Slovenská technická univerzita v Bratislave
FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLÓGIÍ

Tvorba softvérového systému v tíme

Projektová dokumentácia

Tvorba testov s využitím LaTeXu

Vedúci projektu:
Ing. Valentino Vranić, PhD.

Členovia tímu:
Bc. Michal Koščák (SI)
Bc. Radoslav Menkyna (SI)
Bc. Martin Michálek (SI)
Bc. Stanislav Ochotnický (SI)
Bc. Pavel Paroulek (SI)

Kontakt: tsst@lists.kmit.sk
Dátum odovzdania: 15. november 2007

Zadanie

Súčasťou takmer každého univerzitného predmetu sú testy ako jeden zo spôsobov overenia vedomosti študentov. Tieto testy často obsahujú otázky s ponúknutými odpoveďami, na ktoré sa odpovedá výberom. Sú dva typy otázok s ponúknutými odpoveďami: otázky s jednou správnou odpoveďou a otázky s viacerými správnymi odpoveďami. Bodovanie závisí od typu otázky a od existencie trestných bodov za zlú odpoveď.

Odhliadnuc od zložitosti tvorby samotných otázok, náročnou úlohou pri tvorbe testov s ponúknutými odpoveďami, ktorá by sa dala automatizovať, je preusporadúvanie otázok a odpovedí na ne za účelom obmedzenia možností odpisovania pri testovaní väčšieho počtu študentov súčasne. Pri preusporadúvaní otázok a odpovedí na ne vznikajú rôzne kľúče pre hodnotenie.

Ak prekladáme existenciu bázy otázok, testy by bolo možné zostavovať automaticky z náhodne vybraných otázok. Otázky pritom majú rozdielnu hodnotu a patria do rôznych okruhov, a väčšinou je potrebné, aby v teste boli zastúpené rôzne okruhy v stanovenom pomere (vzhľadom na hodnotu otázok).

Testy s ponúknutými odpoveďami je najlepšie realizovať na počítačoch. Niekedy to však nie je možné (napr. pre veľký počet študentov), takže zostáva potreba vytlačenia otázok. Za týmto účelom je vhodné použiť LaTeX. LaTeX umožňuje sadzbu dokumentov, ktoré vyzerajú profesionálne a zároveň v mnohom poskytuje flexibilitu programovacieho jazyka potrebnú pre zostavenie testu.

Analyzujte problematiku tvorby testov, ktoré obsahujú otázky s ponúknutými odpoveďami. Navrhnite systém na tvorbu takýchto testov, ktorý pomôže pri načrtnutých problémoch. Umožnite generovanie testu v LaTeXu. Navrhnutý systém implementujte.

Obsah

1 Úvod **7**
- 1.1 Prehľad dokumentu . . . 7
- 1.2 Slovník pojmov a skratiek . . . 7
- 1.3 Použitá notácia . . . 8

2 Analýza problémovej oblasti **11**
- 2.1 TestGen . . . 11
- 2.2 Moodle . . . 13
- 2.3 Analýza existujúcich testov . . . 14

3 Špecifikácia požiadaviek a analýza systému **17**
- 3.1 Špecifikácia systému . . . 17
- 3.2 Dekompozícia systému . . . 18
- 3.3 Otázky a kategórie . . . 18
- 3.4 Obrázky . . . 23
- 3.5 Testy . . . 25
- 3.6 Export do Moodle a LaTeXu . . . 28
- 3.7 Export a import databázy . . . 30

4 Návrh systému **35**
- 4.1 Výber technológií . . . 35
- 4.2 Architektúra systému Genex . . . 38
- 4.3 Logický model . . . 39
- 4.4 Fyzický model . . . 43
- 4.5 Akceptačné testy . . . 45
- 4.6 Generovanie testov . . . 52

5 Implementácia **55**
- 5.1 Zmeny návrhu systému . . . 55
- 5.2 Architektúra Genex . . . 56
- 5.3 Popis balíkov Genex . . . 57
- 5.4 Testovanie systému Genex . . . 59
- 5.5 Používanie systému Genex . . . 60
- 5.6 Akceptačné testy . . . 61

5.7 Obmedzenia systému 61
5.8 Zhodnotenie 68

6 Záver **71**

Kapitola 1

Úvod

Tento dokument vznikol na základe zadania na predmete Tvorba softvérového systému v tíme. Predstavuje projektovú dokumentáciu softvérového systému na podporu tvorby testov v LaTeXu.

1.1 Prehľad dokumentu

Nasledujúci dokument sa skladá z troch hlavných častí: Analýza problémovej oblasti (kapitola 2), Špecifikácia požiadaviek a analýza systému (kapitola 3) a Návrh systému (kapitola 4).

Analýza problémovej oblasti zachytáva pohľad na doménu systému. Zameriava sa najmä na analýzu už existujúceho systému TestGen (časť 2.1). Ďalej obsahuje analýzu systému Moodle (časť 2.2), do ktorého bude umožnený export otázok a v neposlednej rade aj analýzu existujúcich testov vo formáte LaTeX , ktoré bude potrebné do systému importovať (časť 2.3).

Špecifikácia požiadaviek a analýza systému (kapitola 3) zachytáva požiadavky na vytváraný systém. Systém bol najskôr rozdelený na logické časti (časť 3.2), ktoré sú následne podrobnejšie špecifikované jednotlivými prípadmi použitia alebo inými diagramami.(časti 3.3 - 3.7).

Návrh riešenia (kapitola 4) predstavuje hrubý návrh systému. Zaoberá sa zdôvodnením výberu použitých technológií (časť 4.1), architektúrou systému (časť 4.2), rozpracováva logický a fyzický model systému (časti 4.3 a 4.4). Záver kapitoly obsahuje návrh akceptačných testov (časť 4.5).

1.2 Slovník pojmov a skratiek

ACT - Activity (Diagram aktivít)

analyzátor - interpret LaTeX kódu

Base64 - Dátový formát zobrazujúci binárne dáta pomocou ASCII znakov

Bytecode - binárny zápis programu produkovaný Java kompilátorom

HTML - Hypertext Markup Language -značkový jazyk určený na vytváranie internetových stránok

Java Virtual Machine - interpret pre bytecode

LaTeX - typografický nástroj na sádzanie dokumentov

MVC - Model View Controller - softvérová architektúra, ktorá rozdeľuje systém na tri nezávislé komponenty. Dátový model, používateľské rozhranie a riadiacu logiku.

SD - Sequence Diagram (Sekvenčný diagram)

Standalone aplikácia - v tomto prípade aplikácia nezávislá od prostredia a iných aplikácií, vyžadujúca len Java interpret

STM - State Machine (Stavový diagram)

UC - Use Case (Prípad použitia)

UML - Unified Modeling Language -grafický jazyk na vizualizáciu, špecifikáciu, navrhovanie a dokumentáciu systémov

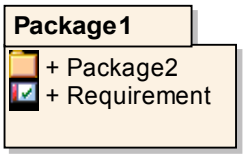
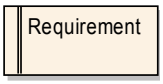
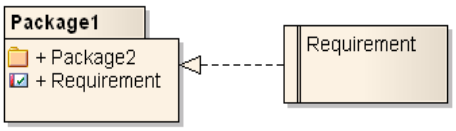
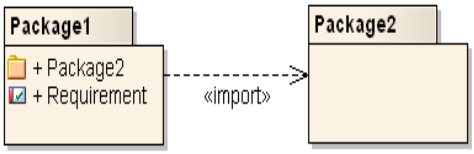
XML - eXtensible Markup Language -jazyk pre uchovávanie štruktúrovaných dát

ZIP - súborový formát pre kompresiu a archiváciu dát

1.3 Použitá notácia

Prevažná väčšina diagramov použitých v rámci dokumentu vychádza z jazyka UML a jeho štandardov. Výnimkou je diagram požiadaviek (Requirement diagram) (obr. 3.1), použitý na znázornenie dekompozície systému na základe požiadaviek (časť 3.2). V nasledujúcej tabuľke bude opísaná notácia diagramu požiadaviek.

Tabuľka 1.1: Notácia diagramu požiadaviek

	Package (balík) reprezentuje časť systému
	Requirement (požiadavka) predstavuje funkcionalitu systému
	Vzťah "realize" hovorí, ktorá časť systému zabezpečuje danú funkcionálnu požiadavku
	Vzťah <<import>> hovorí, že jeden balík je súčasťou iného balíka

Kapitola 2

Analýza problémovej oblasti

Táto časť dokumentu sa venuje analýze systému Testgen, Moodle a analýze existujúcich LaTeX testov. Väčšia časť funkcionality požadovanej v zadaní projektu už bola implementovaná v systéme TestGen. Tento systém bol teda pre náš systém dobrým východiskom, preto bola potrebná jeho dôkladná analýza (časť 2.1). Medzi požiadavkami na náš systém bola aj požiadavka na preskúmanie možnosti prepojenia nášho systému so systémom Moodle, ktorý sa rýchlo presadzuje v akademickej sfére. Analýza systému Moodle je preto zameraná na práve túto požiadavku (časť 2.2). Ďalšia z požiadaviek na náš systém predstavovala možnosť importu existujúcich testov vo formáte LaTeX. Tieto testy boli z tohto dôvodu analyzované (časť 2.3).

2.1 TestGen

Systém TestGen je jednoduchá aplikácia na podporu tvorby testov s využitím LaTeXu. Navrhovaný systém a systém TestGen vychádzajú z rovnakého zadania. Je pre nás teda zaujímavé podrobnejšie sa zaoberať analýzou systému TestGen. Pri analýze sa zameriame na časti, ktoré sú zaujímavé najmä z pohľadu znovupoužitia. V prvej časti rozoberieme špecifikáciu, analýzu a návrh systému TestGen. Budú využité najmä poznatky získané z dokumentácie systému. V druhej časti bude popísané výsledné riešenie a jeho vlastnosti a konkrétna realizácia návrhu.

2.1.1 Analýza, špecifikácia, návrh

Pri tvorbe systému TestGen bola pomerne rozsiahla časť dokumentácie venovaná analýze existujúcich riešení, zameraná najmä na identifikovanie rôznych typov otázok. Na jej základe boli do systému TestGen vybrané nasledovné typy otázok:

Single choice - otázky s viacerými možnosťami výberu a jednou správnou odpoveďou. Hodnotí sa 0 alebo n bodmi.

Multi choice - otázky s viacerými možnosťami výberu a viac správnymi odpoveďami. Hodnotí sa 0 až n bodmi.

True-False - otázky vo forme výroku, ktorého správnosť je treba určiť. Hodnotí sa 0 alebo n bodmi.

Rank in order - otázky, kde je uvedených viacero možností, ktoré je potrebné správne zoradiť. Hodnotí sa 0 až n bodmi.

Sore finger - otázky s uvedenými viacerými možnosťami resp. výrokmi, z ktorých je potrebné niektoré vyradiť (nehodiace sa, nesprávne). Hodnotí sa 0 až n bodmi.

Fill in - text s vynechaným prázdnym miestom alebo miestami. Nie sú poskytnuté odpovede, je potrebné doplniť na prázdne miesta správne pojmy. Hodnotí sa 0 až n bodmi, samostatne vzhľadom na každé doplnené slovo.

Numeric fill in - analogicky ako v predchádzajcom bode, ale dopĺňajú sa číselné hodnoty.

Sentence - otázky, kde je potrebné odpovedať pojmom alebo krátkou vetou. Nie sú poskytnuté odpovede. Hodnotí sa 0 až n bodmi.

Essay - zadaním je nejaký problém, ktorý je potrebné vyriešiť. Odpoveďou je súvislejší text, ktorý môže obsahovať diagramy, vzorce a podobne. Hodnotí sa 0 až n bodmi.

Ďalšou zaujímavou časťou je definovanie kategorizácie otázok. TestGen má definovanú hierarchickú štruktúru kategórií. Otázka sa môže nachádzať na ľubovoľnej úrovni hierarchie, pričom jedna otázka môže patriť iba do jednej kategórie. Určitú formu kategorizácie otázok poskytuje TestGen aj prostredníctvom kľúčových slov. Každej otázke možno priradiť ľubovoľný počet kľúčových slov. Na rozdiel od kategórií sú kľúčové slová viazané na používateľa systému. Každý používateľ má teda svoju sadu kľúčových slov, množina kategórií je však zdieľaná všetkými používateľmi.

Samotné generovanie testov je rozdelené do dvoch častí: definovanie kritérií a generovanie testu s možnosťou následnej úpravy. Tieto dva základné body sú realizované prostredníctvom nasledovných krokov:

1. stanovenie tématického okruhu otázok definovaním kategórií, prípadne určením kľúčových slov,
2. stanovenie bodovej hodnoty testu,
3. definovanie percentuálneho zastúpenia typov a obtiažnosti otázok,
4. vygenerovanie prvej verzie testu systémom,

5. kontrola otázok používateľom a ich prípadná úprava,
6. vygenerovanie definovaného počtu permutácií testov systémom,
7. ponúknutie možnosti vygenerovania ďalších testov s danými kritériami a obmedzeniami, ktoré sú stanovené prvými troma bodmi.

Bezpochyby najlepšie spracovanou časťou návrhu je logický model údajov. Plne uspokojuje požiadavky vyplývajúce zo špecifikácie a analýzy.

2.1.2 Riešenie

Z funkcionálneho hľadiska spĺňa systém TestGen všetky požiadavky dané špecifikáciou. Pri jeho používaní však boli zistené nasledovné nedostatky:

- Použitie databázy MySQL sa na prvý pohľad zdalo byť celkom dobrým riešením. Jeho nevýhodou je, že inštalácia a nastavenie databázy je nezávislé od samotného programu. Inštalácia MySQL Server 5.1 potrebná na spustenie TestGen pri tom zaberá takmer 110MB pamäti na pevnom disku. Ešte horšie sa ukázalo, že na spustenie programu je nutné poznať aj prostredie MySQL, čo nie je, ako sme sa mali možnosť presvedčiť, celkom triviálna úloha.
- Počas práce so systémom TestGen sme narazili na niekoľko závažných chýb v používateľskom rozhraní. Ako príklady môžme uviesť:
  - Zámena funkcionality niektorých tlačidiel.
  - Pri odstránení otázky z testu (túto operáciu je možné vrátiť) sa systém opýtal či ju naozaj chceme odstrániť, naopak pri pokuse o odstránenie obrázka z databázy (natrvalo) systém bez dodatočného opýtania obrázok odstránil.

2.1.3 Zhodnotenie

Z analýzy systému TestGen vyplynulo niekoľko zaujímavých poznatkov. Na jednej strane sú to nápady ktorými sa môžme inšpirovať, na strane druhej chyby, ktorých sa treba vyvarovať.

2.2 Moodle

Systém Moodle je otvorený softvérový systém na podporu vzdelávania. Je pomerne rozsiahly a ponúka širokú škálu nástrojov. Z nášho pohľadu je zaujímavá najmä jeho funkcionalita týkajúca sa práce s testami. Moodle poskytuje plnú funkcionalitu pre tvorbu, úpravu, zadávanie a vyhodnocovanie testov. V rámci tejto funkcionality je zahrnutá aj správa otázok, ich tvorba a úprava. Tieto testy sú primárne určené pre elektronické vypracovanie priamo v systéme.

