkoľvek gamifikovaný systém „absolútne nevyhnutné“. Udeľovanie bodov, ako odmena za vykonanie nejakej aktivity, môže mať mnoho podôb. Body môžu byť verejné a každý ďalší používateľ systému k nim môže mať prístup, ale môžu byť aj neverejné a prístup k nim má len používateľ, prípadne správca systému. Rovnako spôsob udeľovania bodov môže byť rôzny. Bodovacie systémy sú najčastejšie postavené na postupnej akumulácii bodov, a teda absolútny počet bodov vyjadruje množstvo aktivít, ktoré človek v danom systéme vykonal. Poznáme však aj systémy, v ktorých sa okrem udeľovania môžu body aj strhávať.

V každodennom živote môžeme nájsť veľké množstvo príkladov, kde bodovacie systémy našli uplatnenie vďaka svojmu motivačnému vplyvu. Asi najtypickejším príkladom sú peniaze. Či už hodnota vyjadrená na minci alebo bankovke, alebo stav účtu v internet bankingu, tieto čísla sú vlastne bodovým ohodnotením a na ľudí prirodzene pôsobia motiváciou, aby sa to číslo snažili zvyšovať. Na akumulácii je postavené aj skóre vo väčšine populárnych športov. Strana s vyšším skóre na konci hry vyhráva. Obrovské uplatnenie našlo skóre pochopiteľne aj vo videohrách, od jednoduchého čísla až po komplexne vypočítavané vlastnosti herných postáv na základe množiny



atribútov. Pomerne nové je využitie bodovacieho systému v sociálnych sieťach. Mnoho ľudí si túto skutočnosť neuvedomuje, ale aj akumulácia kliknutí na tlačidlá "páči sa mi to" na sociálnej sieti Facebook<sup>3</sup>, či "retweet" na sieti Twitter<sup>4</sup>, je vlastne určitým vyjadrením skóre a mnoho ľudí sa podvedome snaží dosahovať čo najvyššie hodnoty týchto čísel (pozri obr. 2.4).



Obr. 2.4: Množstvo zdieľaní príspevku na sociálnej sieti vyjadruje jeho popularitu.

Niekedy bodovacie systémy fungujú len ako doplnok k iným mechanizmom a majú viac-menej dekoratívnu funkciu, inokedy je na nich postavené fungovanie celého systému a od hodnoty skóre sa odvíjajú napríklad právomoci používateľov (viac pozri kap. 3.1.3). Široké využitie našli bodovacie systémy v diskusných fórach. Projekt diskusných fór s otvoreným zdrojovým kódom phpBB<sup>5</sup> umožňuje široké možnosti prispôsobovania bodovacieho systému. Používatelovi napríklad umožňuje zakázať niektoré funkcie fóra kým nezíska určitý počet bodov.

### 2.1.5 Úrovně

Systém úrovní (angl. *levels*) našiel široké využitie predovšetkým vo videohrách. V hrách žánru RPG (angl. *Role Playing Game*) hráč ovláda postavu, ktorá plnením úloh a vykonávaním množstva iných aktivít získava skúsenosti. Po dosiahnutí určitej hranice sa získané skúsenosti zamenia za novú, vyššiu úroveň. S navýšením úrovne postava zvyčajne získava i nové schopnosti a možnosti ako prechádzať hrou.

Úrovně majú uplatnenie aj v neherných systémoch, a to vďaka ich priamočiaremu konceptu a relatívne jednoduchšej implementácii. Príkladom pre výučbový systém môžu byť úrovne študentov na základe ich študijných úspechov. Zvyčajne sú tiež previazané s inými, už existujúcimi mechanizmami, napríklad bodovacím systémom. Podobne ako sa vo videohrách dosahujú nové úrovne postupným zvyšovaním skúseností, v neherných systémoch možno tieto skúsenosti vyjadriť formou iného bodovacieho systému. Úrovně sú teda akýmisi medzníkmi v postupnom narastaní skóre.

Motivačne pôsobia úrovne najmä vďaka svojmu jednoduchému konceptu. Zatiaľ čo skóre zvyčajne nadobúda rôzne, často i veľmi vysoké hodnoty, a je skôr vhodné k vzájomnému porovnávaniu jednotlivých používateľov, úrovne sú priamočiarejšie a vhodným vyobrazením poskytujú rýchlu informáciu o súčasnom stupni "vývoja". Na tento účel sa tiež ponúka možnosť kombinácie úrovní a odznakov, kde za každú novú dosiahnutú úroveň môže používateľ získať aj nový odznak, ktorý túto úroveň symbolizuje.

### 2.1.6 Rebríčky

Rebríčky (angl. *leaderboards*) sú mechanizmus slúžiaci k jednoduchému a rýchlemu porovnávaniu. Bežne sú reprezentované formou tabuľky a jej jednotlivé riadky sú zoradené vzostupne (resp. zostupne) podľa hodnoty určujúcej postavenie v rámci systému. Ako hodnota určujúca postavenie v

<sup>3</sup> <http://www.facebook.com/>

<sup>4</sup> <http://www.twitter.com/>

<sup>5</sup> <https://www.phpbb.com/>

rebríčku sa ponúka skóre v bodovacom systéme, úroveň, počet odznakov, alebo niektorý z iných mechanizmov.

(Zichermann, 2011) rozoznáva dva hlavné druhy rebríčkov. Prvý je takzvaný "neodradzujúci" rebríček. Používateľ/hráč sa v zobrazenom rebríčku nachádza vždy v strede, bez ohľadu na jeho absolútnu pozíciu v systéme. V závislosti od počtu riadkov zobrazených v rebríčku tak vidí vždy iba ďalších ľudí bezprostredne pred sebou a za sebou. Tento spôsob zobrazenia umožňuje rýchlo zistiť o koľko potrebuje zvýšiť hodnotu skóre, aby sa dostal na najbližšie vyššie priečky v rebríčku. "Nekonečné rebríčky" na druhej strane zobrazujú pozície všetkých zúčastnených, od prvého až po posledného. Zatiaľ čo však môžu byť prínosom pre skúsených používateľov, väčšinu z nich môže pohľad na vysoké hodnoty z popredných pozícií rebríčka skôr odradiť.

### **2.1.7 Súťaže, výzvy a úlohy**

Spolu s rozmachom sociálnych sietí v posledných rokoch sa do popredia dostala aj otázka sociálnej interakcie v oblasti vývoja webových stránok, softvéru, či hier. Ani v oblasti gamifikácie nejde o neznámy pojem. Prítomnosť rôznych súťaží, výziev (angl. *challenges*) a úloh (angl. *missions, quests*) umocňujú súťaživosť, ducha komunity a prípadná výhra predstavuje ďalšiu možnosť odmeny vo forme niektorej z už spomínaných mechaník.

Úlohy a súťaže možno v princípe rozdeliť na tie určené pre jedného účastníka a na také, ktoré vyžadujú kooperáciu viacerých používateľov. Zatiaľ čo prvá kategória je jednoduchšia na realizáciu, úlohy podporujúce spoluprácu viacerých používateľov sú podľa (Duggan, 2013) zo sociálneho hľadiska prítlačivejšie, a teda majú aj väčší dopad na motiváciu. Úlohy určené pre viacerých používateľov sú však samozrejme vhodné najmä pre systémy s veľkou používateľskou základňou.

Predmetom súťaže môže byť takmer čokoľvek. V prostredí výučbového systému môže ísť o plnenie úloh, ktoré sú bežnou súčasťou štúdia, napríklad odpovede na otázky z učebného textu, alebo výpočtové úlohy. Ako prostriedok dodania prvku súťaživosti sa zrejme najčastejšie používa čas. Či už postupný odpočet od stanoveného limitu až po nulu, alebo jednoduché počítanie uplynulého času, ide o spôsob, ktorý motivuje používateľa sústrediť sa na danú úlohu a urobiť ju v čo najkratšom čase. V prípade úloh, respektíve súťaží určených pre viacerých používateľov môže hrať čas podobnú úlohu, napríklad ak sa rozhoduje o konečnom umiestnení "súťažiacich" v závislosti od poradia, v akom sa im dané úlohy podarí ukončiť.

Náročnosť úloh by mala rásť postupne, spolu s rastúcimi skúsenosťami používateľa (Zichermann, 2011). Nováčik v systéme by nemal dostávať úlohy, ktorých náročnosť je porovnateľná s úlohami určenými pre skúsených používateľov. Toto pravidlo sa dá samozrejme aplikovať aj na výučbové systémy, kde by úlohy a súťaže mali súvisieť s predpokladanými znalosťami študenta na základe doteraz prebraného učiva.

### **2.1.8 Gamifikácia a súťaživosť medzi používateľmi**

Ako sme už spomínali (pozri kap. 2.1.2), možnosť vzájomného pôsobenia viacerých používateľov v rámci systému je veľkou devízou takých gamifikačných prvkov, ako sú rebríčky a súťaže. V skutočnosti je však konfrontácia medzi používateľmi jedným z pilierov gamifikácie ako takej. Zatiaľ čo rebríčky umožňujú priame porovnanie s inými používateľmi, iné prvky podporujú súťaživosť svojimi kvantitatívnymi vlastnosťami. Príkladom môže byť výška skóre, alebo počet získaných odznakov. Je

dôležité si túto skutočnosť uvedomiť, pretože práve vďaka možnosti vzájomného porovnávania sa má gamifikácia podstatný dopad na motiváciu.

## **2.2 Pozitívna a negatívna motivácia**

V kontexte gamifikácie sa zvyčajne implicitne hľadí na pozitívnu motiváciu, teda motiváciu spojenú s odmenou, pochvalou, výhrou. Za určitých okolností môže byť negatívna motivácia ešte účinnejšia než tá pozitívna. Hrozba straty skóre, zverejnenia odznaku o dlhej neaktivite, či zníženie úrovne teda používateľa môžu motivovať pracovať ešte väčšmi, než ich pozitívne protiklady.

V (Santos et al., 2013) autori prezentujú jednoduchý výskum spojený s používaním a následným hodnotením niektorých gamifikačných prvkov, ktorého súčasťou bolo aj ohodnotenie viacerých druhov odznakov na niekoľkostupňovej škále od nie veľmi užitočných po mimoriadne dôležité. Po skončení výskumu sa ukázalo, že testovaných používateľov motivovala najviac hrozba "získania" negatívnych odznakov, ktoré hovorili napríklad o neaktivite pri odosielaní komentárov.

## **2.3 Diskusia**

Gamifikácie určite nie je jediný spôsob ako motivovať používateľa webovej aplikácie, ide však o nesmierne zaujímavý spôsob, ktorý ponúka veľa rôznych možností. To je aj dôvod, prečo bola tejto technike venovaná prevažná časť tejto kapitoly. Zaujímavé na gamifikácii je aj to, že ide stále o pomerne nový pojem, ktorý je často neznámy aj pre ľudí pohybujúcich sa v sfére informačných technológií (čo ukázal aj náš dotazník, pozri kap. 7.2.2 a prílohu E) a ponúka veľa možností pri experimentovaní a skúšaní rôznych kombinácií jednotlivých prvkov.