Aby sme rozšírili funkcionalitu nášho systému, skúmali sme možnosť jeho prepojenia zo systémom Moodle. Zistili sme, že systém Moodle podporuje import otázok, z ktorých môže byť neskôr v tomto systéme vytvorený test. Z rôznych formátov, ktoré systém Moodle podporuje je najprístupnejší formát Moodle xml. Tento formát má jasne špecifikovanú štruktúru a syntax, preto je vhodný pre export otázok z nášho systému. Popri otázkach sa do systému Moodle dajú importovať taktiež obrázky, ktoré sú s niektorými otázkami prepojené. Obrázky však musia byť pripojené vo formáte Base64.

Systém Moodle podporuje všetky kategórie otázok, ktoré podporuje náš systém. Systém však štandardne vyžaduje pri otázkach s viacerými možnosťami odpovedí, zadávanie váhy jednotlivých možností. Toto systému následne umožňuje flexibilnejšie hodnotenie odpovedí. Túto funkcionalitu však náš systém štandardne nepodporuje, pretože je primárne určený pre tvorbu testov určených pre tlač. Preto budú všetky otázky exportované z rovnakou váhou odpovedí. Systém taktiež umožňuje vkladanie pomocných alebo vysvetľujúcich textov k otázkam, ktoré sa zobrazia pri nesprávnom vypracovaní otázky. Táto funkcionalita zo spomínaných dôvodov nebude taktiež podporovaná.

2.3 Analýza existujúcich testov

Jednou z požiadaviek na systém bola požiadavka na import otázok z existujúcich testov vo formáte LaTeX. Tieto testy používajú rovnaké makrá. Obsahujú otázky, ku ktorým boli poskytnuté možnosti správnej odpovede, z ktorých práve jedna bola správna. Príklad otázky z poskytnutých testov:

```
\bq{1} Dá sa v Jave urobiť \emph{inštancia} rozhrania?
\eq
\begin{answers}
\item nie \label{q\theqnum:a}
\item áno
\item áno, ale len ak neobsahuje metódy
\item áno, ale nebudú sa dať zavolať jeho metódy
\item áno, ale len ak obsahuje výlučne statické prvky
\end{answers}
```

Úlohou systému bude z daných testov získať otázky a k nim prislúchajúce možnosti odpovedí. Takisto dôležité bude získať informáciu o správnosti danej odpovede. Keďže systém bude generovať testy vo formáte LaTeX, nebude potrebné odstraňovať použité príkazy.
Začiatok i koniec otázky je ľahko identifikovateľný, rovnako je to v prípade odpovedí. Každá z možností odpovede je uvedená na samostatnom riadku a začína príkazom

```
\item
```

teda tiež sa dá pomerne ľahko identifikovať. Správnosť odpovede je označená bezprostredne za textom odpovede príkazom

```
\label{q\theqnum:a}
```

Niektoré otázky obsahujú autorom definované makrá, ktoré bude potrebné buď rozbaliť alebo uložiť do systému a pri generovaní testu vložiť do výsledného súboru. Po zvážení výhod a nevýhod sme sa rozhodli použiť skriptovací jazyk (aký, to sa rozhodne v neskorších fázach projektu) na "vytiahnutie" jednotlivých otázok z testov a ich následné uloženie do formátu, vhodného resp. zrozumiteľného pre náš systém.

Kapitola 3

Špecifikácia požiadaviek a analýza systému

Táto kapitola zachytáva proces špecifikácie požiadaviek a ich následnej analýzy. Najskôr boli zostavené požiadavky na systém vychádzajúc zo zadania projektu a projektových stretnutí (časť 3.1). Systém bol následne rozčlenený do menších celkov na základe funkcionality (časť 3.2). Takto získané celky mohli byť následne nezávisle analyzované (časti 3.3 - 3.7). Analýza je z väčšej časti je tvorená prípadmi použitia. V niektorých prípadoch v sekvenčných diagramoch alebo diagramoch aktivít. Sekvenčné diagramy boli použité, ak sa podarilo identifikovať podsystém, ktorý bude danú funkcionalitu vykonávať. Diagramy aktivít v prípade, ak takýto podsystém doposiaľ nebol identifikovaný. V diagramoch sa často používa účastník Učiteľ. Ten reprezentuje pedagogického pracovníka, ktorý používa tento systém.

3.1 Špecifikácia systému

Zo zadania projektu a projektových stretnutí bol vytvorený nasledovný zoznam požiadaviek na funkcionalitu systému:

Najvyššia priorita

- automatické generovanie testov,
- spravodlivé generovanie otázok čo sa týka náročnosti a bodov,
- kategorizácia otázok,
- vkladanie obrazových príloh,
- možnosť manuálnej opravy vygenerovaného testu v systéme, výstup .tex pre opravy mimo systém/archiváciu,
- variabilné spôsoby testovania,
- import a export bázy otázok (import z .tex, export do Moodle),
- zvýraznenie syntaxe.

Stredná priorita

- vyjadrovanie vzťahov medzi otázkami,
- generovanie výsledkových hárkov,
- neviazanosť na konkrétny predmet alebo odbor,

- zabezpečenie prístupu k otázkam iba oprávneným osobám (bezpečnosť databázy),
- parametrizácia otázok,

Najnižšia priorita

- kontrola pravopisu,
- zasadací poriadok,
- rôzne formy výstupov,
- optimalizácia pre väčší počet otázok.

Okrem už spomenutých funkcionálnych požiadaviek rozdelených podľa priorít boli identifikované aj nasledovné požiadavky:

- grafické jednopoužívateľské rozhranie,
- možnosť rozšírenia na viacpoužívateľské rozhranie.

3.2 Dekompozícia systému

Počas špecifikácie systému vznikla nutnosť rozdeliť systém do menších celkov na základe funkcionality tak, aby bolo možné pracovať na analýze týchto častí nezávisle. Rozdelenie systému je možné vidieť na obr. 3.1. Medzi niektorými z týchto častí existujú silné väzby, preto ich nemožno pokladať za moduly. Jedná sa o logické celky systému. Tieto časti budú v nasledujúcich častiach dokumentu špecifikované a analyzované. Na systém sa kladie viacero požiadaviek, tieto však boli identifikované ako dôležité, alebo kľúčové pre implementáciu systému.

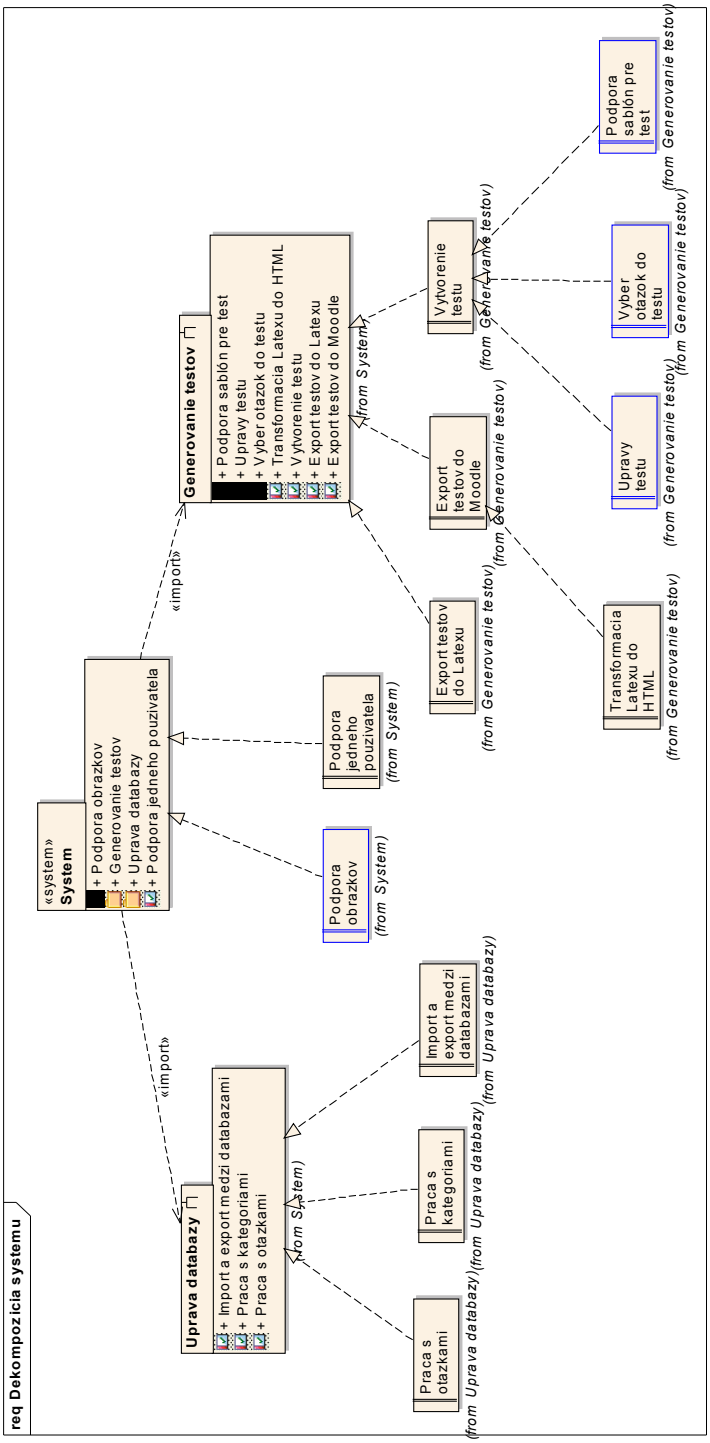
3.3 Otázky a kategórie

Úlohou systému v oblasti zaradenia príbuzných otázok do spoločných okruhov je vytvoriť takú hierarchiu, ktorá zabezpečí efektívne vyhľadávanie otázok pri tvorbe testov a umožní jednoduchú, prehľadnú orientáciu. Hierarchická štruktúra kategórií nie je obmedzená, otázka sa preto môže nachádzať v ľubovoľnej úrovni. Túto hierarchickú štruktúru si definuje samotný používateľ systému podľa vlastných potrieb. Ku každej otázke je možné vytvoriť niekoľko kľúčových slov, ktoré ju charakterizujú. Pomocou týchto kľúčových slov bude môcť používateľ ľahšie vyhľadávať otázky. Systém bude podporovať nasledujúce typy otázok:

- Single choice - otázky s viacerými možnosťami výberu a jednou správnou odpoveďou.
- Multi choice - otázky s viacerými možnosťami výberu a viac správnymi odpoveďami.
- True-False - otázky vo forme výroku, ktorého správnosť je treba určiť.
- Fill in - text s vynechaným prázdnym miestom alebo miestami. Nie sú poskytnuté odpovede, je potrebné doplniť na prázdne miesta správne pojmy.
- Essay - zadaním je nejaký problém, ktorý je potrebné vyriešiť. Odpoveďou je súvislejší text.

Nasledujúca špecifikácia opisuje správu otázok a kategórií z pohľadu používateľa. Je rozdelená do 3 častí:

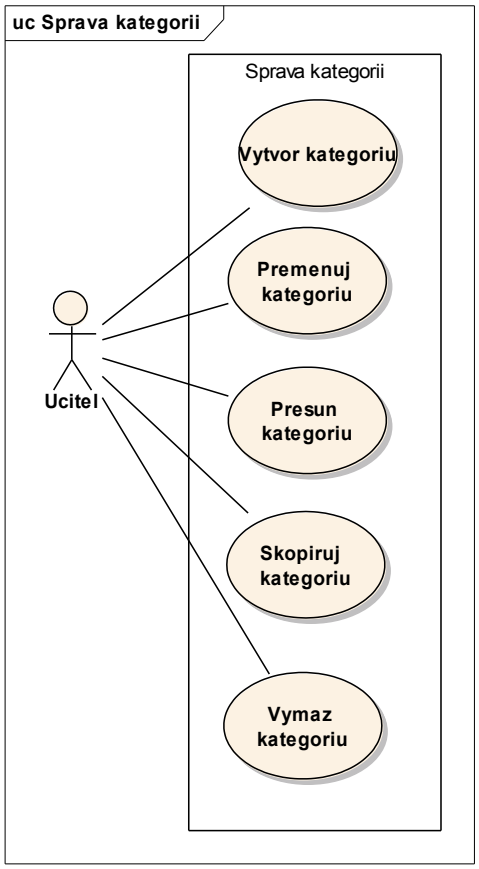
- správa kategórií,
- správa otázok,
- správa odpovedí.



Obrázok 3.1: Dekompozícia systému z pohľadu funkcionálnych požiadaviek. Rozdelenie je zobrazené pomocou diagramu požiadaviek.

3.3.1 Správa kategórií

Kategórie slúžia na triedenie príbuzných otázok. Toto triedenie zjednoduší vytváranie, vyhľadávanie a celkovú správu otázok v systéme. Každá kategória môže obsahovať rôzny počet podkategórií a otázok. Použitie kategórií môžeme prirovnať použitiu priečinkov v operačných systémoch.



Obrázok 3.2: Správa kategórií

UC-1 Vytvor kategóriu
Vytvorenie kategórie je jednou zo základných požadovaných funkcií systému. Kategóriu bude možné vytvoriť v ľubovoľnej existujúcej kategórií. Pri vytváraní bude potrebné zadať iba meno novej kategórie.

UC-2 Premenuj kategóriu
Premenovanie kategórie znamená jednoducho zmenu názvu vybranej kategórie.

UC-3 Presuň kategóriu
Presun kategórie znamená výber kategórie a jej následné vloženie do inej kategórie, vrátane všetkých jej položiek (podkategórií a otázok).

UC-4 Skopíruj kategóriu
Skopírovanie kategórie je podobné presunu kategórie. Najprv sa vyberie kategória na skopírovanie, následne sa určí cieľová kategória, v ktorej sa vytvorí kópia zdrojovej kategórie vrátane všetkých jej podkategórií i otázok.

UC-5 Vymaž kategóriu
Vymazanie kategórie znamená vymazanie vybranej kategórie spolu so všetkými podkategóriami i otázkami v nej. Pred samotným vymazaním si ešte systém vyžiada potvrdenie tejto operácie.

3.3.2 Správa otázok

Správa otázok zahŕňa tvorbu, úpravy, kopírovanie, presun, odoberanie a obnovu otázok používateľom. Ak sme kategóriu prirovnali k priečinku, tak otázku môžeme prirovnať k súborom, ktoré sa nachádzajú v priečinkoch.

UC-6 Vytvor otázku
Vytvorenie otázky bude stále spojené s vybranou kategóriou. Vytvorená otázka bude automaticky zaradená do vybranej kategórie. Pri vytváraní bude možné zadať všetky potrebné parametre, vrátane možných odpovedí a poprípade aj obrázkov.

UC-7 Uprav otázku
Úprava otázky znamená zmenu jedného alebo viacerých parametrov vybranej otázky.

UC-8 Skopíruj otázku
Skopírovanie otázky znamená vytvorenie kópie zdrojovej otázky v inej kategórii.

UC-9 Presuň otázku do inej kategórie
Presun otázky do inej kategórie znamená zmenu kategórie danej otázky.