## 3 Príklady motivácie v existujúcich systémoch

---

V súčasnosti existuje veľké množstvo webových stránok, webových aplikácií, či rôznych typov softvéru, v ktorých sa nachádzajú prvky podporujúce motiváciu človeka neustále sa k nim vracieť. V tejto kapitole sa nachádza prehľad viacerých existujúcich riešení, ktoré sme vybrali pre ich špecifické vlastnosti pri motivácii človeka. Postupne predstavíme portál Steam Community, ktorý je špecifický pre systém odomykania úspechov (angl. *achievements*) v počítačových hrách, geolokačnú službu Foursquare motivujúcu pomocou širokého spektra odznakov a so zaujímavým spôsobom prepojenia s mobilnými aplikáciami a webovú stránku Stack Overflow, ktorá patrí do špecifickej skupiny tzv. Q&A (angl. *questions and answers* - otázky a odpovede) stránok, kde je ťažiskom motivácie predovšetkým spolupráca a vzájomná pomoc skupiny ľudí. Ako príklad výučbového systému motivujúceho študentov spomenieme systém Moodle. Na záver kapitoly predstavíme výučbový systém ALEF vyvíjaný na Fakulte informatiky a informačných technológií, ktorý je pre našu prácu mimoriadne dôležitý a špecifický, pretože našu metódu implementujeme práve v ňom.

### 3.1 Vybrané systémy s podporou motivácie

Gamifikačné prvky si v priebehu posledných rokov našli uplatnenie v obrovskom množstve webových aplikácií a portálov naprieč širokým spektrom ich zamerania. Ich hlavnou úlohou je pritom predovšetkým motivovať používateľa k vykonávaniu aktivít špecifických pre daný systém. V tejto podkapitole predstavíme piatich zástupcov z rôznych odvetví webových aplikácií, portálov a služieb.

#### 3.1.1 Steam Community - komunita platformy Steam

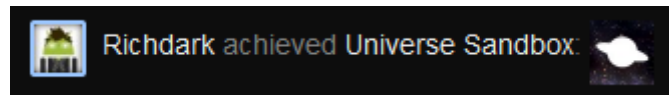
Medzi najväčšie známe webové stránky, ktoré používajú podobné prvky, patrí napríklad Steam Community<sup>6</sup>, portál zastrešujúci komunitné funkcie platformy Steam. Steam ponúka služby digitálnej distribúcie hier a softvéru, správy digitálnych práv (DRM) a vlastné komunikačné riešenia. S oblasťou motivácie (najmä) hráčov má dlhoročné skúsenosti a aj vďaka osobitým projektom a novátorského prístupu patrí medzi lídrov na trhu distribúcie digitálneho obsahu. Podľa spoločnosti Screen Digest<sup>7</sup> Steam v súčasnosti (jar 2014) ovláda približne 75 percent globálneho trhu digitálnej distribúcie počítačových hier.

V Steame existujú dva druhy grafických motivačných prvkov. Systém úspechov (angl. *achievements*) implementuje priamo platforma Steam do všetkých hier, ktorých vývojári sa rozhodnú na tomto systéme podieľať. Hráč si následne pri konkrétnej hre môže (buď pred jej spustením, alebo i priamo počas hrania) zobrazíť zoznam dostupných úspechov s krátkym opisom a ikonkou. Titul *Universe Sandbox*, simulátor gravitácie v otvorenom vesmíre a manipulácie s ňou, napríklad ponúka úspechy "Dokonči päť tutoriálov", "Naraz Zemou do Slnka", či "Spusti Universe Sandbox aspoň desaťkrát". Vždy, keď sa hráčovi podarí niektorú z úloh splniť, odomkne sa mu príslušný úspech. Postupným odomykaním jednotlivých úspechov (pozri obr. 3.1) tak vlastne hráč hrá akúsi paralelnú hru.

---

<sup>6</sup> <http://steamcommunity.com/>

<sup>7</sup> <http://www.screendigest.com/>



Obr. 3.1: Odomknutie úspechu, ktorý Steam zobrazuje aj všetkým priateľom daného hráča.

Okrem úspechov možno v portáli Steam Community sledovať i systém odznakov, ktorý tiež implementuje globálne priamo platforma Steam. Veľké množstvo odznakov možno rozdeliť do dvoch kategórií podľa toho, za akú činnosť ich hráči získavajú.

Prvou kategóriou sú odznaky získavané za začleňovanie sa do Steam komunity a účasť na rôznych akciách. Hráč (v kontexte tejto kategórie odznakov skôr používateľ) môže získať odznak za splnenie množiny úloh súvisiacich s pridávaním nového obsahu ako sú komentáre, či obrázky z hier, alebo za účasť na betatestovaní nových funkcií platformy.

Druhou kategóriou je získavanie odznakov za zozbieranie celej kolekcie zberateľských kartičiek ku konkrétnej hre. Hráč môže zberateľské kartičky získavať hraním danej hry, výmenou za iné kartičky, prípadne priamo ich kúpou. Až sa mu podarí získať celú štvoricu, šesticu, respektíve iný počet kartičiek dostupných k hre, môže ich premeniť na odznak so symbolom hry.

Všetky získané odznaky sa zobrazujú v profile hráča na stránkach Steam Community, čím vzniká akási virtuálna vitrína. Hráč si vlastne takýmto spôsobom buduje reputáciu medzi ostatnými členmi komunity a každého jednotlivca to v rámci nej motivuje patriť k tým "najlepším".

### 3.1.2 Foursquare - geolokačná služba

Foursquare je geolokačná služba (služba sledujúca reálnu geografickú pozíciu objektu, v tomto prípade používateľa) s prvkami sociálnej siete. Používatelia tejto služby sa spolu s ďalšími používateľmi delia o informácie o miestach, ktoré navštívili. Rok založenia 2008 ju zároveň radí medzi vôbec prvé podobné služby využívajúce prvky gamifikácie.

Samotná služba získava dáta prostredníctvom aplikácií nainštalovaných na mobilných zariadeniach so zabudovaným GPS prijímačom, alebo možnosťou internetového pripojenia. Práve na základe spomenutých prvkov aplikácia zisťuje aktuálnu polohu používateľa a umožňuje mu zdieľať ju na svojom účte. Postupným navštevovaním rôznych miest, nahrávaním ich fotografií, hodnotením a ďalšími aktivitami používateľ získava bodové ohodnotenie.

Okrem bodov môže byť používateľ za niektoré konkrétne aktivity odmenený i ziskom odznaku. Odznak môže získať napríklad navštívením miesta označeného konkrétnou značkou, navštívením miesta v určitej oblasti, resp. meste, alebo frekvenciou označovania svojej polohy do aplikácie. Získavanie odznakov však okrem označovania miest môže používateľ získať i za plnenie rôznych úloh. Napríklad po prejdení 42 kilometrov a 195 metrov, čo je dĺžka maratónskeho behu, používateľ získa odznak pripomínajúci túto disciplínu. Podobne ako u množstva iných systémov, aj Foursquare získané odznaky zobrazuje v profile používateľa, ale aj v zozname najnovších aktivít (pozri obr. 3.2).

## Recent Activities



### Unlocked the 5K badge!

Hey remember that time you finished a 5K? Because it JUST happened. Feels good doesn't it? Who knows... maybe some day you'll make it through a marathon!



Posted 1 hour ago | [Comment](#) |

Obr. 3.2: Aktivita oznamujúca získanie odznaku na Foursquare za prejde 5 kilometrov.

### 3.1.3 Stack Overflow - otázky a odpovede z oblasti programovania

Stack Overflow<sup>8</sup> je jednou z najznámejších webových stránok určených ku kladeniu a odpovedaniu otázok, pričom stránka je zameraná predovšetkým na témy týkajúce sa programátorského odvetvia. Používatelia majú možnosť zakladať nové vlákna s otázkami, na ktoré hľadajú odpoveď, a z odpovedí, ktoré poskytnú ostatní používatelia, vyberú a označia tú, ktorá im pomohla otázku, respektíve problém vyriešiť. Stránka je zaujímavá pomerne hlbokým zapracovaním dvoch gamifikačných prvkov - reputácie (pozri obr. 3.3) a odznakov.

Odznaky sa na Stack Overflow udeľujú za široké spektrum aktivít. Delia sa do troch kategórií - bronzové, strieborné a zlaté podľa typu a náročnosti aktivity, za ktorú sú udelené. Medzi bronzové odznaky sa radia tie, ktoré sú udelené za bežnú činnosť na stránke, ako akceptovanie odpovede, alebo napísanie desiatich komentárov, naopak zlaté odznaky sú udeľované za náročné aktivity - napríklad úspešné zodpovedania otázky s viac než desaťtisíc zobrazeniami. Zaujímavosťou tiež je, že akýkoľvek odznak možno získať aj opakovane. Vyplýva to zo zistenia, že použitie odznakov na Stack Overflow významne vplýva na aktivitu používateľov (Anderson et al., 2013).



257,695

reputation

● 31 ● 252 ● 468

Obr. 3.3: Stack Overflow zobrazuje reputáciu a odznaky v profile i pri príspevkoch.

Reputácia na Stack Overflow je istým spôsobom systémom hodnotenia používateľov. Vyjadrená je číslom, ktoré nikdy nemôže klesnúť pod 1, pričom vyššie číslo predstavuje vyššiu reputáciu. Tú môže

<sup>8</sup> <http://stackoverflow.com/>

používateľ získať za aktivity súvisiace s hodnotením otázok/odpovedí, alebo s ich úpravou. Používateľ s vysokou reputáciou sa všeobecne pokladá za dôveryhodnejšieho a za dôveryhodné sa považujú i jeho odpovede. Stack Overflow navyše v závislosti od reputácie udeľuje používateľovi i privilégiá - čím vyššiu reputáciu dosiahne, tým väčšie právomoci získa. Týmto je automaticky zabezpečené, že o obsah sa starajú používatelia, ktorým komunita dôveruje. Zaujímavým prvkom z pohľadu gamifikácie je i možnosť prevádzať časť reputácie na iného používateľa ako odmenu za zodpovedanú otázku.

### 3.1.4 Moodle

Techniky gamifikácie nachádzajú svoje uplatnenie aj v oblasti vzdelávania. Najmä v posledných rokoch možno sledovať neustály nárast týchto prvkov v rôznych výučbových systémoch a e-vzdelávaní všeobecne (Muntean, 2011). Dôvody sú zrejmé. Gamifikácia ako účinný nástroj podpory motivácie môže mať široké využitie i v tejto oblasti.

Vo výučbovom systéme možno uplatniť široké spektrum herných mechaník. Tá ako v iných systémoch, aj v tomto prípade je zrejme najčastejšou voľbou implementácia bodovacieho systému. Študenti môžu v systéme získavať body za činnosti súvisiace s učením, opakovaním a používaním ďalších funkcií, ktoré ponúka samotný systém. Body môžu byť následne ideálnym prostriedkom podpory súťaživosti medzi študentmi a s ňou súvisiacim zväčšovaním motivácie. Kontrolou vlastného bodového ohodnotenia a prípadne aj jeho porovnaním s ohodnotením iných študentov môže zároveň študent získať spätnú väzbu od systému a zistiť, ako sa mu darí v rámci jeho skupiny.

Tieto informácie však nie sú užitočné iba pre študenta, ale zároveň aj pre jeho učiteľa. Na ich základe je možné sledovať výkon jednotlivých študentov a tvoriť tak jednoduché štatistiky. Bodovací systém je tak okrem ideálneho prostriedku zvyšovania motivácie zároveň aj vhodným nástrojom na sledovanie a vyhodnocovanie aktivity. Vďaka tomu je možné zabezpečiť napríklad aj spravodlivejšie hodnotenie práce študentov.

Bodovací systém však nie je jedinou mechanikou vhodnou k použitiu v oblasti výučby. Rovnaké uplatnenie, ako v iných systémoch nájdeme odznaky, rebríčky, či súťaže aj tu. Pre Moodle<sup>9</sup>, jednu z najpopulárnejších elearningových platforiem s otvoreným zdrojovým kódom, napríklad existuje rozšírenie<sup>10</sup>, ktoré do kurzov pridáva súbor odznakov a umožňuje definovať aktivity, za ktoré budú tieto odznaky udeľované. Implementácia rebríčkov je vo väčšine prípadov jednoduchá, no poskytuje pomerne silný nástroj na porovnanie výkonnosti jednotlivých študentov. Rebríčky možno zostavovať na základe existujúceho bodovacieho systému, prípadne sa poradie študentov môže určovať na základe iných metrík. Aj v tomto prípade do popredia vstupuje silný prvok súťaživosti. Využitie súťaží a ďalších mechaník súvisiacich s kooperáciou je dokonca v oblasti výučbových systémov možno ešte výhodnejšie, než je to v prípade iných systémov. Keďže sa študenti často vzájomne poznajú, dá sa predpokladať, že aj ich vzájomná kooperácia bude lepšia, z čoho plynie silnejší efekt gamifikácie, a teda aj samotnej motivácie.

---

<sup>9</sup> <https://moodle.org/>

<sup>10</sup> <http://moodlebadges.com/>



### 3.1.5 ALEF - Adaptive LEarning Framework

Ďalším príkladom výučbového systému s prvkami gamifikácie je ALEF<sup>11</sup>, adaptívny výučbový systém vyvíjaný na Fakulte informatiky a informačných technológií Slovenskej technickej univerzity v Bratislave, v ktorom implementujeme našu metódu. Fakulta používa systém ALEF na podporu výučby vo viacerých predmetoch a kurzoch súvisiacich napríklad s programovaním. ALEF je postavený na doménovom modeli, ktorý sa skladá z obsahu a metadát viazaných na tento obsah (Šimko et al., 2010). Jeho podrobnejší popis sa nachádza v kapitole 7.1.

Na obr. 3.4 môžeme vidieť rozloženie hlavných prvkov ALEFu. V ľavom paneli sa pre konkrétny kurz zobrazuje zoznam dostupných výučbových textov, úloh a otázok. Konkrétny obsah sa zobrazuje v strede. Vpravo sa nachádza študentovo aktuálne skóre a možnosť pridávať k aktuálne zobrazenému obsahu metadáta, ako sú komentáre, či externé odkazy.

The screenshot shows the ALEF web interface. At the top, there is a navigation bar with the ALEF logo, 'Administrácia', and user information 'Richard Filipček (administrátor) | Odlhásiť'. Below the navigation bar, there is a search bar and a filter bar. The main content area is titled '7.2 Explicitní typová konverze'. It contains text explaining implicit and explicit conversions, with examples in C code. A sidebar on the left lists various lesson topics, with '7.2 Explicitní typová konverze' selected. A sidebar on the right shows the user's score '6.0', external sources, tags, and reported errors. At the bottom, there is a footer with copyright information: 'Copyright: (c) FIT STU 2013 Contact(t) alef@fiit.stuba.sk'.

Obr. 3.4: Výučbový systém ALEF.

V súčasnej verzii ALEFu už existujú prvky, ktoré sú určené k podpore motivácie študenta. Asi najviditeľnejším z nich je skóre študenta, čo je vlastne bodovací systém známy z techniky gamifikácie. Skóre študenta sa zvyšuje pri každej jeho aktivite v systéme, pričom pre každý kurz sa počíta zvlášť. Jednotlivé aktivity, ako je zobrazenie učebného textu, pridanie externého odkazu, či tagovanie, majú stanovené váhy, ktoré sa berú do úvahy pri výpočte skóre. To je vyjadrené desiatinným číslom a študent ho má vždy na očiach po boku stránky. Rovnako je dostupné rýchle porovnanie s ostatnými študentmi vďaka vypočítanému poradiu. Náhľad na panel so študentovým skóre uvádzame v obr. 3.5.

<sup>11</sup> <http://alef.fiit.stuba.sk/>



Obr. 3.5: Náhľad na aktuálne skóre študenta v kurze.

## 3.2 Diskusia

Táto kapitola bola venovaná analýze existujúcich riešení, ktoré vyhodnocujú aktivitu používateľov a aj na základne nej ich motivujú k vykonávaniu aktivít špecifických pre konkrétne riešenie.

Aj keď sa naša metóda viaže na výučbový portál, gamifikácia našla široké uplatnenie i v mnohých typoch aplikácií a systémov, ktoré nesúvisia s výučbou. Preto bola časť kapitoly venovaná i takýmto systémom.

## 4 Návrh motivácie pomocou dynamického skóre

---

ALEF ponúka mnoho rôznych dát vhodných k vyhodnocovaniu aktivity študentov. Pretože naša práca sa zaoberá predovšetkým motiváciou študenta, najvhodnejšou možnosťou pre vyhodnotenie aktivity a následnej motivácie na základe týchto dát je pre nás skóre študenta. Skóre sa počíta na základe aktivít vykonávaných študentom v systéme ALEF, kde každá vykonaná akcia spôsobí zvýšenie tohto skóre. Súčasťou ALEFu je už dlho, náš návrh motivácie pomocou skóre teda pozostáva v modifikácii pôvodného výpočtu a implementácie niektorých nových súčastí. Opis pôvodného spôsob výpočtu skóre a porovnanie s našou metódou sa nachádza v diskusii na konci tejto kapitoly.

Systémy, ktoré majú zabudovanú nejakú formu bodovacieho systému, zvyčajne používajú jednoduchú statickú metódu, ktorá je postavená na akumulácii bodov za aktivity vykonané v ňom. Študent však v systéme ALEF pri rôznych aktivitách, ako je napríklad odoslanie komentára, alebo pridanie externého zdroja, po sebe zanecháva trvalú stopu v podobe záznamu v databáze, s ktorou je možné ďalej pracovať. Naším cieľom je použiť tieto už existujúce záznamy k vyhodnoteniu doterajšej aktivity všetkých študentov a následnému prispôsobeniu výpočtu skóre takým spôsobom, aby dynamicky prispôboval veľkosť ohodnotenia za jednotlivé aktivity a usmerňoval tým študentov v ich ďalšej činnosti. Naším druhým cieľom je poskytnúť nástroj na regulovanie výpočtu i samotnému učiteľovi tak, aby mohol sám vplývať na výšku ohodnotenia jednotlivých aktivít.

V snahe docieľiť, aby boli do systému jednotlivé typy metadát pridávané v pomerne rovnakom množstve, by mal samotný systém vedieť sledovať aktuálny trend a vedieť naňho vhodne reagovať. To znamená zníženie váhy pri nadmerne pridávanom type metadát, a naopak jej zvýšenie pri podpriemerne pridávanom type. Napríklad ak sa príliš veľa študentov venuje pridávaniu tagov, tak počet získaných bodov za pridávaný tag by mohol klesnúť. Väčší počet bodov, ktoré môže študent za akciu získať, by mali zvýšiť jeho motiváciu túto akciu vykonať, čo samozrejme platí aj naopak.

### 4.1 Výpočet skóre

Výpočet skóre študenta ráta so štyrmi faktormi, ktoré skóre ovplyvňujú. Sú to: váha, preferencia, priorita a čiastkové skóre za konkrétny typ aktivity.

Váha predstavuje konštantu, ktorou sa pre násobuje čiastkové skóre každého typu aktivity. Ide o hodnotu nastavenú priamo v systéme, a teda sa nemení v čase. Váha v podstate vyjadruje náročnosť vykonania daného typu aktivity vo vzťahu k iným aktivitám. Čím vyššia váha, tým viac námahy musí študent vynaložiť k tomu, aby ju vykonal. K určeniu veľkosti váh sme v prvom rade brali do úvahy názor experta v danej oblasti - v tomto prípade učiteľa. Určené veľkosti váh sme následne vyladili analýzou historických údajov z používania ALEFu. Aktivitám, ktoré študenti vykonávali veľmi často, sme váhy znížili, a naopak.

Preferenciou aktivity sme označili ten faktor vplývajúci na výpočet, ktorý môže priamo ovplyvňovať učiteľ. Vyššia preferencia aktivity hovorí, že v konkrétnom časovom úseku si učiteľ praje viac vykonanej aktivity tohto typu. Dôvody pre určovanie preferencií môžu súvisieť napríklad s výučbovým procesom, sú však výlučne na učiteľovi. Preferencia je vyjadrená číselnou hodnotou na škále od 1 do

5, pričom vyššie číslo znamená vyššiu preferenciu. Nastaviť preferenciu pre jednotlivé typy aktivít pre každý kurz môže učiteľ kedykoľvek v administračnom rozhraní ALEFu.

Priorita aktivity reaguje na súčasný stav v databáze a vypočítava ju priamo ALEF. Na základe váh jednotlivých kategórií existuje určitý očakávaný podiel počtov vykonaných aktivít v rámci jednotlivých kategórií na počte všetkých vykonaných aktivít. U kategórií s nižšou váhou sa pritom očakáva vyšší počet aktivít, a naopak. ALEF pri každej aktivite vykonanej študentom skontroluje tieto podiely a na základe nich vypočíta nové hodnoty priorít. Keď napríklad zistí, že podiel počtu komentárov k celkovému počtu vykonaných aktivít je iba 0,05 namiesto očakávaného 0,1, zvýši prioritu aktivít súvisiacich s komentármi, a teda aj bodový zisk za vykonanie takej aktivity (napríklad pridanie nového komentára).

Pretože v krajných prípadoch môže dôjsť k veľkým výkyvom priorít, ich hodnoty sa vždy ohraničia intervalom 0,5 až 1,5. Priorita teda nikdy nemôže klesnúť pod tento interval, ani ho presiahnuť. Platí pritom, že ALEF prispôbuje prioritu iba pre tie typy aktivít, ktoré majú nastavenú nejakú (vyššiu ako 1) preferenciu učiteľom. Pre aktivity, ktoré momentálne nie sú preferované, ALEF vyhodnotí prioritu ako 1.

Výpočet možno opísať nasledovne:

$$score(s, t) = score(s, t - 1) + \sum_i partial\_score(C_i, s, t)$$

kde  $score(s, t)$  je funkcia počítajúca veľkosť skóre študenta  $s$  v čase  $t$ . Môžeme vidieť, že funkcia pripočítava k aktuálnej výške skóre súčet prírastkov čiastkových skóre všetkých typov aktivít. Veľkosť prírastku k čiastkovému skóre aktivity  $C_i$  študenta  $s$  v čase  $t$  vyhodnocuje funkcia  $partial\_score(C_i, s, t)$ . Samotná funkcia vypočítava táto funkcia nasledovne:

$$partial\_score(c, s, t) = weight(c) * pref(c, t) * prior(c, t) * add(c, s, t)$$

kde  $c$  je typ aktivity čiastkového hodnotenia,  $s$  je študent,  $t$  je časový interval výpočtu,  $weight$  predstavuje váhu aktivity,  $pref$  je jej preferencia určená učiteľom,  $prior$  je systémom vypočítaná priorita a  $add$  základná hodnota prírastku, ktorá je určená hodnotičom konkrétneho typu aktivity.

Hodnotiče aktivít sú zabudované v ALEFe, pričom každý počíta veľkosť čiastkového skóre osobitým spôsobom. Napríklad hodnotič pre komentáre vo svojom čiastkovom skóre berie do úvahy pridanie verejného, anonymného a privátneho komentára, hodnotenie komentárov študentmi a rozdiel medzi kladnými a zápornými hodnoteniami komentára. Pre všetky tieto aktivity má vlastný súbor váh, ktorými ich ohodnocuje. Hodnotiče boli v ALEFe zabudované už aj pred implementáciou našej metódy, no zatiaľ čo pôvodne boli použité na výpočet absolútnej hodnoty čiastkového skóre, naša metóda ich používa na výpočet prírastku k tejto hodnote. Za zmienku tiež stojí, že výpočet veľkosti čiastkového skóre podlieha logaritmickej funkcii, a teda veľkosť prírastkov sa neustále znižuje.