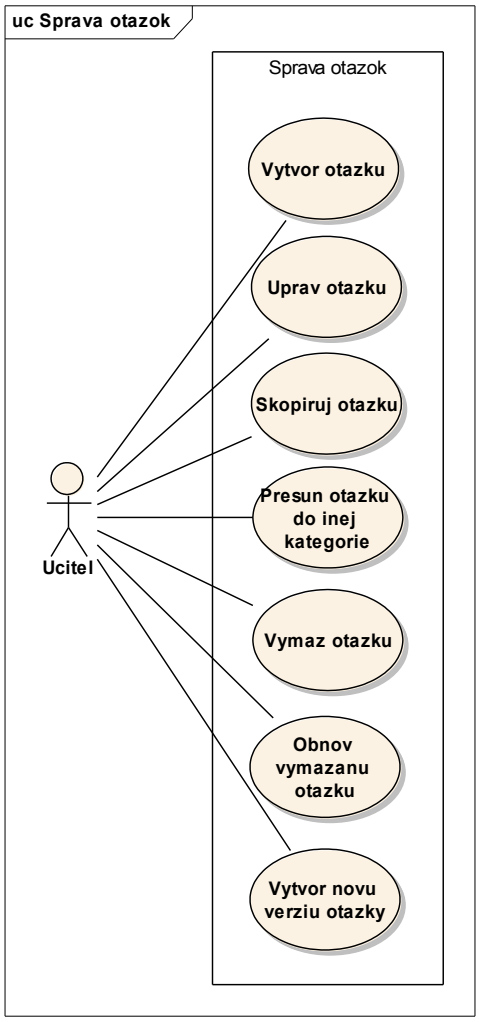
UC-10 Vymaž otázku
Vymazanie otázky znamená jej odstránenie z kategórie. Táto otázka sa však kvôli možnosti obnovy nevymaže zo systému celkom, len ju už nebude štandardne v kategórii vypísaná.

UC-11 Obnov otázku
Obnovenie otázky znamená jej vrátenie do jej pôvodnej kategórie, z ktorej bola vymazaná.

UC-12 Vytvor novú verziu otázky
Vytvorenie novej verzie otázky znamená, že sa po úprave vybranej otázky neuložia vykonané zmeny, ale sa táto otázka uloží ako nová (upravená) verzia pôvodnej.

3.3.3 Správa odpovedí

Správa odpovedí znamená vytváranie, úpravu a odoberanie odpovedí konkrétnych otázok.

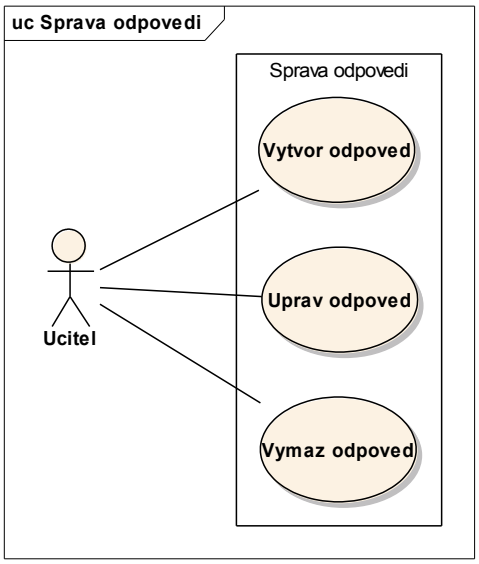


Obrázok 3.3: Správa otázok

UC-13 Vytvor odpoveď
Vytvorenie odpovede znamená, že sa konkrétnej otázke pridá nová odpoveď, pričom sa označí jej správnosť.

UC-14 Uprav odpoveď
Úprava odpovede zahŕňa zmenu jedného alebo viacerých parametrov vybranej odpovede.

UC-15 Vymaž odpoveď
Vymazanie odpovede znamená vymazanie jednej odpovede jednej konkrétnej otázky.



Obrázok 3.4: Správa odpovedí

3.4 Obrázky

Potreba podpory obrázkov v systéme Genex je zrejmá. K niektorým otázkam je vhodné priložiť obrázky ako príklad, alebo ako možnú odpoveď.

Z používateľského hľadiska je potrebné zabezpečiť prácu s obrázkami v systéme na dvoch úrovniach:

- úprava databázy,
- generovanie testov.

Funkcionálne požiadavky pre prácu s obrázkami sa nachádzajú v diagrame prípadov použitia na obr. 3.5.

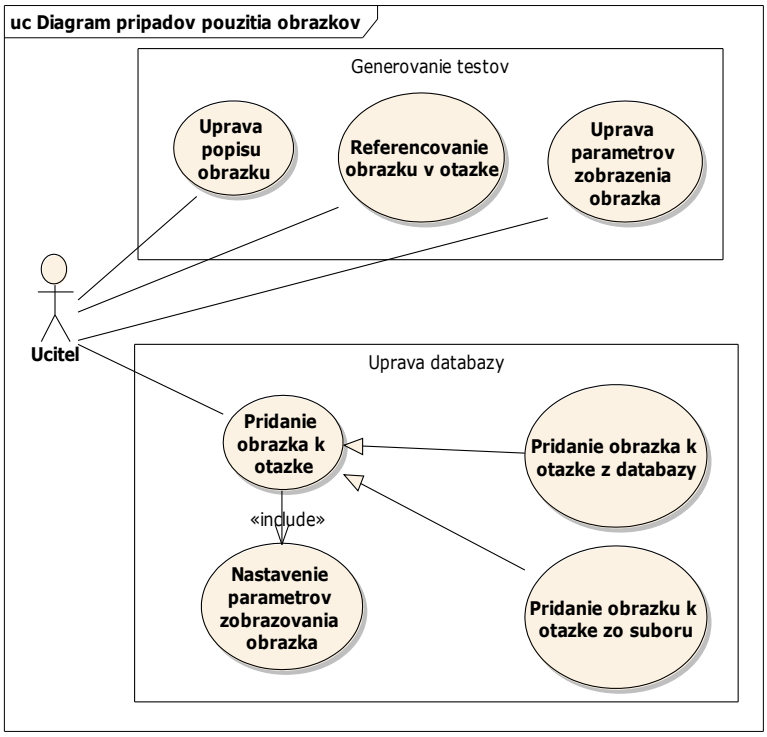
3.4.1 Úprava databázy

Úprava databázy v kontexte obrázkov predstavuje najmä pridávanie obrázkov k otázkam a modifikáciu rôznych parametrov zobrazovania obrázkov uložených v databáze spolu so samotnými dátami obrázkov.

UC-16 Pridanie obrázka k otázke
Prvým krokom v životnom cykle obrázka v systéme je jeho priradenie k niektorej z otázok. Pridelenie môže prebehnúť dvoma spôsobmi:

- ak bol vybraný nový obrázok zo súborového systému, vloží sa ako nová entita do databázy a priradí sa k vybranej otázke,
- ak bol obrázok vybraný z databázy, iba sa pridá nové prepojenie otázky s obrázkom.

Tento postup zabezpečí, že v systéme sa budú nachádzať iba obrázky súvisiace s niektorou z otázok. Uľahčí to tiež výber otázok z databázy, keďže ich bude možné triediť podľa kategórií podobne ako otázky (pozri 3.3).



Obrázok 3.5: Diagram prípadov použitia obrázkov

UC-17 Pridanie opisu obrázka
V niektorých prípadoch je potrebné zobraziť k jednotlivým obrázkom opis, ktorý môže objasniť obsah obrázka. Opis obrázka môže obsahovať LaTeX syntax.

UC-18 Nastavenie parametrov zobrazovania obrázka
Systém automaticky nastaví základný spôsob zobrazovania obrázka ako je napríklad výška alebo šírka.

3.4.2 Generovanie testov

Časť generovania testov sa týka prípravy a vytvárania LaTeX výstupu. Výber obrázkov je výsledkom výberu otázok v teste. V rámci generovania testov bolo identifikovaných viacero funkčných požiadaviek.

UC-19 Referencovanie obrázka v otázke
Možnosť odkázania sa v texte otázky na obrázok je potrebná z viacerých dôvodov. Hlavným dôvodom je umožnenie vkladania viacerých obrázkov k jednej otázke a ich jednoznačnú identifikáciu.

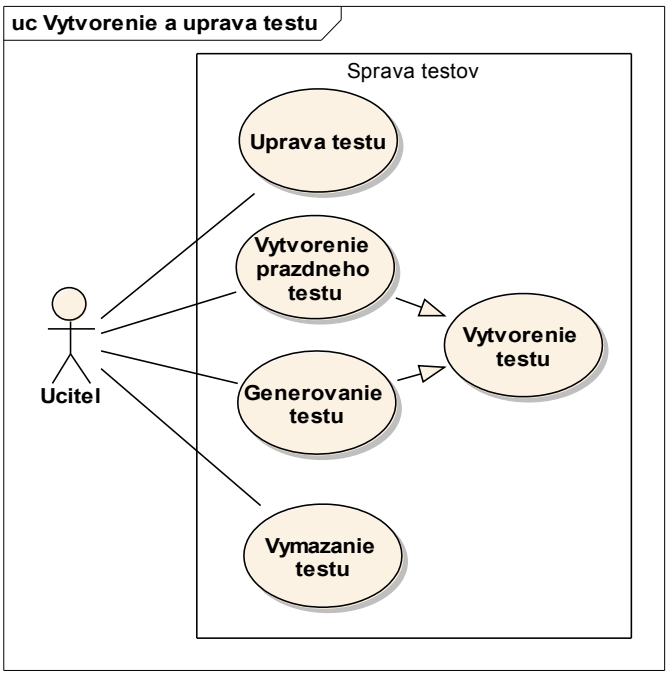
UC-20 Úprava parametrov zobrazenia obrázka
Možnosť ovplyvňovať spôsob zobrazenia môže byť v niektorých prípadoch dôležitá. Ide najmä o veľkosť obrázka, jeho umiestnenie na stránke a podobne.

UC-21 Úprava opisu obrázka
Opis obrázka, ktorý mohol byť zadaný ešte v databáze, je v niektorých prípadoch potrebné upraviť. Učiteľ si zvolí alternatívny opis obrázka, ktorý bude platný iba pre daný test.

UC-22 Export obrázkov do Moodle
Pri exporte otázok do systému Moodle sa spolu s otázkami exportujú aj obrázky.

3.5 Testy

Cieľom tohto modulu je umožniť používateľovi vytvoriť a upravovať test, ktorý môže byť následne použitý v procese výučby (obr. 3.6).



Obrázok 3.6: Správa testov

Prípady použitia

UC-23 Vytvorenie testu
UC-23 predstavuje proces inicializácie nového testu (obr. 3.7). V prvej fáze tohto procesu používateľ zadá meno testu a názov predmetu. Následne sa musí rozhodnúť, akým spôsobom chce test vytvoriť. V podstate existujú dva spôsoby ako vytvoriť test. Prvým je vygenerovanie testu na základe poskytnutej sady parametrov (prípad použitia UC-24) tak, aby potreba dodatočných úprav bola čo najmenšia.

Cieľom je tento proces plne automatizovať a tým minimalizovať úsilie a čas potrebný na vytvorenie testu. Druhý spôsob vytvorenia testu je jeho ručné zostavenie UC-25). Umožňuje získať plnú kontrolu nad zostavením testu na úkor času.

UC-24 Generovanie testu
Generovanie testu je automatický proces, pri ktorom systém na základe vstupných parametrov vyskladá test. Z hľadiska používateľa je v procese generovania zaujímavé najmä zadávanie parametrov, ktoré definujú filter pre výber otázok. Používateľ bude môcť zadať nasledovné parametre:

Kategórie - určujú tematický okruh otázok. Jednotlivé kategórie sú vybraté zo stromu kategórií.

Počet otázok - určuje koľko otázok bude vytvorený test obsahovať. Ak báza otázok neobsahuje požadovaný počet otázok z danými vlastnosťami, systém upozorní používateľa zodpovedajúcim chybovým hlásením.

Počet bodov - určuje za koľko bodov test bude. Body pre jednotlivé otázky sú generované na základe váhy otázky, zložitosti testu a počtu otázok v teste. Tieto hodnoty je neskôr možné v teste upraviť.

Typy otázok - určuje aké typy otázok sa v teste budú vyskytovať. Výber z množiny podporovaných typov otázok (časť 3.3).

Zložitosť - určuje zložitosť testu. Pri vyššej zložitosti sa zvyšuje pravdepodobnosť výskytu otázok s vyššími váhami, pričom je týmto otázkam pridelený nižší počet bodov ako pri teste s nižšou zložitosťou.

Používateľ z nich musí zadať aspoň kategórie a počet otázok, z ktorých chce test generovať. Po ukončení generovania sa vygenerovaný test automaticky uloží medzi existujúce testy.

UC-25 Vytvorenie prázdneho testu
Vytvorenie prázdneho testu sa využíva ak chce používateľ celý test vytvoriť ručne, postupným pridávaním otázok. V tomto prípade je systémom vytvorený prázdny test, pričom pridávanie otázok do testu je vlastne úprava prázdneho testu (prípad použitia UC-27). Vytvorený test je automaticky uložený medzi existujúce testy.

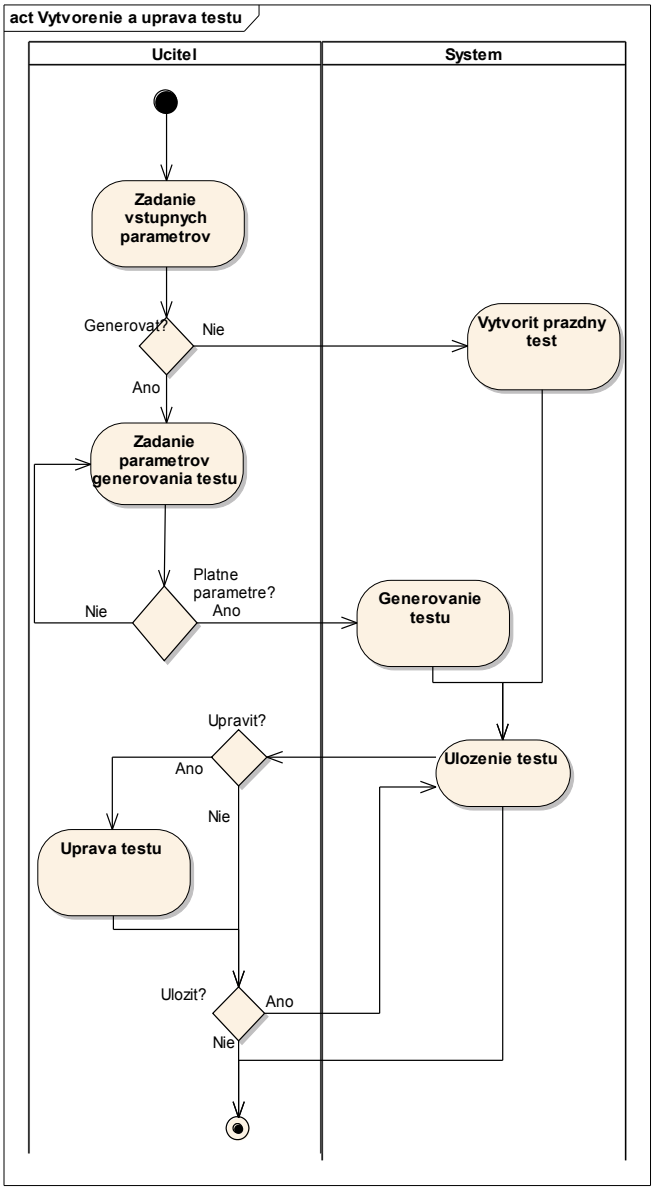
UC-26 Odstránenie testu
Pred samotným odstránením musí používateľ test označiť. Následne je možné test vymazať.

3.5.1 Úprava testu

Po ukončení inicializácie testu, môže používateľ pokračovať druhou fázou, v ktorej môže upraviť test vytvorený v prvej fáze. Úprava testu bude podrobnejšie opísaná prípadom použitia UC-27. Po ukončení úprav si môže používateľ test uložiť (obr. 3.7).