## 4.2 Diskusia

Ako už bolo spomenuté, skóre študenta existuje v ALEFe už dlho, naša implementácia sa teda v značnej miere dotýkala modifikácie pôvodného riešenia. Okrem samotnej implementácie sme tak potrebovali istý čas stráviť aj oboznamovaním sa s fungovaním pôvodného spôsobu výpočtu skóre a

všetkých závislosti medzi touto a ostatnými súvisiacimi časťami systému (kedy sa skóre vypočítava, na základe akých akcií, a pod.). Následne sme mohli pristúpiť k značnej modifikácii pôvodného riešenia a implementovaniu nových súčastí.

Rozdiel medzi pôvodným spôsobom výpočtu a našim riešením je predovšetkým v pridaní dynamického prvku, ktorý ovplyvňuje akou mierou sa jednotlivé aktivity zúčastňujú na celkovom výslednom skóre študenta. Zatiaľ čo v pôvodnom spôsobe bola táto miera ovplyvňovaná iba váhou za konkrétny typ aktivity, v našej metóde je značne závislá ako od rozhodnutí učiteľa formou zmien v preferenciách, tak i od samotného stavu systému vďaka automaticky počítaným prioritám.



## 5 Návrh motivácie pomocou prúdu aktivít

---

Skóre študentov vypočítavané na základe vyhodnocovania ich aktivít je základom pre našu metódu motivácie. Pretože skóre samotné má študentov motivovať k tomu, aby učeniu pomocou systému venovali čo najviac času a zároveň sa sústredili najmä na tie aktivity, ktoré sú momentálne preferované, súčasťou našej práce je aj návrh prúdu aktivít v systéme ALEF.

Prúd aktivít je obdobou tzv. prúdov správ (angl. *stream*) známých z mnohých momentálne populárnych sociálnych sietí. Ten v ALEFe študentovi poskytuje sumár rôznych správ týkajúcich sa aktivity v systéme pre ním študované kurzy. Prúd aktivít sme v rámci našej metódy implementujeme predovšetkým preto, aby sme študentom priblížili spôsob výpočtu ich skóre a priebeh zmien, ktoré majú vplyv na tento výpočet.

### 5.1 Štruktúra prúdu aktivít

Prúd aktivít sa nachádza v nami navrhnutej stránke profilu študenta, ktorá sa skladá z dvoch hlavných častí - bočného panelu a samotného prúdu aktivít.

Bočný panel obsahuje krátky prehľad všetkých kurzov študenta. Študent si môže zobrazíť aké skóre v niektorom z kurzov dosiahol dosiahol i aktivity, za ktoré dosiahol najvyšší, resp. najnižší počet bodov. Súčasťou tejto časti je i zoznam odznakov, ktoré študent môže získať a ktoré už získal (viac v kap. 6). Panel poskytuje možnosť jednoducho medzi jednotlivými kurzami prepínať a zobrazovať štatistiky skóre a zoznam získaných odznakov pre konkrétny kurz. Okrem toho sa v bočnom paneli nachádza tiež stručné vysvetlenie toho, ako prúd aktivít funguje.

Napravo od bočného panelu sa nachádza už spomínaný prúd aktivít. Ten je zložený z jednotlivých správ, ktoré sa študentovi zobrazujú zoradené podľa času ich vygenerovania, pričom tie najnovšie sú vždy najvyššie. To, akým spôsobom sa menia výšky udeľovaných bodov za jednotlivé aktivity študentovi približujú dva typy správ - správa o zmene preferencií a správa o zmene priorit.

Prúd aktivít poskytuje rôzne možnosti filtrovania správ. V rámci návrhu sme identifikovali napríklad filtrovanie na základe dátumu a času, kedy bola správa vygenerovaná. To je vhodné napríklad pri správach informujúcich o zmene priorit, ktoré sa generujú pri každej ich aktualizácii a pri veľkej aktivite v systéme sa ich môže generovať väčšie množstvo v priebehu relatívne krátkeho času. Existujú samozrejme aj omnoho pokročilejšie a inteligentnejšie spôsoby filtrovania. Jedným z najpopulárnejších v súčasnosti je personalizácia zobrazovaných správ, teda zobrazovanie tých typov správ, ktoré systém vyhodnotí ako potenciálne zaujímavé pre konkrétneho používateľa. V rámci implementácie a potrieb pre vyhodnotenie sme však žiadne filtrovanie nepoužili, pretože v našom záujme bolo, aby mali študenti prehľad o všetkých zmenách v systéme.

### 5.2 Typy zobrazovaných správ

Súčasťou našej práce na tejto časti bol aj návrh niekoľkých typov správ, ktoré je prúd aktivít schopný zobrazovať. Prebrali sme viaceré možnosti, ktoré sa naskytajú. Náš konečný návrh obsahuje tri rôzne typy správ, konkrétne:

- správa o zmene priorít,
- správa o zmene preferencií a
- správa o odomknutí odznaku.

### Správa o zmene preferencií

Správa o zmene preferencií sa vygeneruje vždy, keď učiteľ v administračnom rozhraní zmení preferencie pre ľubovoľný počet druhov aktivít. Vygenerovaná správa študenta informuje o tom, aké aktivity sú momentálne preferované a rovnako aj o tom, akou mierou sú preferované. Jednotlivé hodnoty preferencií sa pritom v správe zobrazujú slovne, a môžu nadobudnúť jednu zo štyroch hodnôt:

- *stredne vysoká* pre preferenciu s hodnotou 2,
- *vyššia* pre preferenciu s hodnotou 3,
- *vysoká* pre preferenciu s hodnotou 4 a
- *najvyššia* pre preferenciu s hodnotou 5.

### Správa o zmene priorít

Správa o zmene priorít sa generuje pri každej aktualizácii priorít. Aby boli študenti motivovaní k tomu, aby venovali zvýšené úsilie aktivitám s najvyššou odmenou, a naopak menej času strávili s aktivitami s najnižšou odmenou, správa zobrazuje informáciu o aktivitách s najvyššími i najnižšími prioritami. Okrem toho je pri každej zmienenej aktivite naznačená zmena jej priority od vygenerovania poslednej správy. Zelená šípka smerujúca nahor hovorí, že výška odmeny sa zvýšila, modrá šípka smerujúca doprava značí, že výška odmeny sa nezmenila a červená šípka smerujúca nadol zase signalizuje, že sa výška odmeny znížila. Náhľad na správu o zmene priorít môžeme vidieť na obrázku č. 5.1.

**Zmena odmien za aktivity v kurze SI2013**

---

*25.4.2014, 20:48*

Zmenili sa výšky odmien za aktivity v tomto kurze. Najvyššia odmena je za tieto aktivity:

- ▼ *hodnotenie sumarizácií (vysoká)*
- ▼ *pridávanie definícií (vysoká)*
- ▼ *práca s otázkovačom (vysoká)*

Naopak, najnižšia je za tieto aktivity:

- ▼ *pridávanie komentárov (nízka)*
- ▲ *odpovedanie na otázky (nízka)*
- ▲ *pridávanie externých odkazov (nižšia)*

Obr. 5.1: Správa v prúde aktivít o zmene priorít v danom kurze.

Môžeme vidieť, že i veľkosti priorít sa v správe zobrazujú slovne. Aj keď v skutočnosti pri prioritách žiadne stupne, ako tomu bolo pri preferenciách, neexistujú, pre účely správ sa delia do piatich kategórií:



- *nízka* pre prioritu menšiu alebo rovnú hodnote 0,5,
- *nižšia* pre prioritu v otvorenom intervale 0,5 až 1,0
- *priemerná* pre prioritu rovnú hodnote 1,0,
- *vyššia* pre prioritu vyššiu ako 1,0 a nižšiu alebo rovnú 1,5 a
- *vysoká* pre prioritu vyššiu ako 1,5.

Je dôležité spomenúť, že priorita konkrétnej aktivity sa intervalom 0,5 až 1,5 neohraničí pri jej samotnom výpočte, ale až pri výpočte skóre, preto môžeme pri generovaní správy dostať aj hodnoty mimo tohto intervalu, hoci pri výpočte skóre to tak nie je.

### **Správa o odomknutí odznaku**

Prúd aktivít dokáže zobrazovať i správu, ktorá informuje o skutočnosti, že niektorému študentovi sa podarilo odomknúť odznak (viac v kap. 6). Zobrazuje meno študenta, kurz, v ktorom sa mu odznak podarilo odomknúť a náhľad na obrázok samotného odznaku. Ostatní študenti sú tak informovaní o aktivite svojich spolužiakov, čím sa ich systém snaží motivovať k ďalšej činnosti.



## 6 Návrh motivácie pomocou odznakov

---

Poslednou súčasťou nášho súboru návrhov pre podporu motivácie v systéme ALEF je jednoduchý systém udeľovania odznakov. Ako sme už spomenuli v časti venovanej analýze (pozri kap. 2.1.3), odznaky patria medzi najstaršie známe gamifikačné prvky, často sú tiež považované za jedny z najviac motivujúcich (viac v kap. 7.2.2). Systém ALEF ponúka mnoho aktivít, ktoré majú vhodné vlastnosti pre implementovanie systému udeľovania odznakov. Ide predovšetkým o aktivity spojené s pridávaním metadát, napríklad komentárov.

### 6.1 Druhy odznakov

Súčasťou nášho návrhu v rámci tejto časti sú štyri druhy odznakov:

- odznaky za dosiahnutie míľnikov vo výške skóre,
- odznaky za počet pridaných komentárov,
- odznaky za počet nahlásených chýb a
- odznaky za počet zvýraznených úsekov textu.

Ide o aktivity, ktoré študentovi generujú nové body započítavané do skóre, čím sa istým spôsobom prepája motivácia zvyšovania skóre a získavania odznakov. Systém ponúka príležitosti aj pre návrh rôznych iných druhov odznakov, ale práve táto prepojenosť so skóre, a teda aj s prúdom aktivít, je pre našu metódu najviac zaujímavá.

Odznaky za dosiahnutie míľnikov vo výške skóre možno získať vždy, keď študent dosiahne v niektorom z kurzov vopred stanovenú hranicu potrebnej výšky skóre. Ide tak o priamočiare spojenie konceptu získavania odznakov a samotného skóre. Ďalšie tri druhy odznakov majú podobný charakter. Získať ich možno za prácu v systéme v rámci niektorej z nasledujúcich aktivít - pridávanie komentárov, nahlasovanie chýb a zvýrazňovanie úsekov textu. Čím viac pridá komentárov študent pridá, čím viac chýb nahlási a čím viac úsekov textu zvýrazní, tým skôr sa dopracuje k niektorému zo súvisiacich odznakov.

Okrem spomenutých štyroch druhov sme uvažovali i rôzne ďalšie druhy odznakov. Ponúkajú sa najmä možnosti získavania odznakov za aktivitu v systéme ako celku, tzn. odznaky neviazané na konkrétny kurz. Príkladom takéhoto odznaku môže byť odznak za čas strávený v systéme, alebo ďalšie spôsoby monitorovania jeho aktivity (počet zobrazení výučbových objektov, ...). Pri návrhu a najmä implementácii takýchto odznakov však existujú viaceré úskalnia. Ak by sme chceli udeľovať odznak za čas strávený v systéme, no nezaujímal by nás všetok čas, keď bol študent prítomný, ale iba produktívny čas kedy študent naozaj preukazoval nejakú činnosť, museli by sme rátať napríklad s možnosťou, že miesto študenta v skutočnosti aktivitu v systéme vykonáva nejaký script/robot. Udelenie odznaku za takúto aktivitu by samozrejme nebolo spravodlivé voči „poctivým“ študentom. To ale nebolo predmetom našej práce, a preto sme sa sústredili najmä na samotnú motiváciu, ktorú je možné dosahovať aj jednoduchšími typmi odznakov.

## 6.2 Levely odznakov

Aby existovala motivácia vykonávať nejakú aktivitu aj po získaní odznaku za ňu, spolu s jednotlivými odznakmi sme navrhli aj systém levelov, resp. úrovni odznakov.

Každý z navrhnutých druhov odznakov existuje v troch rôznych verziách, tzv. leveloch. Levely vlastne rozdeľujú každý druh odznaku na viacero samostatných odznakov, pričom poskytuje stupňovanie podmienok ich odomknutia naprieč jednotlivými levelmi. Všetky naše odznaky sme navrhli v troch leveloch. Pre dosiahnutie prvého levelu odznaku potrebuje študent vyvinúť najmenšie úsilie, pre dosiahnutie odznaku tretieho levelu už musí vyvinúť značne väčšiu námahu. Odznaky sa tak logicky odomykajú postupne, tzn. najprv odznak levelu 1, po získaní ktorého sa študentovi sprístupní možnosť odomknúť odznak levelu 2 a až sa dopracuje k obom levelom, aktuálnou sa stane možnosť získania aj tretieho levelu odznaku. Takéto „levelovanie“ tak zabezpečí, že študent má motiváciu vykonávať nejakú aktivitu aj vtedy, keď sa mu už za ňu podarilo získať (prvý) odznak.

## 6.3 Vzhľad odznakov

Pri navrhovaní prvku akým sú odznaky je nepochybne dôležitý aj ich vzhľad, forma, prípadne nejaký druh interakcie. Súčasťou návrhu odznakov tak bola aj úvaha o týchto atribútoch.

Pretože sme navrhli niekoľko rôznych druhov odznakov, pri ich zobrazovaní študentovi je vhodné ich nejakým spôsobom odlíšiť medzi sebou. To je zabezpečené použitím rôznych pestrých farieb naprieč jednotlivými druhmi. Pri letmom pohľade tak možno odlíšiť odznak za dosiahnutie míľnika v skóre, ktorý je oranžovej farby od odznaku za pridávanie komentárov, ktorý je zase zelený. Každý odznak je okrem farby odlíšený aj ikonkou, ktorá symbolizuje aktivitu, za ktorú je udeľovaný. Odznak za nahlasovanie chýb tak symbolizuje obrázok chrobáka (vdďaka zaužívanému anglickému slovíčku *bug*, ktoré možno použiť v spojení s chrobákom, ale i chybou), odznak za zvýrazňovanie úsekov textu obrázok zvýrazňovača.

Odznak jedného druhu má rovnaký grafický základ pre všetky levely. V rámci jednotlivých levelov sú ale odznaky odlíšené obrázkami hviezdíčiek v záhlaví odznaku. Intuitívne, počet hviezdíčiek na odznaku symbolizuje jeho level. Na obrázku 6.1 vidíme zoznam odznakov tak, ako ich študent vidí v bočnom paneli svojej profilovej stránky.

### Tvoje odznaky



*Obr. 6.1: Náhľad na získané i nezískané odznaky v študentovom kurze.*

Študent má jednoduchý prehľad o tom, ktoré odznaky už získal, vďaka ich farebnému odlíšeniu odostatných odznakov. Nezískané odznaky sa zobrazujú jednoducho len v odtieňoch šedej farby. Aj letmý pohľad na bočný panel tak stačí k tomu, aby študent vedel ktoré odznaky už získal a ktoré ešte nie.

Ak sa chce študent dozvedieť o niektorom z odznakov viac, môže naňho kliknúť. Bez ohľadu na to, či už ten-ktorý odznak vlastní vo svojej zbierke, sa mu zobrazí popis odznaku. Ten predstavuje informáciu o tom, za akú aktivitu bol udelený, konkrétne číselné údaje (napr. počet pridaných komentárov, za ktorý odomkol súvisiaci odznak) a level odznaku. Popis sa zobrazuje vo vyskakovacom okne vyvolávanom pomocou *JavaScriptu*.



## 7 Overenie

---

Overenie našich návrhov prebiehalo v prostredí výučbového systému ALEF. Súčasťou overenia bol aj experiment a dotazník, ktorých vyhodnotenie sa nachádza v druhej časti tejto kapitoly.

### 7.1 Realizácia navrhnutých motivačných prvkov

Ako sme už uviedli, základ ALEFu vychádza z doménového modelu ktorý je tvorený dvoma vrstvami - vrstvou metadát a vrstvou obsahu.

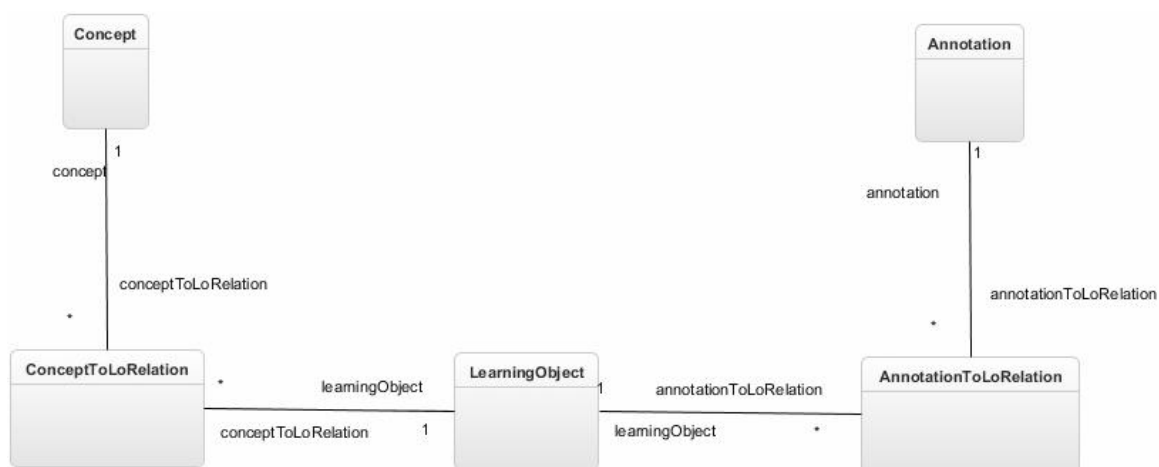
Obsah je tvorený tzv. výučbovými objektmi reprezentovanými entitou *LearningObject*. ALEF pozná tri druhy výučbových objektov:

- študijné texty,
- otázky a
- cvičenia.

Študijné texty predstavujú pre študenta zdroj informácií a učiva pre konkrétny kurz. Naštudovaný text si môže precvičiť odpovedaním na súvisiace otázky a riešením cvičení.

Vrstva metadát je reprezentovaná dvoma typmi - konceptom, reprezentovaným entitou *Concept* a anotáciou, ktorú reprezentuje entita *Annotation*. Koncept zvyčajne reprezentuje tému, alebo podtému, ktorá je súčasťou obsahu, ku ktorému sa koncept viaže. Anotácia predstavuje doplnkový obsah k výučbovým objektom, ktorá do systému pridáva používateľ - učiteľ, alebo študent. ALEF podporuje veľa typov anotácií, napríklad komentáre, tagy, zvýraznené úseky textu, či externé zdroje. Na obrázku 7.1 môžeme vidieť zjednodušený doménový model systému ALEF. Úplný diagram dátového modelu uvádzame v prílohe A.

Pri implementácii navrhnutých prvkov nás zaujímali predovšetkým anotácie, pretože ich pridávanie, upravovanie, hodnotenie, prípadne mazanie má priamy dopad aj na výpočet a zmenu skóre.



Obr. 7.1: Zjednodušený dátový model systému ALEF.

### 7.1.1 Dynamické skóre

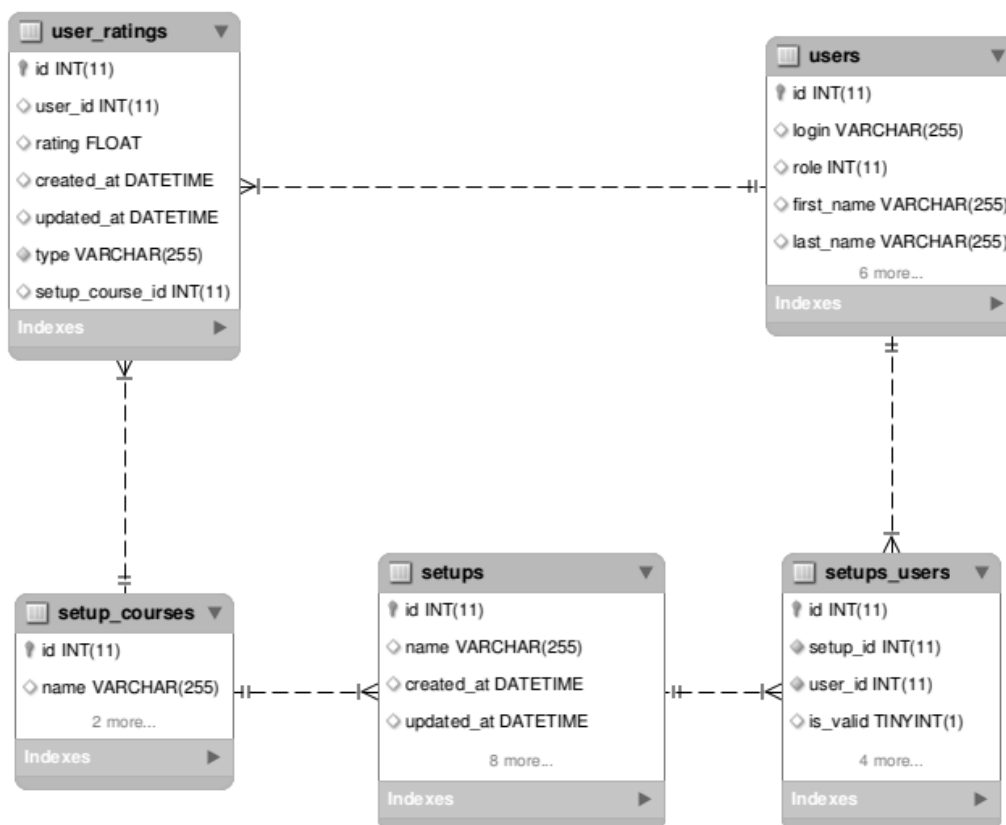
Základom implementácie dynamického skóre bola už existujúca infraštruktúra pôvodného výpočtu skóre. Tá je tvorená pomocným modulom *UserRatingHelper* a jednotlivými triedami reprezentujúcimi tzv. hodnotiče, ktoré sa starajú o výpočet čiastkových skóre jednotlivých druhov aktivít. Pretože našim cieľom bola úprava výpočtu "spoločného" skóre, teda skóre, ktoré združuje výsledky všetkých čiastkových skóre generovaných jednotlivými hodnotičmi, naša implementácia sa dotýkala najmä značnej modifikácie modulu *UserRatingHelper*.