UC-27 Úprava testu
UC-27 reprezentuje proces úpravy testu (obr. 3.8). Predtým ako môžeme upravovať musíme vybrať test, ktorý chceme upraviť. Následne sú používateľovi k dispozícii štyri typy úprav:

- pridanie otázky do testu,

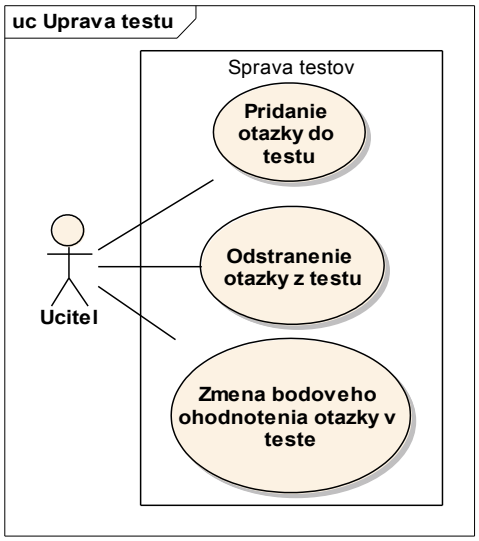


Obrázok 3.7: Vytvorenie a úprava testu

- odobratie otázok z testu,
- zmena bodového ohodnotenia otázok v teste.

UC-28 Pridanie otázky do testu
Používateľ si vyberie otázku pomocou filtra otázok, označí ju a pridá do testu.

UC-29 Odobratie otázok z testu
Používateľ odstráni označenú otázku z testu.



Obrázok 3.8: Diagram prípadov použitia pre úpravu testu

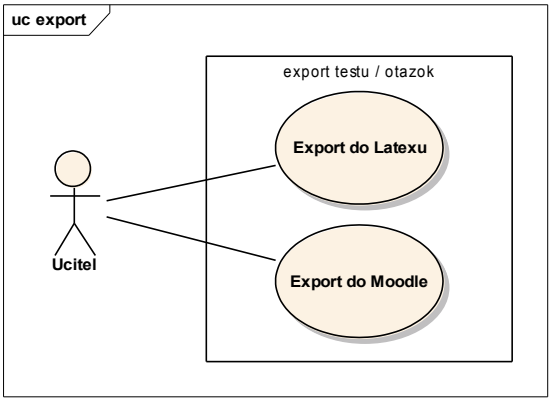
UC-30 Zmena bodového ohodnotenia otázok v teste
Používateľ môže upraviť predvolené bodové ohodnotenie otázky. Zmena bodového ohodnotenia nemá na rozdiel od úpravy otázky vplyv na samotnú otázku v databáze. Bodové ohodnotenie je reprezentované ako ohodnotenie spojenia medzi otázkou a testom (kapitola 4.3).

3.6 Export do Moodle a LaTeXu

Export údajov je jedna zo základných funkcií úspešného softvérového systému. Náš systém okrem exportu celej databázy podporuje aj export testov, alebo zadefinovanej množiny otázok, do vybraných formátov. Systém podporuje priamu konverziu do formátu LaTeX a do formátu Moodle xml (obr.3.9).

UC-31 Export do LaTeXu
Prípad použitia zachytáva potrebu používateľa exportovať vygenerovaný test do formátu, z ktorého je následne možná jeho tlač. Počiatočný predpoklad tohto prípadu použitia je existencia zostaveného testu, či už vygenerovaného alebo otvoreného z databázy. Výstupom je súbor, prípadne viac súborov vo formáte LaTeX. Ak test obsahuje obrázky, výstupom sú aj súbory reprezentujúce tieto obrázky.

Export testov do formátu LaTeX je jedna zo základných požiadaviek na náš systém. Z formátu LaTeX je možno jednoducho vytvoriť výstup do formátu PDF, ktorý je vhodný pre následnú tlač vygenerovaných testov. Náš systém podporuje zadávanie otázok a odpovedí priamo vo formáte LaTeX. Export do formátu LaTeX podrobnejšie zachytáva diagram prípadov použitia (obr.3.10). Prípady použitia, ktoré sú pre tento proces kľúčové sú UC-32 a UC-33.



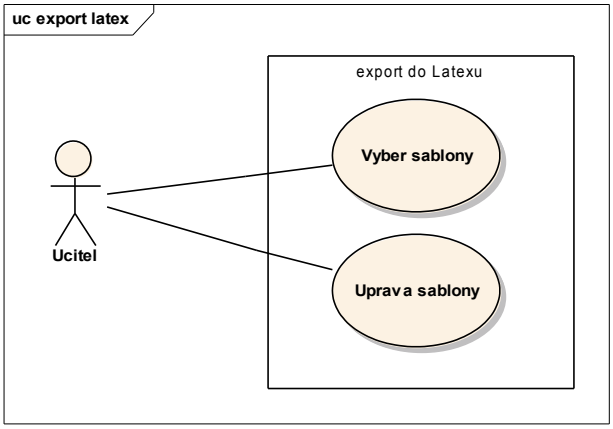
Obrázok 3.9: Diagram prípadov použitia - export do LaTeXu a Moodle xml

UC-32 Výber šablóny
Proces predstavuje možnosť používateľa vybrať si jednu z prednastavených výsledných rozložení komponentov testu. Vstupom pre tento prípad použitia je vyjadrenie preferencie daného rozloženia testu prostredníctvom používateľa. Výstupom je šablóna dokumentu vo formáte LaTeX. Táto šablóna je neskôr modifikovaná v prípadom použitia úprava šablóny UC-33.

UC-33 Úprava šablóny
Prípad použitia predstavuje proces, pri ktorom sa do šablóny rozloženia komponentov testu dopĺňajú samotné komponenty. Vstupom pre prípad použitia je šablóna rozmiestnenia komponentov. Do tejto šablóny sa vždy automaticky pridajú aktuálne definície makier, ktoré sa môžu vyskytnúť v texte otázok a odpovedí. Následne sa podľa potreby pridávajú do šablóny ostatné prvky. Vstupom pre prípad použitia sú údaje zadané používateľom alebo údaje prítomné v systéme. Výstupom je modifikácia existujúcej šablóny rozmiesnenia komponentov. Komponenty sú na správne miesto v šablóne umiestňované na základe interných značiek. Ako značky budú použité zakomentované kľúčové slová.

UC-34 Export do Moodle xml
Export do Moodle xml je proces prenosu otázok vygenerovaných , alebo označených v našom systéme do systému Moodle. Vstupom pri tomto prípade použitia je vygenerovaný test alebo kategórie otázok označené v systéme. Výstupom je súbor vo formáte Moodle xml, ktorý obsahuje danú množinu otázok. Tieto otázky môžu byť v systéme Moodle neskôr ľubovoľne modifikované, čiže obsiahnuté v rôznych možných testoch, zostavených v tomto systéme. Do systému Moodle sa exportujú samostatné otázky bez prihliadnutia na formát alebo nastavenia vygenerovaného testu.

Proces, ktorý tento prípad použitia predstavuje je pomerne zložitý, a preto bol podrobnejšie zachytený v sekvenčnom diagrame. Sekvenčný diagram zachytáva identifikované časti systému, ktoré danú funkcionalitu vykonávajú, ako aj časo-



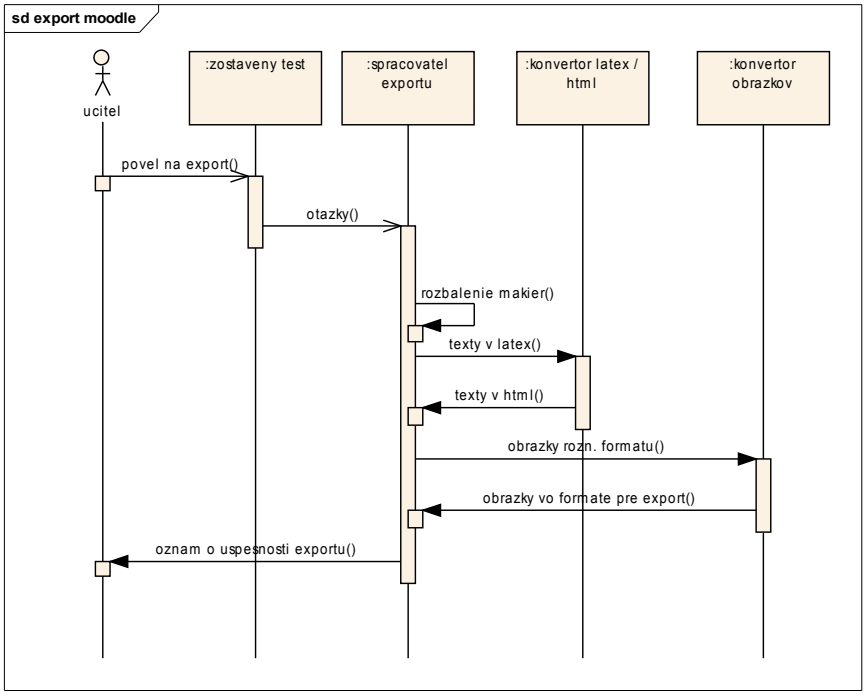
Obrázok 3.10: Diagram prípadov použitia - export do LaTeXu

vú súslednosť jednotlivých krokov exportu (obr.3.11). Aby sa zachovalo prípadné formátovanie otázok a odpovedí, otázky musia byť preložené do jazyka HTML, ktorý je podporovaný systémom Moodle. Tento proces vykoná nato určený konvertor. Pred samotnou konverziou však musia byť nahradené používateľom definované makrá štandardnými LaTeX príkazmi. Pri tejto konverzii LaTeX / HTML bude podporovaná konečná množina LaTeX symbolov, ktorú bude môcť používateľ rozšíriť. Následne, ak otázky obsahujú nejaké obrázky, tieto musia byť skonvertované do formátu Base64. O konverziu do tohto formátu sa postará taktiež špeciálny konvertor. Po týchto konverziách systém vytvorí už konečný dokument vo formáte xml, ktorý môže byť následne exportovaný do systému Moodle.

3.7 Export a import databázy

Podsystém na export a import databázy je dôležitou časťou systému. Bude umožňovať jednoduchú výmenu otázok medzi dvoma databázami. Pod pojmom *súbor databázy* budeme rozumieť ZIP archív, ktorý bude obsahovať súbor s LaTeX makrami a súbor s databázovými údajmi. Importované údaje sa budú ukladať do podkategórie *Import*. Kategória *Import* bude jednou z koreňových kategórií v systéme.

UC-35 Premenovanie importovaných LaTeX makier
Pri importe údajov zo súboru databázy môže dôjsť ku konfliktu názvov importovaných makier a makier, ktoré má používateľ definované pre otázky v databáze. Prípad použitia umožňuje importovaným makrám rozšíriť názov tak, aby bol pre celý systém unikátny. Názvy makier sa zmenia aj v importovaných otázkach. K premenovaniu dôjde až počas načítavania súboru databázy do systému. K premenovaniu nedôjde v súbore databázy. Ak dôjde k premenovávaniu makier, ich názvy sa zmenia aj v importovaných otázkach.



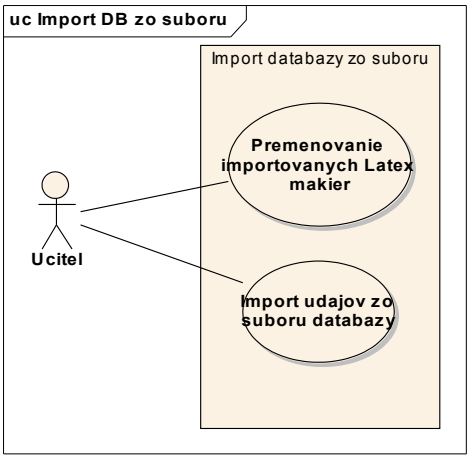
Obrázok 3.11: Sekvenčný diagram- export do Moodle xml

UC-36 Import údajov zo súboru databázy
Prípad použitia umožňuje skopírovať údaje zo súboru databázy do podkategórie kategórie *Import* a začleniť ich tak do databázy.

Podsystém slúžiaci na import údajov exportovaných z inej databázy bude tvoriť konzistentný celok. Na obr. 3.12 je zobrazený diagram prípadov použitia importu do databázy. Pri importe otázok systém prekopíruje údaje zo vstupného súboru databázy do podkategórie koreňovskej kategórie *Import*. Táto podkategória bude mať unikátny názov (*import-dátum-číslo*) a bude koreňovou kategóriou pre importovanú stromovú hierarchiu otázok (ďalej len importovaná hierarchia). V tejto podkategórii bude môcť používateľ už ľubovoľne meniť otázky a názvy kategórií. Ďalej bude možné prenášať otázky a kategórie v rámci existujúceho hierarchického systému otázok v databáze.

UC-37 Určenie kategórie na export
Prípad použitia umožňuje používateľovi určiť jednu alebo viac kategórií, ktoré sa majú exportovať.

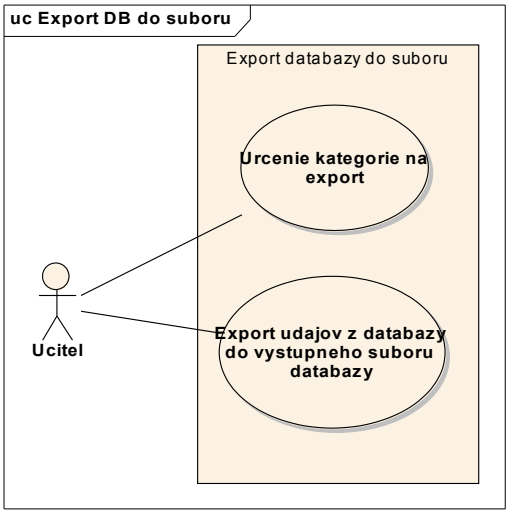
UC-38 Export údajov z databázy do výstupného súboru databázy
Prípad použitia umožňuje exportovať (uložiť) údaje z kategórií určených na export (UC-37) do vybratého súboru databázy.



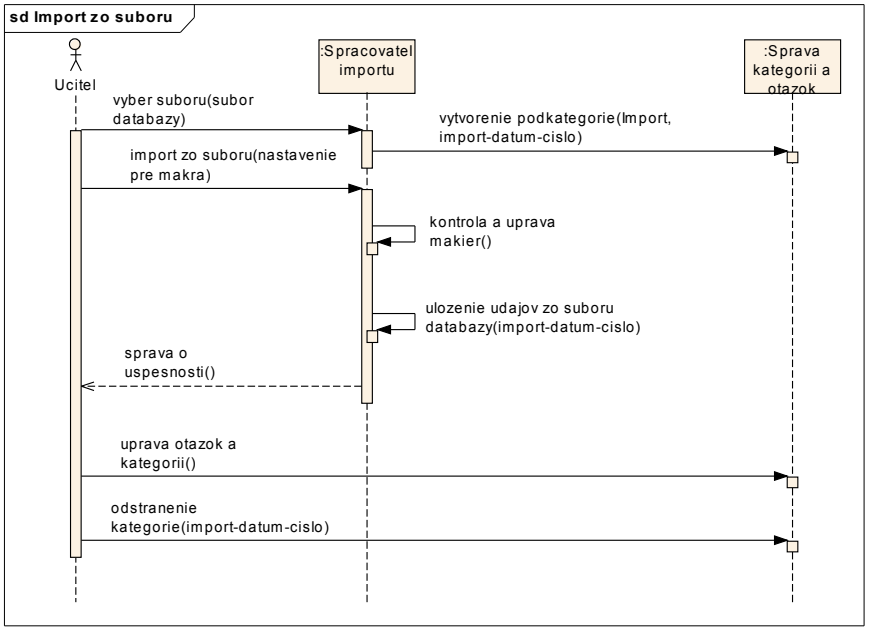
Obrázok 3.12: Import zo súboru databázy do databázy

Logiku importovania údajov do databázy najlepšie znázorňuje sekvenčný diagram. Na obr. 3.14 je znázornený sekvenčný diagram podsystému importovania údajov z inej databázy pomocou súboru databázy. Používateľ vyberie súbor databázy. Následne nechá importovať údaje zo súboru databázy. Spracovateľ pre import databázy vytvorí podkategóriu *import-dátum-číslo* kategórie *Import*. Dátum bude aktuálny dátum importu a číslo bude prirodzené číslo, ak by používateľ importoval viac ako jeden krát za deň. Následne skontroluje a prípadne zmení názvy importovaných makier, podľa používateľových nastavení. Po spracovaní makier dôjde k načítaniu údajov z databázového súboru do podkategórie *import-dátum-číslo*. Používateľ už môže s týmito importovanými údajmi pracovať podľa vlastného uváženia v rámci celej hierarchickej štruktúry svojich otázok. Ak nebude podkategóriu *import-dátum-číslo* naďalej potrebovať, môže ju odstrániť (viď UC-5).