V ňom sme upravili hodnoty váh jednotlivých aktivít a definovali nové metódy potrebné k dynamickému výpočtu skóre. Najdôležitejšia je pritom metóda *update\_raters\_priorities()*, ktorá je volaná pri akejkoľvek zmene v niektorom z čiastkových skóre a na starosti má prepočet všetkých priorít priradených k jednotlivým druhom aktivít pomocou algoritmu prezentovanom v kapitole 4.1. Výsledné hodnoty priorít sa ukladajú do tabuľky *setup\_courses* uchovávajúcej údaje o jednotlivých kurzoch prítomných v systéme. Metóda tiež zabezpečuje vytvorenie správy v prúde aktivít o zmene týchto priorít.

Pri implementácii nášho riešenia sme museli rešpektovať existujúci vzťah medzi kurzom, v ALEFe reprezentovanom modelom *SetupCourse*, a tzv. setupom, reprezentovaným modelom *Setup*, pretože práve pochopenie tohto vzťahu je pre porozumenie spôsobu implementácie výpočtu skóre dôležité. Model *SetupCourse* reprezentuje kurz, do ktorého daný študent patrí, a viaže sa naňho ako samotné skóre, tak i predmet, ktorý je týmto kurzom reprezentovaný. Na jeden kurz však môže byť naviazaných hneď niekoľko setupov, napríklad pre potrebu rozdelenia študentov do skupín kvôli experimentom. Aby sa tak študentovi zachovalo jeho skóre aj v prípade zmeny setupu do ktorého patrí, skóre je naviazané práve na spomínaný kurz. Vzťah medzi kurzom, setupom a používateľom je znázornený aj na diagrame tried na obrázku 7.2.

Viacere úpravy sa dotkli aj triedy *CombiningRater*, ktorá kombinuje všetky čiastkové skóre a ukladá do systému výsledné skóre, ktoré sa zobrazuje študentovi. Najväčšia modifikácia spočívala v zámene vypočítavania absolútnej hodnoty skóre za vypočítavanie prírastku k tomuto skóre. Počítanie prírastku miesto výslednej hodnoty je podstatné, pretože práve jednotlivé prírastky sa podľa nami navrhnutého algoritmu prenasobujú jednotlivými faktormi vplývajúcimi na zmenu skóre - váhou, preferenciou a prioritou. Metóda *get\_rater\_priorities()* tiež zabezpečuje, aby sa hodnoty priorít vybrané z tabuľky ohraničili spomínaným intervalom 0,5 až 1,5, a nezhodnocovali tak výpočet skóre extrémne vysokými, alebo nízkymi prírastkami.





Obr. 7.2: Diagram tried reprezentujúci vzťah medzi kurzom, setupom a používateľom.

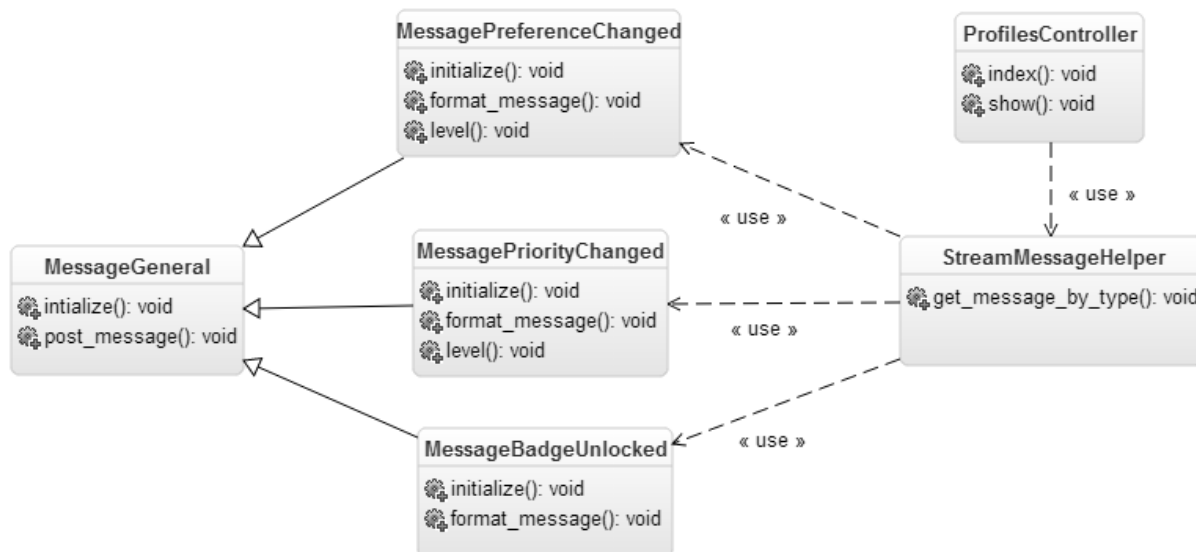
Preferencie jednotlivých druhov aktivít, ktoré ovplyvňuje učiteľ, je možné meniť jednoduchým formulárom, ktorý sme implementovali v nastaveniach kurzu v administrácii systému ALEF. Preferenciu každého druhu aktivity je možné nastaviť výberom príslušnej mierky preferencie z rozbaľovacej ponuky.

### 7.1.2 Prúd aktivít

Ako už bolo uvedené v kapitole 5, prúd aktivít ako celok pozostáva z množstva rôznych typov správ. Jednotlivé typy správ sú v ALEFe implementované ako samostatné triedy, ktoré časť svojej funkcionality dedia od spoločného predka *MessageGeneral* a časť majú implementovanú každá samostatne. Trieda *MessageGeneral* poskytuje metódu *post\_message()*, ktorá sa stará o uloženie novej správy s poskytnutými parametrami do tabuľky *stream\_messages* prítomnej v databáze. Každá trieda správy poskytuje metódu *format\_message()*, ktorej výstupom je HTML kód naformátovanej správy vhodnej pre zobrazenie v prúde aktivít. Metóda na svojom vstupe prijíma parametre potrebné pre vygenerovanie správy, napríklad ID kurzu, ku ktorému je priradená a informáciu o tom, či je globálna (zobrazuje sa všetkým používateľom systému).

Ostatné parametre, ktoré sú jedinečné pre každý typ správy, sa do databázy ukladajú vo formáte YAML a ich štruktúra je ľubovoľná. Vďaka tomu, že každý typ správy je implementovaný pomocou vlastnej triedy, je tak možné jednoduchým spôsobom implementovať aj ďalšie typy správ. Súčasťou našej implementácie bolo vytvorenie troch typov odvodených správ - *MessagePreferenceChanged* o zmene preferencií v kurze, *MessagePriorityChanged* o zmene priorít v kurze a

*MessageBadgeUnlocked* o odomknutí nového odznaku. Na obrázku 7.3 sa nachádza zjednodušený diagram tried znázorňujúci vzťahy medzi triedami správ a ďalšími súvisiacimi komponentmi.



Obr. 7.3: Zjednodušený diagram tried správ prúdu aktivít.

O vytváranie správ volaním metódy *format\_message()* vhodného typu sa stará pomocný modul *StreamMessageHelper*, ktorá vo svojej metóde *get\_message\_by\_type()* vracia požadovaný typ správy podľa predávaného parametra. V našej implementácii je táto metóda volaná pri zobrazovaní stránky s profilom používateľa, ktorej funkčnosť zabezpečuje trieda *ProfilesController*.

### 7.1.3 Odznaky

Jadro celej funkcionality odznakov zabezpečuje nami implementovaná trieda *Badge*, ktorá reprezentuje model ľubovoľného odznaku. Každý odomknutý odznak uložený v databáze je okrem svojho ID a údajov o vytvorení a poslednej úprave reprezentovaný piatimi údajmi:

- typom odznaku,
- levelom,
- ID používateľa, ktorým bol odomknutý,
- ID setupu, v ktorom bol odomknutý a
- ID kurzu, v ktorom bol odomknutý.

Typ odznaku je jednoduchý reťazec, ktorý hovorí k akej činnosti je odomykanie odznaku pridružené. Napríklad *BugReportsAdded* je typ odznaku, ktorý je možné získať nahlasovaním chýb. Level obsahuje číselnú hodnotu o leveli odomknutého odznaku a môže nadobúdať jednu z hodnôt 1, 2, alebo 3. Tieto dva údaje spolu s ID používateľa sú povinné pre každý odomknutý odznak. ID setupu a ID kurzu sú nepovinné a ich uvádzanie závisí od konkrétneho typu odznaku. Napríklad v odznakoch získavaných za dosiahnutie míľnikov v skóre sa ukladá ID kurzu, pretože skóre je naviazané práve na ne, no už sa neukladá ID setupu. Naopak, v spomínanom odznaku za nahlasovanie chýb sa ukladá ID setupu, no ID kurzu prítomné nie je. V prípade odznaku získavaného za celkovú činnosť v systéme ALEF (napríklad celkový počet pridaných komentárov, bez ohľadu na kurz, v ktorom boli pridané) by teda nemala byť použitá ani jedna z týchto dvoch hodnôt.

O odomknutie nového odznaku sa stará metóda *check()* triedy *Badge*, ktorá na základe údajov predaných parametrami skontroluje, či boli splnené podmienky pre odomknutie nového odznaku, prípadne nového levelu už odomknutého odznaku. V prípade, že sa tak stalo, metóda vytvorí nový záznam v databáze, čím odomkne nový odznak. Úsek kódu, ktorý sa stará o odomknutie nového odznaku a vytvoreniu správy o tejto udalosti v prúde aktivít, je nasledujúci:

```

if (new_level = self.check_level(@@levels[type], unlocked_badges.length, total)) > 0
  Badge.new.unlock(user, setup, course, type, new_level)

  msg_params      = { 'user_id' => user.id, 'type' => type, 'level' => new_level }
  stream_message = StreamMessageHelper.get_message_by_type('BadgeUnlocked')
  if course.nil?
    stream_message.post_message(setup.setup_course_id, msg_params)
  else
    stream_message.post_message(course.id, msg_params)
  end
end
end

```

## 7.2 Vyhodnotenie

Vyhodnotenie našej práce bolo realizované v dvoch formách. Po reálnom nasadení nami naimplementovaného návrhu do produkčnej verzie systému ALEF sme vykonali experiment, pomocou ktorého sme sledovali aktivitu študentov za prítomnosti prúdu aktivít. Koncom semestra sme sa tiež na študentov obrátili s dotazníkom, ktorý obsahoval otázky súvisiace s gamifikačnými prvkami v ALEFe, i gamifikáciou všeobecne.

### 7.2.1 Experiment

Vplyv dynamického výpočtu skóre a prúdu aktivít na motiváciu študentov sme overili pomocou experimentu. Experiment prebiehal počas dvoch týždňov letného semestra, od 19. apríla do 2. mája 2014, po nasadení implementácie prúdu aktivít do produkčnej verzie systému ALEF. Experimentu prebiehajúceho neriadenou formou sa zúčastnili študenti predmetu Princípy softvérového inžinierstva, ktorý na Fakulte informatiky a informačných technológií prednáša pani profesorka Bieliková. Cieľom nášho experimentu bolo overiť, či informácie o zmenách priorít jednotlivých aktivít v rámci kurzu prezentované správami v prúde aktivít majú vplyv na reálne správanie študentov v systéme.

#### Príprava experimentu

Experimentu predchádzalo nastavenie preferencií aktivít prostredníctvom formulára v administračnom rozhraní. Nastavené hodnoty preferencií možno vidieť v tabuľke 7.1.