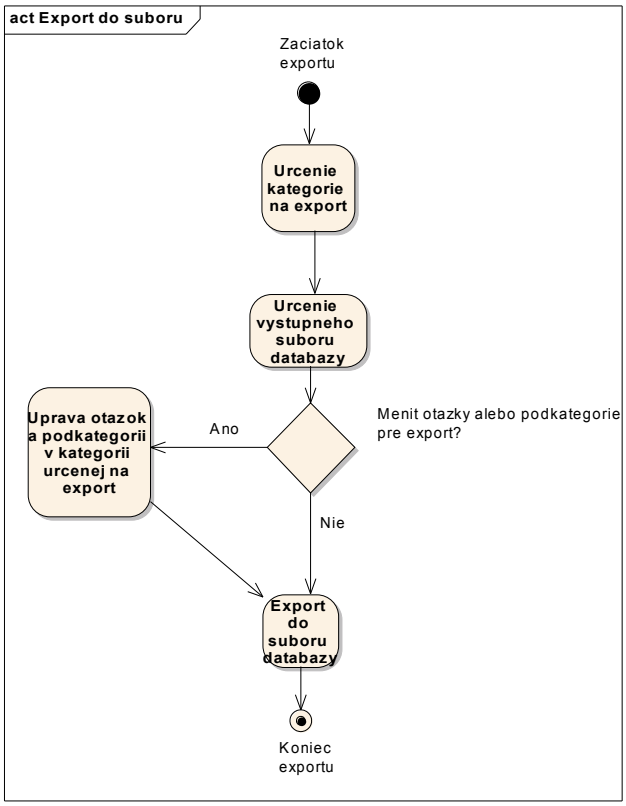
Na obr. 3.15 je znázornený diagram aktivít zachytávajúci scenár použitia podsystému exportovania údajov z databázy do súboru databázy. Používateľ vyberie výstupný súbor databázy a kategóriu, ktorú chce exportovať (viď. 37). Vybratú kategóriu môže exportovať, alebo upraviť podľa svojich požiadaviek a až následne exportovať. Toto je výhodné ak používateľ vytvorí novú kategóriu na export a potom ju upraví podľa svojich požiadaviek.



Obrázok 3.13: Export databázy do súboru databázy



Obrázok 3.14: Sekvenčný diagram importu zo súboru databázy do databázy



Obrázok 3.15: Diagram aktivít exportu databázy. Diagram znázorňuje postup činností pri exporte

Kapitola 4

Návrh systému

Táto kapitola predstavuje hrubý návrh nášho systému. Tento návrh tvorí základ pre ďalšiu prácu na projekte. Niektoré časti budú spresnené alebo prepracované v podrobnom návrhu, ktorý bude vychádzať z nasledujúcich častí tohto dokumentu. Kapitola pred samotným návrhom uvádza prehľad uvažovaných technológií (časť 4.1). Nasleduje popis architektúry systému Genex (časť 4.2). Ďalej je návrh spresnený logickým a fyzickým modelom dát (časti 4.3 a 4.4). V Závere kapitoly sú uvedené navrhnuté akceptačné testy (časť 4.5).

4.1 Výber technológií

Pred samotným návrhom riešenia prebehla analýza použiteľných technológií na riešenie tohoto projektu. V tejto časti dokumentu je skrátený prehľad technológií, ktoré boli analyzované spolu s vyhodnotením a určením ich použitia v tomto projekte.

4.1.1 GlassFish

GlassFish je voľne dostupný aplikačný server, ktorý implementuje najnovšiu funkcionalitu zahrnutú v platforme Java EE 5. Táto platforma zahŕňa posledné verzie rôznych technológií ako napríklad JavaServer Pages (JSP) 2.1, JavaServer Faces (JSF) 1.2, Servlet 2.4, Enterprise JavaBeans 3.0, Java API for Web Services (JAX-WS) 2.0, Java Architecture for XML Binding (JAXB) 2.0, Web Services Metadata for the Java Platform 1.0 a mnohé iné. GlassFish bol a je vyvíjaný pod licenciou Common Development and Distribution License (CDDL), ktorá umožňuje vývojárom voľne upravovať jeho zdrojové kódy.

Z hore uvedeného popisu vyplýva, že GlassFish je veľmi silný a robustný nástroj na vývoj a správu aplikácií. Jeho inštalácia a manažovanie však nie je triviálne a vyžaduje si aj viaceré prostriedky. Preto zastávame názor, že pre potreby našej aplikácie by bolo použitie GlassFish zbytočnou komplikáciou, najmä čo sa týka efektívneho využívania prostriedkov a nasadzovania.

4.1.2 Apache Derby

Apache Derby je relačný databázový systém napísaný v Jave a postavený na štandardoch JDBC a SQL99 s čiastočnou podporou pre SQL-2003. Medzi hlavné výhody tohoto riešenia patrí možnosť použitia dvoma spôsobmi:

- vnorený (embedded) mód,
- klient-server mód.

Vnorený mód umožňuje použitie plne funkčnej databázy v rámci Java aplikácií bez nutnosti inštalovať akýkoľvek server. Zjednodušuje tak nasadenie, testovanie a aj samotné používanie. Nevýhodou vnoreného módu je nemožnosť viacerých simultánnych pripojení. Túto nevýhodu je možné obísť použitím klient-server módu. V tomto prípade je ale situácia mierne skomplikovaná, keďže je nutné najprv nainštalovať samotný server a následne nastaviť pripojenie v klientských aplikáciách. Databáza je v oboch prípadoch obsiahnutá v jedinom súbore na súborovom systéme. V klient-server móde je možné zabezpečiť prístup k databáze pomocou štandardných autentifikačných metód. Je možná aj implementácia pomocou LDAP, prípadne iných mechanizmov.

Identifikované vlastnosti a obmedzenia boli zobrané do úvahy pri výbere databázového systémy Apache Derby pre zabezpečenie úschovy dát v tomto projekte.

4.1.3 Groovy

Jazyk Groovy je jazyk so všetkými rysmi moderných skriptovacích jazykov. Pre svoj chod využíva Java Virtual Mashine, takže sa dá ľahko prepojiť s ľubovoľnou Java knižnicou či frameworkom. Vďaka tomu, že Java podporuje UNICODE, nemý Groovy problémy s diakritikou ako Ruby či Python. Takisto má Groovy vďaka prepojeniu s Javou k dispozícii oveľa viac knižníc než Ruby alebo Python. Stručne povedané Groovy je dynamický typovací jazyk so syntaxou Javy a expresivitou Pythonu spolu s ďalšími prvkami od iných jazykov. Už na prvý pohľad vyzerá veľmi pekne, elegantne a nechýba mu ani správna dávka pragmatickosti, čo je vidieť hlavne pri práci s databázami.
Medzi ďalšie výhody Groovy patrí:

- natívna podpora regulárnych výrazov,
- natívna podpora rôznych značkovacích jazykov ako XML, HTML, SAX, W3C DOM, Ant a iné,
- reťazce je možné spájať priamo operátorom "+",
- regulárne výrazy sa môžu používať priamo v reťazcoch,
- statické a dynamické určovanie typov,
- množstvo nových pomocných metód v JDK.

Medzi nevýhody Groovy patrí najmä fakt, že ide o pomerne nový jazyk a nie je ešte celkom zdokumentovaný. Použitie tohto nástroja sme zvažovali hlavne v súvislosti s možnosťou, že chceme vytvárať aplikáciu typu klient-server. V takomto prípade by výhody Groovy stáli za riziko použitia pomerne novej technológie. Ale keďže ideme vytvárať klasickú "standalone" aplikáciu, rozhodli sme sa ju implementovať v jazyku Java. Toto rozhodnutie podporil i fakt, že predpokladáme, že v tomto projekte bude v budúcnosti pokračovať ďalší tím a Java je predsa len rozšírenejší jazyk než Groovy.

4.1.4 LaTeX analyzátory

Latex analyzátory sú pre náš systém dôležité z hľadiska exportu testov do systému Moodle. Analýza je potrebná pre zachovanie formátovania otázok a odpovedí, ktoré sú zadávané vo formáte LaTeX. Takto analyzované otázky sú následne konvertované do formátu HTML, ktorý je už priamo podporovaný systémom Moodle.

4.1.5 T_TH prekladač

Program T_TH (Tex To HTML) umožňuje transformáciu LaTeXu do formátu HTML4.0. Program pracuje ako filter, načítava štandardný textový vstup a ten transformuje na textový výstup v HTML. Dokáže rozpoznávať základné textové zvýraznenia $\backslash it$ $\backslash sl$ $\backslash bf$. Odhaduje približný typ písma. Podporuje definície makier $\backslash gdef$, $\backslash xdef$, $\backslash global$, $\backslash def$, $\backslash global$, $\backslash edef$, $\backslash def$, $\backslash edef$. Rozpoznáva základné LaTeX príkazy. Nerozpoznáva žiadne rozšírenia LaTeXu a príkaz `\usepackage`. Zoznam podporovaných príkazov je možné nájsť na domovskej stránke programu. Program bol vytvorený s využitím nástroja *flex*.

Program je implementovaný v jazyku C. Vzhľadom na to, že pri vytváraní T_TH bol použitý nástroj *flex* je zdrojový kód menej prehľadný a jeho modifikácia by bola zložitá. Tento fakt podporuje aj štruktúrovanie programu, ktorý má skoro 28000 riadkov a nachádza sa v jednom zdrojovom súbore. Program T_TH by bolo preto vhodné použiť v stave ako je, alebo nepoužiť vôbec.

Kladnými vlastnosťami T_TH je pomerne dobrá rozpoznávacia schopnosť LaTeXového kódu. Príkazy HTML (*tags*) sú ľahko modifikovateľné, T_TH ich definuje ako makrá jazyka C. Ako bolo uvedené vyššie nevýhodou T_TH je slabá možnosť rozšírenia podporovaných príkazov.

4.1.6 latex2html

Prekladač latex2html je napísaný v jazyku Perl a slúži na konvertovanie LaTeX dokumentov do formátu HTML3.2.

Inštalácia vyžaduje jazyk Perl verzie 5 alebo vyšší, program Ghostscript, kompilátor LaTeX a program netpbm. Nevýhodou je veľa závislostí. Program latex2html má podporu veľkej časti LaTeXu a sú vytvorené moduly na podporu rôznych LaTeX balíkov. Program má modul zo značnou podporu štýlu html.sty. Podporuje definície nových príkazov a makier a bezchybne zvláda tabuľky.

Jednou z vlastností programu latex2html je, že ak narazí na LaTeX konštrukciu, ktorá nemá HTML ekvivalent, transformuje túto časť na bitmapu, čo nie je vhodné pri exporte otázok do Moodle. Toto bolo pozorované pri testoch.

Zdrojový kód programu je slabo zdokumentovaný, kód má pomerne zložité konštrukcie bez komentárov. Program má veľkú pamäťovú zložitosť, ktorá rýchlo rastie zo zväčšujúcim vstupným dokumentom. Na odstránenie je v systéme Windows potrebné umožniť príkazovému interpretu pristupovať k väčšej časti pamäte. Zrejme tieto vlastnosti spôsobuje samotný Perl, pretože vstup načítava ako jeden reťazec, nad ktorým sú vykonávané zložité operácie.

4.1.7 H^EV^EA

H^EV^EA je prekladač LaTeXu do HTML4.0 napísaný v jazyku OCAML. Vzhľadom k tomu, že priamo rozumie LaTeXu nemá závislosti na žiadnych externých progra-

moch. Vďaka tomu rozhodne patrí medzi najrýchlejšie konvertory.

H^EV^EA priamo podporuje úpravy výstupu pomocou LaTeX makier. V niektorých prípadoch je nutné upraviť makrá používané v LaTeX texte, ktorý sa prekladá, aby ich mohla H^EV^EA spracovať. H^EV^EA dokáže fungovať aj ako filter, teda vstupný LaTeX text dostáva na štandardný vstup a na štandardnom výstupe vytvorí HTML preklad. Veľkou výhodou je možnosť vytvárať čiastkové výstupy, teda nie celú HTML stránku. Zaujímavosťou je tiež podpora balíka listings, teda zvýrazňovanie syntaxe programovacích jazykov. Pri testoch kvality výstupov boli výsledky H^EV^EA najlepšie z testovaných prekladačov.

Podobne ako v prípade T_TH by bolo vhodné H^EV^EA použiť nezmenený, alebo vôbec. Je to spôsobené najmä implementáciou v OCAML, súboroch, ktorá nie je uspôsobená na ďalšie úpravy. Čiastočne sa táto nevýhoda dá obísť pomocou už spomínaných LaTeX makier, ktoré sú štandardným spôsobom pre rozširovanie funkcionality H^EV^EA.

4.1.8 Aspektovo-orientovaný prístup

Modulárnosť softvérového systému je jedna z dôležitých vlastností, ktorú sa návrhári systému pokúšajú dosiahnuť. Modulárny systém má mnoho predností medzi ktoré patrí jednoduchšia správa, údržba alebo prípadné rozšírenie systému. Jedným z novších prístupov, ktorý napomáha k dosiahnutiu tejto vlastnosti je aspektovo-orientovaný prístup. Táto paradigma poskytuje nové prostriedky pomocou ktorých je možné modulárne vyjadriť zložité vzťahy v systéme.

S využitím tohto prístupu je možné oddeliť kód, ktorý nesúvisí výhradne z primárnym poslaním triedy a vyčleniť ho do samostatnej časti programu. Jednou z možností využitia aspektov v našom systéme je možnosť spravovať perzistenciu dát medzi databázou a aplikačnou vrstvou v takomto module.

Ďalšia možnosť využitia aspektovo-orientovaného prístupu sa črtá pri potrebe využitia niektorého z návrhových vzorov. Objektovo-orientované vzory boli reimplementované pomocou aspektovo-orientovaného prístupu a v mnohých prípadoch sa zlepšila modularita takéhoto systému [HK02]. Využité môžu byť aj niektoré aspektovo-orientované návrhové vzory.

Aplikácia aspektovo-orientovaného prístupu pritom len minimálne ovplyvní návrh systému. Rozhodnutie využiť tento prístup by znamenalo len zmenu kompilátora kódu. Nový kompilátor pritom produkuje výstup, ktorý je takisto spustiteľný na Java Virtual Machine.

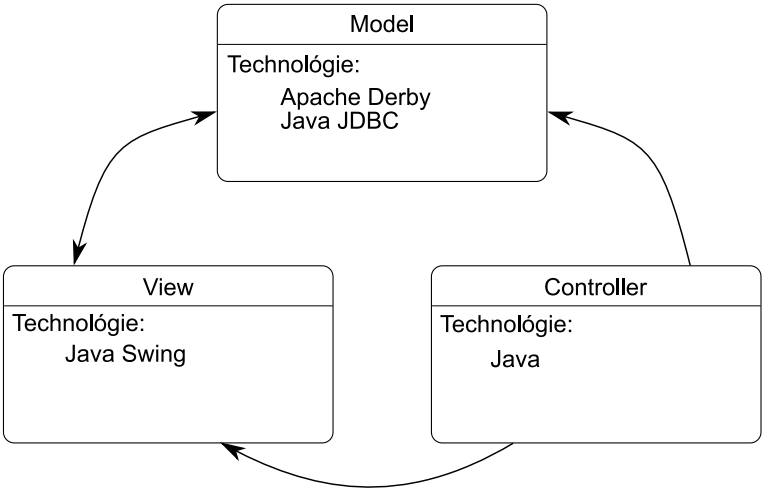
4.2 Architektúra systému Genex

V prvej fáze návrhu architektúry sa uvažovalo nad dvoma možnými riešeniami. Prvou možnosťou bolo viacpoužívateľské prostredie kde by mohlo pracovať viacero používateľov s jednou vzorkou otázok a testov. Druhým riešením bolo navrhnúť a implementovať jednoduchší jednopoužívateľský systém.

Vzhľadom k pôvodným požiadavkám bolo napokon zvolené modifikované riešenie typu jednopoužívateľský systém s možnosťou rozšírenia na viacpoužívateľský systém v budúcnosti. Tento spôsob riešenia samozrejme kladie väčšie nároky na návrh databázy, no využitie Apache Derby ako databázového systémy (viď 4.1.2) umožňuje aj takéto zmeny prístupu bez väčších problémov.

Vzhľadom k požadovanej funkcionalite a previazanosti väčšiny funkcií systému s dátami uloženými v databáze bola zvolená architektúra MVC (Model View Controller). Okrem iného sa takto v implementačnej fáze zjednoduší využívanie návrhových vzorov. Ako príklad môže slúžiť využitie návrhového vzoru Observer (pozri [GHJV95]) medzi časťou View a Model. Celkovo MVC architektúra sprehľadní implementáciu, ktorá bude navyše flexibilnejšia vo viacerých ohľadoch.

V rozdielnych častiach architektúry budú použité rôzne technológie ako vidno na obr. 4.1. Model architektúry bude v pozadí zabezpečovať už spomínaný databázový systém Apache Derby. Samotný logický a fyzický model databázy je opísaný v častiach 4.3 resp. 4.4. Grafické používateľské rozhranie bude vytvárané v knižnici Swing, ktorá je priamo založená na modele MVC a podporuje ho.

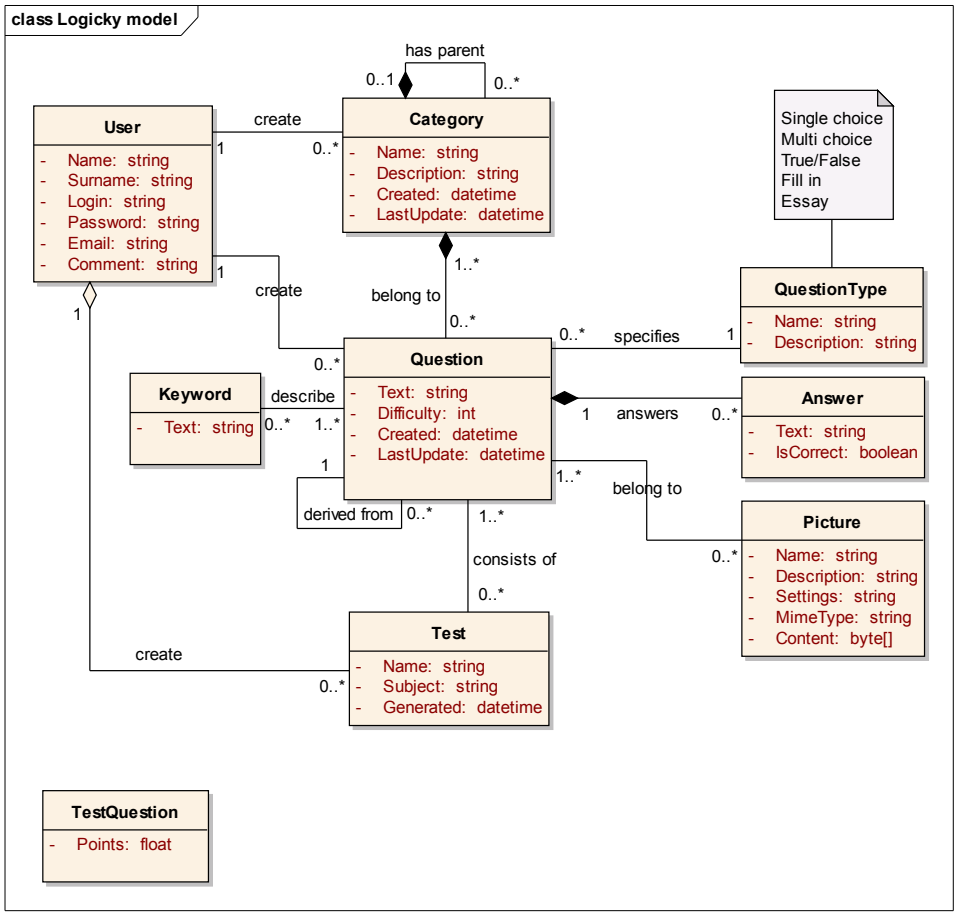


Obrázok 4.1: Architektúra systému a použité technológie

4.3 Logický model

Pre tvorbu logického modelu sme si ako základ zobrali logický model systému TestGen. Hlavným dôvodom je fakt, že tento systém bol vytváraný v rovnakom prostredí ako náš systém a mali až na pár rozdielov rovnakú špecifikáciu. Samozrejme sme urobili niekoľko úprav, ktoré vyplynuli z rozdielov v špecifikácii. Logický model je zobrazený na obr. 4.2.

Základnou entitou v systéme je entita *Question*, ktorá reprezentuje otázky. Táto entita je vo vzťahu s každou inou entitou v systéme. Každá otázka je buď originálom alebo je odvodená od nejakej inej otázky, čo je naznačené vzťahom entity so sebou samou. Odvodená otázka vznikne zmenou parametrov existujúcej otázky, alebo skopírovaním otázky. Každá otázka patrí do aspoň jednej kategórie. To znamená, že jedna otázka sa môže nachádzať aj vo viacerých kategóriách. Pre takéto riešenie sme sa rozhodli, aby sme sa vyhli obmedzeniu systému, že ak bude používateľ chcieť mať nejakú otázku v dvoch kategóriách, nemusí vytvoriť dvoch identické otázky, ale jednoducho umiestni otázku do obidvoch kategórií. Atribút *Difficulty* označuje náročnosť otázky. Táto náročnosť sa použije pri generovaní



Obrázok 4.2: Logický model

testu na nastavenie bodového hodnotenia jednotlivých otázok. Toto hodnotenie sa potom v prípade potreby upraví používateľom.

Ďalšou dôležitou entitou v systéme je entita *Category*, ktorá ja podobne ako entita *Question* vo vzťahu so sebou samou. Teda každá kategória môže obsahovať ľubovoľný počet podkategórií do ľubovoľnej hĺbky. Takto si môže používateľ definovať vlastnú štruktúru triedenia otázok do tématických celkov, ktorá v spojení s možnosťou opakovania otázok vo viacerých kategóriách poskytuje vysokú mieru flexibility systému. Kategória a otázka sú vo vzťahu *m..n*, čo znamená, že kategória obsahuje ľubovoľný počet otázok a teda jedna otázka môže byť vo viacerých kategóriách.

Pre každú otázku je možné definovať množinu kľučových slov, ktoré ju opisujú. Na to slúži entita *Keyword*, ktorá je vo vzťahu s otázkou *m..n*, čiže jedno kľúčové slovo môže zase opisovať viacero otázok, čo je logické.

QuestionType špecifikuje o aký typ otázky ide. Každa otázka je nejakého typu. Ak to bude typ otázky umožňovať, bude možné pridať k nej možnosti odpovedí,

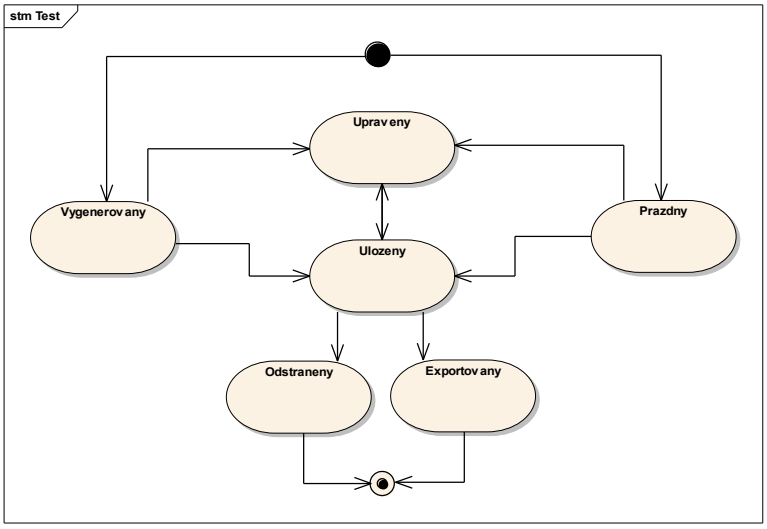
pričom každá odpoveď bude možnosťou práve na jednu otázku, čo je vyjadrené vzťahom otázky k odpovedi *1..n*. Pri každej odpovedi bude treba určiť, či ide o správnu alebo nesprávnu odpoveď.

Ku každej otázke je možné pripojiť viacero obrázkov (entita *Picture*), pričom každý obrázok môže byť použitý vo viacerých otázkach, čo vyjadruje vzťah entity *Picture* k entite *Question m..n*. Samotný obrázok bez otázky ale v systéme byť nemôže (viď obr. 4.4). Ak počet prepojení obrázka s otázkami klesne na nulu, obrázok sa z databázy vymaže. K obrázka je možné zadať aj jeho opis, ktorý sa bude zobrazovať v testoch.

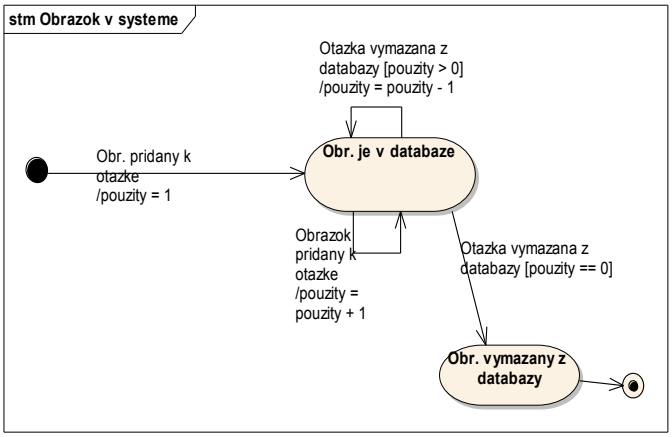
Entita *User* reprezentuje používateľov systému. Je vo vzťahu s entitami *Category*, *Question* a *Test*. Kardinalita týchto vzťahov je *1..n*. To znamená, že jednotlivé kategórie, otázky a testy sú vždy spojené s nejakým používateľom.

Na reprezentáciu testov slúži entita *Test*. S otázkou je vo vzťahu *m..n*, čo znamená, že sa testy obsahujú n otázok, ale naopak, že otázka sa môže nachádzať vo viacerých testoch. Ak sa nejaká otázka zmení (UC-7), tieto zmeny sa prejavia v každom teste, v ktorom sa daná otázka nachádza. Tieto zmeny sú totiž chápané ako opravy chýb a tie sa samozrejme musia prejaviť vo všetkých testoch. Ak nepôjde o opravu chyby, ale o zmenu otázky, bude potrebné vytvoriť novú verziu danej otázky (UC-12). Stavový diagram entity *Test* v systéme je na obr. 4.3.

Logický model obsahuje aj 4 asociačné entity, ktoré slúžia na "rozbitie" vzťahov *m..n*. Entita *TestQuestion* obsahuje navyše atribút *Points*, ktorý reprezentuje bodové ohodnotenie danej otázky v konkrétnom teste.

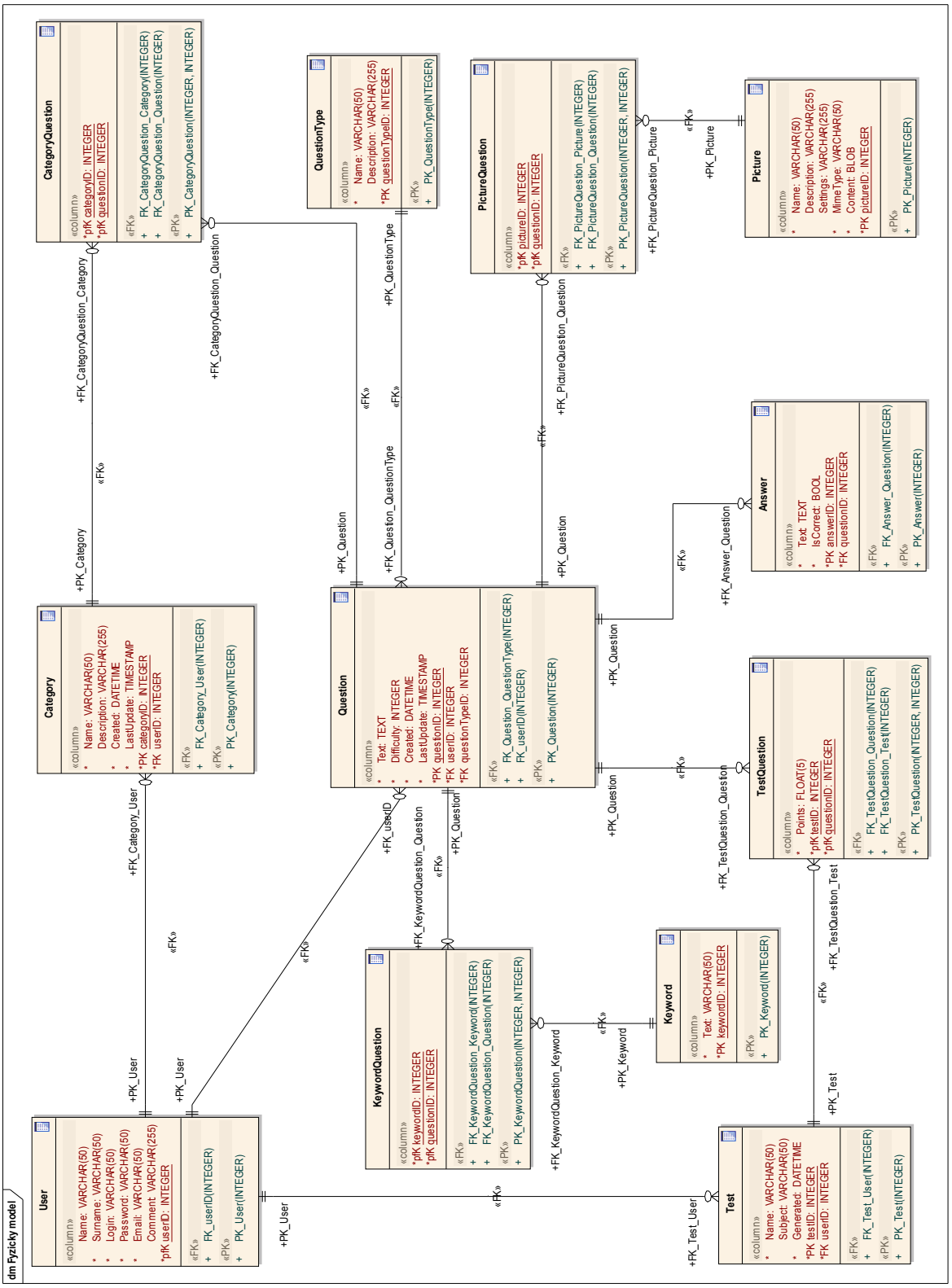


Obrázok 4.3: Stavový diagram entity Test v systéme



Obrázok 4.4: Stavový diagram entity *Picture* v systéme

4.4 Fyzický model



Obrázok 4.5: Fyzický model systému

4.4.1 Opis dátových tabuliek

Tabuľka 4.1: Entita Test

Test				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Name	VARCHAR(50)	áno	Názov testu (pomenovanie)
	Subject	VARCHAR(50)	nie	Názov vyučovacieho predmetu
	Generated	DATETIME	áno	Dátum vytvorenia testu
PK	TestID	INTEGER	áno	Primárny kľúč
FK	UserID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč používateľa