Komentáre	Hlásenia chýb	Zvýraznenia	Externé zdroje	Otázky	Cvičenia
-	-	-	4	2	2
Výučb. texty	Tagy	Sumarizácie	Otázkovač	Definície	
-	3	-	4	5	

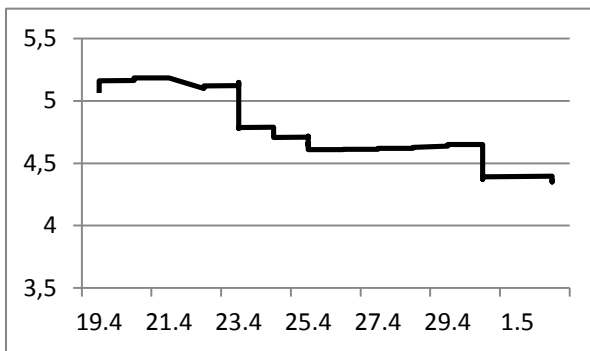
Tab. 7.1: Nastavenie preferencií aktivít pred a počas experimentu.

Počas experimentu sa teda dynamicky vypočítavali priority pre 6 druhov aktivít, zvyšných 5 nemalo preferenciu nastavenú, a teda sa s nimi pri počítaní priorít nerátalo (ich priorita bola vždy automaticky 1).

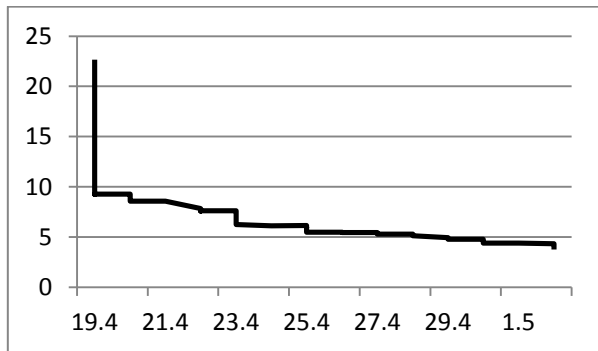
Pretože priorita klesá pod hodnotu 1, ak je počet udelených bodov za súvisiaci druh aktivít podpriemerný, a naopak, experimentom sme sledovali zmeny v prioritách. V prípade, že sa študenti riadia údajmi zobrazovanými v prúde aktivít o najväčších a najmenších odmenách v podobe získaných bodov, počty udelených bodov za jednotlivé aktivity by sa mali približovať očakávaným teoretickým hodnotám a priorita všetkých aktivít by mala klesať, resp. stúpať k hodnote 1.

### Priebeh a vyhodnotenie experimentu

Počas trvania experimentu došlo k prepočtom priorít presne 300-krát. Získané údaje z experimentu sme použili ako zdroj pre grafy znázorňujúce zmenu hodnoty priorít v čase, kde na y-ovej osi grafu je znázornená hodnota priority a na x-ovej osi je znázornený čas, kedy došlo k prepočtu. Najbadaateľnejšie výsledky je možno vidieť na grafoch znázorňujúcich zmenu priorít externých zdrojov a definícií, ktoré sú znázornené na obrázkoch 7.4 a 7.5.



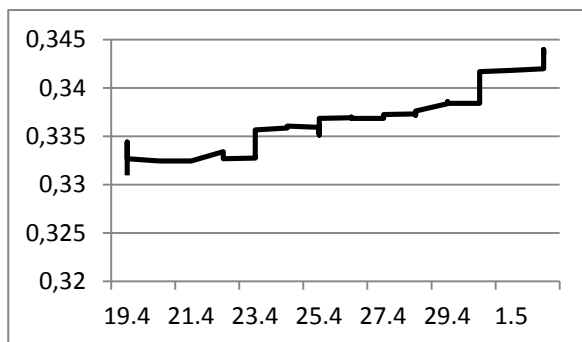
Obr. 7.4: Vývoj priority externých zdrojov.



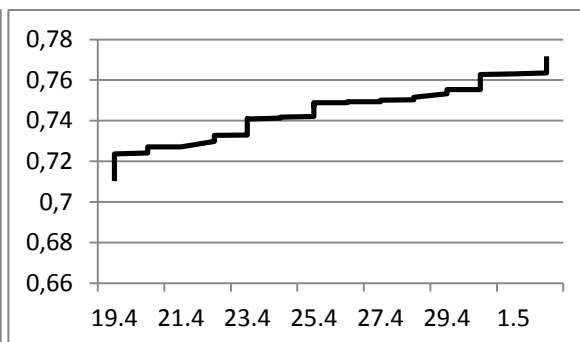
Obr. 7.5: Vývoj priority definícií.

Na oboch grafoch možno celkom zreteľne badať, že priorita externých zdrojov, resp. definícií sa v priebehu dvoch týždňov zmenšovala a približovala k hodnote 1. Ešte výraznejšie je tento trend badať pri prioritě definícií, ktoré sa ako súčasť iného bakalárskeho projektu v ALEFe spustili tesne pred začiatkom nášho experimentu, a tak bola ich priorita kvôli malému počtu udelených bodov v porovnaní s ostatnými aktivitami spočiatku vysoká.

Podobný vývoj priority možno sledovať na grafoch pre otázkoč a otázky. Grafy vývoja priority týchto dvoch aktivít sa nachádzajú na obrázkoch 7.6, resp. 7.7.



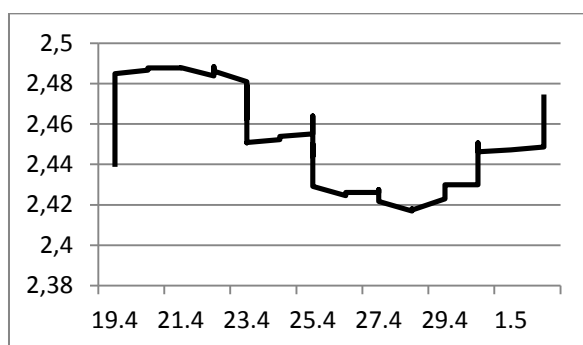
Obr. 7.6: Vývoj priority otázkovača.



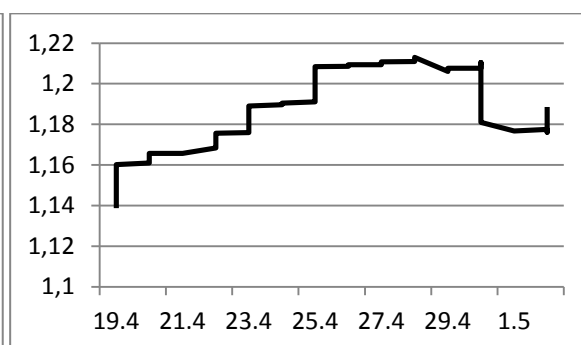
Obr. 7.7: Vývoj priority otázok.

Aktivita súvisiaca s odpovedaním na otázky a prácou s otázkovačom bola v období pred štartom experimentu vyššia než predpokladaná na základe preferencií, preto i priorit týchto aktivít bola menšia než 1. Od študentov sa teda implicitne očakávalo, že týmto druhom aktivít budú venovať menšiu pozornosť. Z grafov je opäť možné pozorovať trend, pri ktorom sa priorita blíži smerom k 1, čo podporuje hypotézu, že správy v prúde aktivít majú vplyv na konanie študentov. Je však potrebné dodať, že v tomto prípade boli zmeny v prioritách menšie než v prvých dvoch a pohybovali sa na úrovni desiatín až stotín. To je však čiastočne dané aj tým, že priority menšie než 1 sú namapované na interval  $(0;1>$ , kým priority väčšie ako 1 sa mapujú na interval  $<1;\infty)$ .

Jednoznačný trend nemožno vyčítať z grafov zobrazujúcich zmeny priorit cvičení a tagov. Grafy vidíme na obrázkoch 7.8 a 7.9.



Obr. 7.8: Vývoj priority cvičení.



Obr. 7.9: Vývoj priority tagov.

V oboch prípadoch zmena priorit kolísala o relatívne malé hodnoty a pri použití menšej mierky grafov by sa jej graf javil ako takmer rovná čiara. Nemožno jednoznačne povedať, čo malo na takýto vývoj priorit vplyv. Pretože na základe predošlých štyroch grafov môžeme predpokladať, že správy v prúde aktivít mali vplyv na aktivitu študentov, jednou z možných príčin môže byť aj menší záujem zo strany študentov o vykonávanie týchto aktivít.

### Zhodnotenie experimentu

Z experimentu možno vyvodiť minimálne dva závery. V prvom rade je na základe väčšiny grafov reprezentujúcich zmeny v prioritách počas trvania experimentu pravdepodobné, že študenti správy v prúde aktivít sledovali a brali do úvahy aj informácie o tom, ktoré aktivity im do výsledného skóre prispievajú najväčším počtom bodov. Z posledných dvoch grafov na druhej strane vyplýva, že študentov zrejme správy v prúde aktivít nedokážu dostatočne namotivovať na akýkoľvek druh aktivity.

Výsledky experimentu našu hypotézu, že dynamická zmena skóre v súčinnosti s prúdom aktivít dokáže študentov motivovať k vykonávaniu preferovaných aktivít, jednoznačne nepotvrdzujú, ale ani nevyvracajú. Je to dané ako analýzou údajov z priebehu experimentu, tak i samotnou povahou experimentu, ktorého výsledky nie je možné jednoznačne interpretovať. V rámci overenia sme preto zhotovili i dotazník, ktorý dával možnosť študentom vyjadriť sa priamo.

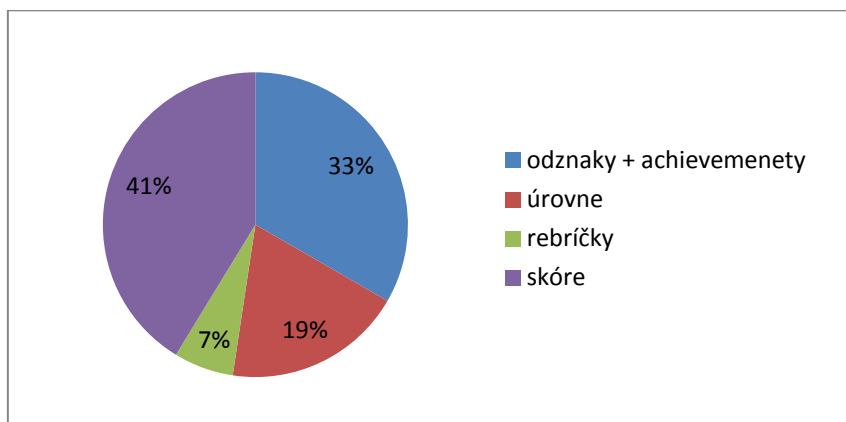
## 7.2.2 Dotazník

Pretože naša práca sa z veľkej časti dotýka motivácie študentov vo webovom výučbovom systéme a očakáva sa aj ďalšie používanie nami implementovanej metódy, zaujímal nás názor samotných študentov na použitie skóre, odznakov a gamifikácie ako takej. Pripravili sme preto dotazník pozostávajúci z dvanástich otázok, pričom prvé tri otázky mali všeobecnejší charakter a boli zamerané na gamifikáciu ako celok, zvyšných deväť otázok bolo z oblasti použitia konkrétnych gamifikačných prvkov.

Dotazník bol anonymný a vyplnilo ho celkom 67 študentov predmetu Princípy softvérového inžinierstva, ktorý pani profesorka Bieliková prednáša v druhom ročníku bakalárskeho štúdia. Ide teda o relevantnú vzorku našej cieľovej skupiny, ktorou sú študenti používajúci systém Alef. Celé vyhodnotenie dotazníka je možné nájsť v prílohe E.