Tabuľka 4.2: Entita Question

Question				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Text	TEXT	áno	Text otázky
	Difficulty	INTEGER	áno	Náročnosť otázky
	Created	DATETIME	áno	Dátum vytvorenia otázky
	LastUpdate	TIMESTAMP	áno	Automaticky generovaná položka označujúca poslednú zmenu otázky
PK	QuestionID	INTEGER	áno	Primárny kľúč
FK	UserID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč používateľa
FK	QuestionTypeID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

Tabuľka 4.3: Entita QuestionType

QuestionType				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Name	VARCHAR(50)	áno	Názov kategórie zobrazený používateľovi
	Description	VARCHAR(255)	nie	Opis typu otázky
PK	questionTypeID	INTEGER	áno	Primárny kľúč

Tabuľka 4.4: Entita Answer

Answer				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Text	TEXT	áno	Text odpovede zobrazený v teste
	IsCorrect	BOOL	áno	Označenie správnej odpovede
PK	answerID	INTEGER	áno	Primárny kľúč
FK	questionID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

Tabuľka 4.5: Entita Category

Category				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Name	VARCHAR(50)	áno	Názov kategórie zobrazený používateľovi
	Description	VARCHAR(255)	nie	Opis kategórie
	Created	DATETIME	áno	Čas vytvorenia kategórie
	LastUpdate	TIMESTAMP	áno	Automaticky generovaná položka označujúca poslednú zmenu kategórie
PK	categoryID	INTEGER	áno	Primárny kľúč
FK	userID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč používateľa

Tabuľka 4.6: Entita Keyword

Keyword				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Text	VARCHAR(50)	áno	Text kľúčového slova
PK	KeywordID	INTEGER	áno	Primárny kľúč

Tabuľka 4.7: Entita Picture

Picture				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Name	VARCHAR(50)	áno	Názov obrázka zobrazený používateľovi
	Description	VARCHAR(255)	nie	Opis obrázku zobrazený v teste
	Settings	VARCHAR(255)	nie	Doplnkové nastavenia zobrazenia obrázka v Latex formáte
	MimeType	VARCHAR(50)	áno	Typ obrázka
	Content	BLOB	áno	Údaje obrázka
PK	pictureID	INTEGER	áno	Primárny kľúč

Tabuľka 4.8: Entita User

User				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Name	VARCHAR(50)	nie	Meno používateľa
	Surname	VARCHAR(50)	áno	Priezvisko používateľa
	Login	VARCHAR(50)	áno	Prihlasovacie meno používateľa
	Password	VARCHAR(50)	áno	Prihlasovacie heslo používateľa
	Email	VARCHAR(50)	áno	Adresa elektronickej pošty používateľa
	Comment	VARCHAR(250)	nie	Poznámka
PK	UserID	INTEGER	áno	Primárny kľúč

Tabuľka 4.9: Entita CategoryQuestion

CategoryQuestion				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
PK/FK	categoryID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč kategórie
PK/FK	questionID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

Tabuľka 4.10: Entita KeywordQuestion

KeywordQuestion				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
PK/FK	KeywordID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč kľúčového slova
PK/FK	QuestionID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

Tabuľka 4.11: Entita PictureQuestion

PictureQuestion				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
PK/FK	pictureID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč obrázka
PK/FK	questionID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

Tabuľka 4.12: Entita TestQuestion

TestQuestion				
Kľúč	**Názov stĺpca**	**Typ**	**Povinný**	**Opis**
	Points	FLOAT(5)	áno	Bodové ohodnotenie otázky
PK/FK	TestID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč testu
PK/FK	QuestionID	INTEGER	áno	Cudzí kľúč otázky

4.5 Akceptačné testy

Táto časť dokumentu obsahuje hlavnú časť navrhnutých akceptačných testov pre používanie systému.

Tabuľka 4.13: Pridanie novej kategórie

ID	1	**Názov**	Vytvor kategóriu		
Prípad použitia		UC-1	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality vytvorenia novej kategórie/podkategórie			
Vstupné podmienky		Musí existovať cieľová kategória			
Výstupné podmienky					

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ si vyberie cieľovú kategóriu	Je vybraná cieľová kategória	
2	Výber akcie *vytvorenie novej kategórie*	Zobrazená výzva na zadanie mena kategórie	
3	Zadanie názvu kategórie	Zobrazený zadaný názov kategórie	
4	Potvrdenie vytvorenia novej kategórie	Pridaná nová kategória do databázy	

Tabuľka 4.14: Pridanie novej otázky

ID	2	**Názov**	Vytvor otázku		
Prípad použitia		UC-6	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality pridania otázky do databázy otázok			
Vstupné podmienky		Musí existovať cieľová kategória			
Výstupné podmienky					

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ si vyberie cieľovú kategóriu	Je vybraná cieľová kategória	
2	Výber akcie *pridanie otázky*	Je zobrazený formulár na pridanie otázky	
3	Zadanie parametrov otázky	Všetky povinné položky formulára sú vyplnené	
4	Potvrdenie pridania otázky do databázy	Nová otázka je pridaná do databázy	

Tabuľka 4.15: Pridanie novej odpovede

ID	3	**Názov**	Vytvor odpoveď		
Prípad použitia		UC-13	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality pridania novej odpovede otázke			
Vstupné podmienky		Musí existovať daná otázka			
Výstupné podmienky					
Krok	**Akcia**		**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1	Používateľ si vyberie otázku, ktorej chce pridať odpoveď		Je vybraná otázka		
2	Výber akcie *pridanie odpovede*		Zobrazený formulár na úpravu otázky		
3	Zadanie parametrov odpovede		Vyplnené položky formulára na pridanie odpovede		
4	Potvrdenie pridania odpovede		Pridaná nová odpoveď na otázku do databázy		

Tabuľka 4.16: Pridanie obrázka k otázke

ID	4	**Názov**	Pridanie obrázka k otázke		
Prípad použitia		UC 16	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre úpravu otázok			
Účel		Možnosť pripojiť k otázke obrázky			
Vstupné podmienky		V systéme musí existovať aspoň jedna otázka, používateľ musí mať k dispozícii obrázok			
Výstupné podmienky		Otázka bude mať priradený daný obrázok			

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ otvorí otázku pre úpravy	Zobrazenie editora otázok	
2	Výber akcie *pridanie obrázka*	Zobrazí sa výber obrázkov, ktoré môže používateľ pridať k otázke	
3	Výber obrázka ktorý sa má pridať k otázke	V editore otázok je naznačené, že otázka má priradený daný obrázok	
4	Potvrdenie zmien v editore otázok	Zatvorenie zmien v editore otázok a vytvorenie prepojenia v databáze medzi otázkou a obrázkom	

Tabuľka 4.17: Generovanie testu

ID	5	**Názov**	Generovanie testu		
Prípad použitia		UC-24	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre vytváranie a úpravu testov			
Účel		Automatizované vytváranie testu			
Vstupné podmienky		V systéme existuje dostatočný počet otázok, aby z nich bolo možné vygenerovať test			
Výstupné podmienky					
Krok	**Akcia**		**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1	Používateľ aktivuje modul pre vytváranie testov.		Zobrazí sa rozhranie pre tvorbu testov		
2	Zadanie paramertov pre vytvorenie nového testu a označenie možnosti generovania testu		Zobrazí sa formulár pre zadávanie parametrov generovania		
3	Zadanie parametrov generovania do príslušného formulára		Vygenerovanie a automatické uloženie testu		

Tabuľka 4.18: Export do LaTeXu

ID	**6**	**Názov**	Export do Latexu		
Prípad použitia		UC 31	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre export, databázová vrstva			
Účel		Možnost vygenerovania testu do formátu Latex			
Vstupné podmienky		V systéme existuje vygenerovaný test			
Výstupné podmienky					
Krok	**Akcia**			**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ zvolí v systéme možnosť generovania výstupu do Latexu			Otvorí sa dialóg výstupných nastavení	
2	Používateľ vyberie požadovanú šablónu			Systém zobrazí dialógy na zadanie požadovaných údajov.	
3	Používateľ potvrdí vstupné udaje a inicializuje tak proces generovania výstupu			Ststém zobrazí správu o výsledkoch procesu generovania výstupu.	

4.6 Generovanie testov

Systém Genex podporuje dva typy generovania testov. Prvým typom je generovanie založené na heuristike. Pri tomto type generovania používateľ zadá parametre testu, ktorý chce vytvoriť. Následne sa systém snaží optimalizovať zloženie testu tak, aby čo najlepšie kopíroval používateľove požiadavky. Na rozdiel od prvého, pri druhom type generovania používateľ zadá konkrétnu štruktúru testu. Úlohou systému je v tomto prípade naplniť definovanú štruktúru otázkami. Obidva typy generovania budú podrobnejšie rozobrané v nasledujúcich kapitolách.

4.6.1 Generovanie zazaložené na heuristike

Pri tomto type generovania používateľ zadáva nasledovné parametre:

- Kategórie otázok z ktorých sa bude vyberať
- Klúčové slová podľa ktorých sa bude vzberať
- Typy otázok ktoré budú v teste
- Výskyt otázok s obrázkami
- Zložitosť testu ktorú chceme dosiahnuť
- Počet otázok výsledného testu
- Počet bodov za výsledný test

Skupina prvých štyroch parametrov určuje množinu otázok, z ktorých budeme v procese generovania vyberať. Túto množinu budeme nazývať počiatočnou množinou. Z tejto skupiny je povinný iba prvý parameter(kategórie). Z ostatných je povinný parameter počet otázok. Jeho hodnota musí byť menšia ako je počet otázok vo vybranej množine.

Vyberanie otázok z počiatočnej množiny a ich zaraďovanie do testu prebieha na základe zložitosti testu, ktorú chceme dosiahnuť následovne:

1. Počiatočnú množinu usporiadam podľa zložitosti otázok
2. Náhodne vyberiem otázku z počiatočnej množiny
3. Podľa toho akú zložitosť chcem dosiahnuť a aká je zložitosť vybranej otázky, vypočítam pravdepodobnosť zaradenia otázky do testu
4. Náhodne vygenerujem číslo z intervalu $< 0, 1)$
5. Ak je náhodne vygenerované číslo menšie ako pravdepodobnosť zaradenia otázky do testu, zaradím otázku do testu. Inak idem na krok 2. Kroky 2 až 5 opakujem maximálne toľko krát koľko je otázok v počiatočnej množine.
6. Ak sa mi ani po maximálnom počte prechodov krokmi 2 až 5 nepodarí zaradiť otázku do testu:
7. Počiatočnú množinu rozdelím na päť rovnako veľkých častí.
8. Náhodne vzberiem otázku z tej časti množiny, podľa toho akú zložitosť testu chcem dosiahnuť(Tu si treba uvedomiť, že počiatočná množina otázok bola na začiatku usporiadaná podľa zložitosti otázok)

Túto postupnosť krokov opakujem toľko krát koľko otázok potrebujem vzbrať do testu.

Najdôležitejšou časťou výberu otázok s počiatočnej množiny je výpočet pravdepodobnosti s akou bude otázka zaradená do testu. Výpočet sa riadi nasledovnými pravidlami:

- Ak sme na začiatku generovania nezadali zložitosť, ktorú chceme v teste dosiahnuť bude pravdepodobnosť rovná 1
- Ak sa zložitosť otázky líši od zložitosti ktorú chceme dosiahnuť o viac ako 2 bude pravdepodobnosť rovná 0
- Inak je pravdepodobnosť určená na základe rovnice normálneho rozdelenia pravdepodobnosti,

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2\right)$$

, kde parameter μ - stredná hodnota je rovný zložitosti ktorú chceme dosiahnuť a parameter σ - smerodajná odchýlka je určené tabuľkou 4.19

Tabuľka 4.19: Hodnota smerodajnej odchýlky vzhľadom na požadovanú zložitosť

Želaná zložitosť testu	1	2	3	4	5
Smerodajná odchýlka	0,8	1	1,25	1	0,8

4.6.2 Generovanie s definovanou štruktúrou

Ako už bolo spomenuté, pri generovaní testu s definovanou štruktúrov, používateľ zadá presnú štruktúru testu. To znamená, že definuje parametre pre výber počiatočnej množiny, tak ako tomu bolo v predchádzajúcom prípade, a zároveň určí koľko otázok akej zložitosti chce v teste mať. Úlohou generátora je v tomto prípade vybrať z počiatočnej množiny požadovaný počet otázok príslušnej zložitosti.

Kapitola 5

Implementácia

Táto kapitola obsahuje bližšie informácie o implementácii systému Genex. V kapitole sú popisané zmeny 5.1 oproti pôvodnému návrhu zo zimného semestra. V časti *Popis balíkov Genex* 5.3 je uvedený pohľad na štruktúru implementácie Genex spolu s diagramom závislostí medzi jednotlivými balíkmi. Táto časť slúži ako základná informácia o implementácii a čitateľovi mala by zjednodušiť orientáciu v technickej dokumentácii Javadoc. V časti *Architektúra Genex* 5.2 je možné nájsť základný pohľad na implementáciu systému. O priebehu testovania a nástrojoch použitých na testovanie je možné sa dočítať časti *Testovanie systému Genex* 5.4. Časť *Používanie systému Genex* 5.5 obsahuje stručný opis spätnej väzby ohľadom používania Genex.

5.1 Zmeny návrhu systému

V priebehu implementácie boli zistené drobné nezrovnalosti v návrhu a nové požiadavky s ktorými sa bolo potrebné vysporiadať.

Počas tvorby prototypu bola zistená potreba kategorizovať nielen otázky ale aj testy. Táto skutočnosť sa premietla do logického aj fyzického modelu databázy. Kategorizácia testov uľahčí a sprehľadní správu vygenerovaných a vytvorených testov.

Súbor popisujúci štruktúru databázy (DDL) na vytvorenie tabuliek bol vytvorený automaticky z fyzického modelu. V navrhnutom modeli sa nachádzalo niekoľko nedostatkov, ktoré boli počas implementácie postupne objavované. Zistené nedostatky:

- chýbala podpora odvodených otázok (derivedFromID),
- nedefinovanie obmedzení na niektoré cudzie kľúče,
- chýbala podpora pre hierarchickú štruktúry kategórií,
- nebolo možné uchovávať poradie otázok v teste.