V prvom rade nás zaujímal názor študentov na zmysel použitia gamifikačných prvkov vo výučbových systémoch typu Alef. Na otázku č. 2 *Majú podľa vás gamifikačné prvky (skóre, odznaky, úrovne) zmysel aj vo webových výučbových systémoch, napr. takých ako Alef?* odpovedalo kladne až 59 študentov, čo predstavuje približne 88 percent celkového počtu odpovedí. K dispozícii boli dve možné odpovede – *áno*, alebo *nie*. Takáto podpora nás potešila a zároveň podporila v názore, že gamifikácia má vo výučbových systémoch na webe zmysel.

Dôležité pre nás boli aj výsledky otázky č. 3 - *Ktorý gamifikačný prvok považujete vo výučbovom systéme za najatraktívnejší?*, kde nás zaujímal, či študenti skóre prítomné v Alefe považujú za motivujúce a zároveň sme sa chceli dozvedieť aké ďalšie prvky by ich motivovali k ďalšej činnosti. Išlo o otázku s možnosť voľnej odpovede, pretože sme študentov nechceli obmedziť len vopred stanoveným zoznamom možných gamifikačných prvkov. Súhrn odpovedí, ktoré na túto otázku poskytlo celkom 46 študentov, možno vidieť v grafe na obrázku č. 7.10.

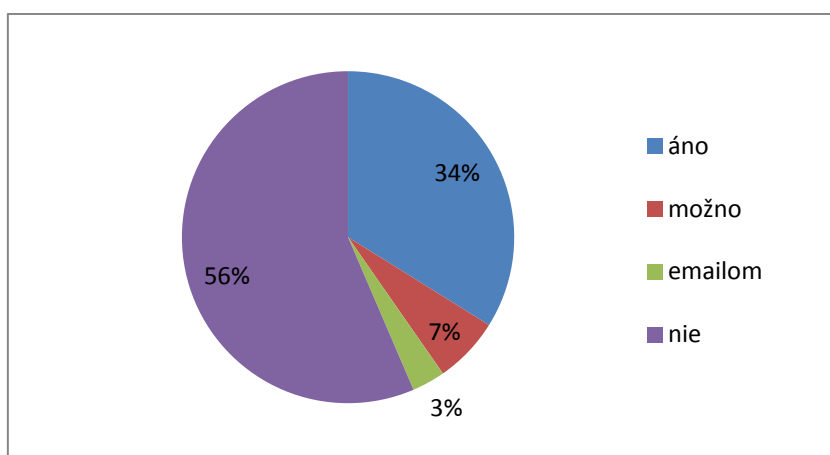


Obr. 7.10: Graf odpovedí na otázku o najviac motivujúcich gamifikačných prvkoch.

Napriek možnosti voľnej odpovede odpovedali všetci študenti jednou z piatich uvedených možností. Pretože odznaky a úspechy (angl. *achievements*) predstavujú približne rovnakú funkcionality, vo vyhodnotení sme ich pokladali za ekvivalentné odpovede. Možno vidieť, že v odpovediach jasne dominovalo skóre a odznaky, ktoré tvorili približne 74 percent odpovedí. Za nami implementované prvky sa tak vyslovili takmer tri štvrtiny študentov, ktorí na túto otázku odpovedalo.

Opodstatnenosť prúdu aktivít ako prvku približujúceho zmeny vo výpočte skóre mala čiastočne dokázať, prípadne vyvrátiť otázka č. 5 v znení *Zamysleli ste sa niekedy nad tým, ako funguje výpočet skóre v Alefe?* Odpovedať bolo opäť možné jednou z dvoch možností – *áno*, alebo *nie*. V tomto prípade odpovedalo kladne 77 percent študentov. Otázka bola v tomto znení postavená schválne, pretože sme od študentov nechceli, aby sa explicitne vyjadrili k prúdu aktivít, kde by mohli odpoveď ovplyvniť iné atribúty (vzhľad, iné typy správ), ale zaujímalo nás, či študenti počas práce v Alefe rozmýšľajú nad tým, ako funguje proces výpočtu skóre v jeho pozadí a prečo za niektoré aktivity získavajú bodov viac, kým za iné menej.

Pravdepodobne najväčší dopad na implementáciu našej metódy mala otázka č. 13 - *Bola by pre vás zaujímavou možnosťou dostávať informácie o dianí v Alefe (zmeny v skóre, získaný odznak, atď.) prostredníctvom Facebooku (samozrejme v regulovanej frekvencii)? Ak nie, prečo?* Odpovedať mohol študent buď *áno*, alebo uviesť vlastné zdôvodnenie v prípade negatívnej odpovede. Túto myšlienku v dotazníku podporilo iba približne 34 percent študentov, zvyšok sa vyjadril odmietavo, pričom až 57 percent odmietlo akúkoľvek vôľu prepojiť si svoj účet v Alefe so svojím súkromným účtom na tejto sociálnej sieti. Presnejší pomer odpovedí možno vidieť na obrázku č. 7.11.



Obr. 7.11: Graf odpovedí na otázku o prepojení účtov Alefu a Facebooku.

Pre študentov bola vo väčšine prípadov neprijateľná predovšetkým myšlienka prepájania školských systémov so sieťami, ktoré predstavujú ich súkromný priestor. To bol pre nás veľmi hodnotný poznatok, a preto sme sa na základe odpovedí k tejto otázke i odpovedí k otázke č. 3 rozhodli zmeniť pôvodný plán a namiesto tohto prepojenia do Alefu implementovať už spomínaný systém udeľovania odznakov.





## 8 Zhodnotenie

---

V úvodnej časti našej práce sme skúmali podstatu a dôsledky ľudskej motivácie a vzťah motivácie k ochote učiť sa. Oboznámili sme sa s technikou gamifikácie, ktorá ukazuje ako dostať klasické herné prvky do prostredí s neherným kontextom, vďaka čomu výrazne podporuje motiváciu používateľa a najmä v posledných rokoch sa stáva čoraz populárnejšou. Krátko sme sa pozreli aj na zaujímavé aspekty negatívnej motivácie.

Predstavili sme niekoľko webových aplikácií a stránok, portálov a služieb, ktoré v sebe už v súčasnosti majú zakomponované gamifikačné prvky, alebo iné prvky podporujúce motiváciu. Uviedli sme tiež systém ALEF, ktorého prostredie sa stalo základom pre návrh našej metódy a jeho realizáciu.

V ďalších častiach sme postupne predstavili naše návrhy dynamického skóre, prúdu aktivít a systému udeľovania odznakov. Opísali sme algoritmus počítania skóre i faktory, ktoré ho ovplyvňujú. Predstavili sme vzhľad a funkcionality prúdu aktivít a jeho správ. Ukázali sme si návrh odznakov a systém ich postupného odomykania vo forme levelov.

V poslednej časti sme sa venovali overeniu našich návrhov. Opísali sme konkrétnu realizáciu návrhov vo forme implementácie do systému ALEF. Spomenuli sme dôležité časti systému, ktoré priamo súviseli s našou implementáciou. Napokon sme naše overenie vyhodnotili pomocou experimentu a dotazníku, na ktorých oboch sa zúčastnili študenti našej fakulty.

Počas oboch semestrov sme sa stretli s viacerými zaujímavými problémami a otázkami. Prebrali sme viacero alternatív a metód motivácie študenta. Jednou s najväčších výziev bolo preniknúť do systému ALEF, pochopiť pôvodný spôsob výpočtu skóre i všetky ďalšie mechanizmy, ktoré s ním súviseli a prispôbiť sa obmedzeniam, ktoré v systéme existujú. Výsledkom našej práce je skóre s dynamickým spôsobom výpočtu, ktoré je previazané s prúdom aktivít a momentálne je už súčasťou produkčnej verzie systému ALEF, ktorý je využívaný študentmi viacerých ročníkov a predmetov vyučovaných na našej fakulte.

Výstup práce poskytuje množstvo priestoru pre ďalšie vylepšovanie a zdokonaľovanie, a to najmä vo vzťahu k prúdu aktivít a odznakom, kde sa ponúka možnosť implementácie ďalších typov správ a odznakov. Na základe vyhodnotenia dotazníka sa ponúka aj možnosť implementácie ďalších gamifikačných prvkov, nakoľko veľká väčšina študentov považuje tieto prvky za zaujímavé a motivujúce pri používaní webového výučbového systému.



# Literatúra

---

- [1] ZICHERMANN, G., CUNNINGHAM, C. *Gamification by design : implementing game mechanics in web and mobile apps*. Sebastopol, Calif: O'Reilly Media, 2011, s. 35-66.
- [2] DE AGUILERA, M., MENDIZ, A. Video games and education: (Education in the Face of a "Parallel School"). In: *Comput. Entertain.* [online]. ACM, New York, NY, USA, 2003. DOI: 10.1145/950566.950583
- [3] ANDERSON, A. et al. Steering User Behavior with Badges. In: *Proceedings of the 22Nd International Conference on World Wide Web - WWW '13* [online]. International World Wide Web Conferences Steering Committee, Republic and Canton of Geneva, Switzerland, 2013. s. 95-106.
- [4] GNAUK, B. et al. Leveraging gamification in demand dispatch systems. In: *Proceedings of the 2012 Joint EDBT/ICDT Workshops - EDBT-ICDT '12* [online]. ACM, New York, NY, USA, 2012. s. 103-110. DOI: 10.1145/2320765.2320799
- [5] MASLOW, A. H. A theory of human motivation. In: *Psychological Review* [online]. American Psychological Association, Washington, D.C., USA, 1943. s. 370-396. Dostupné na internete: <<http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>> [31.1.2014]
- [6] MARCZEWSKI, A. Gamification: A Simple Introduction. Andrzej Marczewski, 2013. s. 46
- [7] DUGGAN, K. *Business Gamification for Dummies*. Hoboken, N.J. Chichester: Wiley John Wiley distributor, 2013. s. 104-106
- [8] SANTOS, J. L. et al. Evaluating the Use of Open Badges in an Open Learning Environment. In: *Scaling up Learning for Sustained Impact - EC-TEL 2013* [online]. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Germany. s. 314-327. DOI: 10.1007/978-3-642-40814-4\_25
- [9] DETERDING, S. et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments - MindTrek '11* [online]. ACM, New York, NY, USA, 2011. s. 9-15. DOI: 10.1145/2181037.2181040
- [10] MUNTEAN, C. I. Raising engagement in e-learning through gamification. In: *Proc. 6th International Conference on Virtual Learning ICVL* [online]. Cluj-Napoca, Romania, 2011. s. 323-329. Dostupné na internete: <[http://icvl.eu/2011/disc/icvl/documente/pdf/met/ICVL\\_ModelsAndMethodologies\\_paper42.pdf](http://icvl.eu/2011/disc/icvl/documente/pdf/met/ICVL_ModelsAndMethodologies_paper42.pdf)> [31.1.2014]

- [11]ŠIMKO, M., BARLA, M., BIELIKOVÁ, M. ALEF: A framework for adaptive web-based learning 2.0. In: *Key Competencies in the Knowledge Society* [online]. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Germany, 2010. s. 367-378.
- [12]THARP, A.L. Let's motivate! In: *Proceedings of the eighteenth SIGCSE technical symposium on Computer science education* [online]. SIGCSE '87, St. Louis, Missouri, USA, 1987. s. 415-422. DOI: 10.1145/31820.31798
- [13]PINK, D. H. *Drive: The Surprising Truth about what Motivates Us*. New York, NY : Riverhead Books, 2009

# Prílohy

---

- A. Technická dokumentácia
- B. Článok publikovaný na konferencii IIT.SRC
- C. Inštalačná príručka
- D. Používateľská príručka
- E. Vyhodnotenie dotazníka
- F. Obsah elektronického média