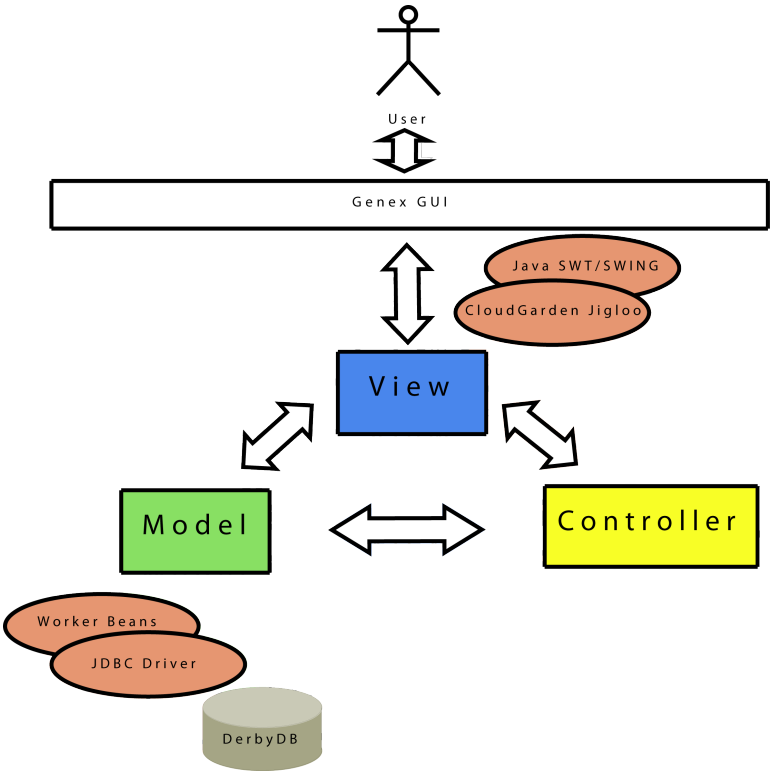
Všetky uvedené nedostatky boli odstránené bez väčších problémov, návrh systému a logický model databázy boli vhodne štruktúrované.

Veľká časť zmien sa týkala implementovaného balíčka DAO. Tieto zmeny sa ale dali očakávať a bolo s nimi počítané už od začiatku.

Požiadavkou, ktorá sa vyskytla pri implementácii bol špeciálny spôsob generovania testov. Vzhľadom k modulárnemu návrhu nebol problém túto požiadavku splniť. Popis spôsobov generovania testov sa nachádza v časti 4.6.2.

5.2 Architektúra Genex

Architektúra zvolená pri implementácii nasleduje návrh architektúry systému. Bol použitý model MVC (Model View Controller). Takéto riešenie je vhodné pre jednopoužívateľský systém, ktorým Genex v aktuálnej verzii je. V budúcnosti zvolená architektúra nebráni rozšíreniu systému na viacpoužívateľský. Obrázok 5.1 zachytáva náčrt architektúry spolu s použitými technológiami.



Obrázok 5.1: Architektúra implementovaného systému a použité technológie

Dátová vrstva

Pre reprezentáciu fyzického modelu dát (časť 4.4) bola zvolená databáza Apache Derby. Táto databáza je voľne dostupná a predstavuje optimálne riešenie pre jednopoužívateľský systém. Celá databáza predstavuje len jeden súbor a z používateľského hľadiska nevyžaduje jej nasadenie žiadnu pozornosť. Databáza je naviac rozšíriteľná a podporuje aj viacpoužívateľský režim.

K databáze sa pristupuje prostredníctvom JDBC-ODBC ovládača. Tento ovládač sprostredkuje volania JDBC (Java Database Connection) API na volania ODBC (Open Database Conectivity) API, ktoré predstavuje štandardný prístup k DBMS (database management systems). Takéto riešenie je plne postačujúce pre danú aplikáciu s prihliadnutím na jej zameranie. JDBC API je využívané DAO (Data Access Object) vrstvou, ktorá implementuje základné funkcie pre aplikáciu bez odkrytia detailov databázy. DAO vrstva pracuje s objektmi špecifickými pre

danú aplikáciu. Najvrchnejšia vrstva modelu je tvorená samotnými objektmi, ktoré predstavujú dátové entity.

Prezentačná vrstva

Prezentačná vrstva je zastúpená grafickým rozhraním aplikácie. Toto rozhranie bolo vystavané pomocou nástroja Jigloo od firmy CloudGarden. Nástroj zjednodušuje tvorbu používateľského rozhrania. Umožňuje jeho tvorbu prostredníctvom prehľadného grafického prostredia. Pre samotné generovanie kódu nástroj následne používa knižnicu Java Swing a otvorený balík nástrojov SWT.

Aplikačná vrstva

Aplikačná vrstva poskytuje prepojenie medzi dátovou a prezentačnou vrstvou. Jej hlavnou úlohou je sprostredkovávať podnety zadané používateľom prostredníctvom prezentačnej vrstvy dátovej vrstve. Taktiež generuje výstupy použitím dátovej vrstvy na požiadavky z prezentačnej vrstvy. Je zastúpená rôznymi balíkmi systému, ktoré budú podrobne popísané v časti 5.3.

5.3 Popis balíkov Genex

V tejto časti sa budeme venovať rozdeleniu implementačných častí systému Genex do balíčkov. Rozdelenie tried a rozhraní do balíčkov bolo vykonané na základe funkcionálnej príbuznosti.

Beans

Balík Beans združuje triedy, ktoré predstavujú entity v systéme. Medzi takéto entity patrí napr. *Test, Question* alebo *Category*. Jednotlivé triedy obsahujú položky reprezentujúceúdaje uložené v databáze. Všetky triedy majú implementované *set* a *get* metódy na prístup k týmtoúdajovým položkám. Okrem toho neobsahujú žiadne iné metódy.

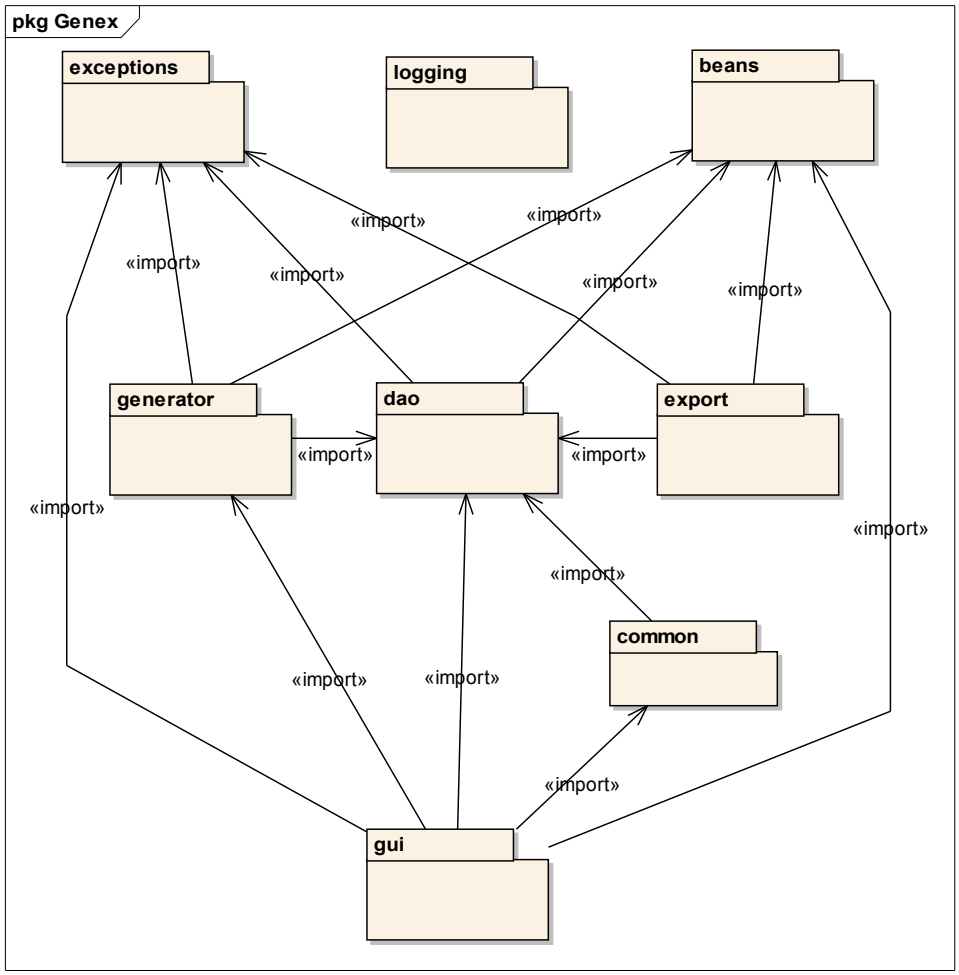
Common

V balíku Common je možné nájsť triedy, ktoré v rámci Genexu poskytujú jednoduché služby, ktorésú potrebné na fungovanie systému. Medzi dôležité triedy balíka patrí:

- trieda *SettingsHelper* , ktorá slúži na načítavanie nastavení systému,
- trieda *ResourceHelper* ktorej funkciou je načítavanie makier a obrázkov,
- trieda *ConnectionHelper* slúžiaca na udržovanie pripojenia k databáze.

DAO

V balíku DAO je možné nájsť triedy, ktorých úlohou je z databázy načitávať údaje a poskytovať ich systému v podobe objektov tried balíka Beans. V balíku sa nachádzajú dva typy súborov. Súbory pomenované *NázovEntityDao* sú rozhrania metód, ktoré načitávajú údaje do tried*NázovEntity* z balíka Beans. Súbory pomenované



Obrázok 5.2: Diagram balíkov systému Genex

NázovEntityDaoDerby sú implementáciou rozhranípre databázu Derby. Na každú triedu balíka Beans existuje trieda v balíku DAO, ktorá s danoubeans-triedou pracuje.

Exceptions

V balíku Exceptions sa nachádzajú všetky výnimky vytvorené pre systém Genex. Väčšina výnimiek bola vytvorená z dôvodu závislostí medzi tabuľkmi v databáze. Jednotlivé výnimky sú vygenerované vo vrstve DAO a vrstva grafického používateľskéhorozhrania túto výnimku spracuje a používateľovi oznámi, že daná akcia nie je povolená alebo, že došlo k chybe.Popis výnimiek, ktoré používateľ počas práce zo systémom pravdepodobne vyvolá sú:

- výnimka *QuestionInTestException* sa vyvolá ak sa zo databázy odstraňuje otáz-

ka, ktorá sa nachádza v nejakom teste,

- výnimka *QuestionInCategoryException* sa vyvolá ak používateľ chce odstrániť kategóriu, v ktorejsú otázky (ekvivaletná je výnimka *TestInTestCategoryException* pre odstránenie kategórie v ktorej sú testy),
- výnimka *PictureInPictureQuestionException* sa vyvolá ak používateľ chce odstrániť obrázok, ak daný obrázok je vložený v nejakej otázke.

Export

Balík Export obsahuje triedy pre export testov a otázok do LaTeXa systému Moodle. Základ balíku tvorí abstraktná trieda *Export*, ktorá zároveň slúži aj ako rozhranie pre pridanie exportu do ďalších formátov. Od triedy *Export* dedia triedy:

- *ExportLatex* implementuje export do formátu LaTeX.
- *ExportMoodle* implementuje export do formátu XML zo schémou akceptovanou systémom Moodle.

Generator

Balík Generator pokrýva funkcionalitu automatického generovania testov. Obsahuje jednu triedu *TestGenerator*, ktorá implementuje dva spôsoby generovania. Oba spôsoby sú podrobnejšie opísané v kapitole 4.6.

gui

Balík gui obsahuje triedy používateľského rozhrania systému Genex, ktoré možno rozdeliť do troch skupín:

- Triedy reprezentujúce dialógy,
- triedy definujúce špeciálne komponenty používateľského rozhrania,
- triedy pre správu udalostí (*event handlers*).

Logging

Balík Logging rieši zaznamenávanie udalostí systému Genex. Implementácia je vytvorená pomocou aspektu *ExceptionLogging*. Aspekt je volaný po každom vyvolaní výnimky, pričom do súboru zapíše meno triedy, meno metódy a číslo riadku kódu na ktorom bola výnimka vyvolaná.

Pre podrobnejšie informácie o triedach, rozhraniach a metódach ako aj bližšie informácie o samotnej implementácii odporúčame pozrieť Javadoc dokumentáciu k systému Genex.

5.4 Testovanie systému Genex

V tejto časti dokumentu je opísané priebežné testovanie systému Genex. Toto prebiehalo v dvoch fázach:

- Unit testovanie
- Alfa testovanie

Unit testovanie

Unit testovanie systému Genex prebiehalo v úvodnej fáze implementácie, v období, keď ešte nebolo vytvorené používateľské rozhranie. Spočiatku boli unit testy vytvárané pomocou pracovného rámca JUnit. Neskôr sa však prešlo na pracovný rámec TestNG. Dôvodom bola potreba zaviesť závislosti medzi vykonávanými testami, čo rámec JUnit nepodporoval.

Alfa testovanie

Po vytvorení používateľského rozhrania prebiehalo testovanie výhradne formou alfa testovania. Dôvody boli najmä časové - vytváranie unit testov zaberalo priveľa času. Spôsob alfa testovania bol nasledovný: po implementácii novej funkcionality, bola táto funkcionalita otestovaná iným členom/členami vývojového tímu.

Po úvodnom alfa testovaní boli odhalené niektoré nedostatky v používateľskom rozhraní a aplikácii ako takej. Boli to napríklad:

1. prvotné spustenie aplikácie bolo príliš pomalé,
2. zlyhanie exportu do Moodle na OS Windows,
3. nezobrazovanie aktuálnych údajov v GUI,
4. zlyhanie generovana testov pri určitých nastaveniach vstupných parametrov.
5. ...

Prvý problém bol vyriešený použitím tzv. *splash screen* pri štarte aplikácie. Tento *splash screen* zobrazuje informácie o štarte a inicializácii aplikácie, aby bolo používateľovi jasné, že aplikácia beží.

Pomerne veľkým problémom bola aj nemožnosť exportovať testy s diakritikou do Moodle v OS Windows, spôsobené pravdepodobne nesprávnym spracovaním vstupu programom H^EV^EA. Tento problém je stále v štádiu riešenia.

Jedným z problémov nájdených v používateľskom rozhraní bolo, že systém po pridaní novej kategórie do stromu kategórií, nezobrazil kategóriu okamžite, ale až po uzavretí a následom znovuotvorení príslušnej vetvy stromu kategórií. Problém bol vyriešení tak, že pri pridávaní novej kategórie bolo uzavretie a znovuotvorenie vetvy stromu vykonané explicitne v kóde.

Pomocou alfa testovania sa podarilo odstrániť viacero chýb, ktoré boli spôsobené hraničnými hodnotami vstupov alebo neštandardným používaním volieb menu. Jednou z takýchto chýb bolo napr. zlyhanie pri zadaní určitých parametrov generovania testov, kedy vinou programátorskej chyby dochádzalo k pretečeniu poľa.

5.5 Používanie systému Genex

Po dokončení Genex bol systém používaný viacerými používateľmi. Cieľom používateľov bolo pracovať zo systémom Genex a podať spätnú väzbu vo forme dotazníku a výhrad k systému. Použitý dotazník je možné nájsť na internetovej stránke projektu.

Medzi dôležité zistenia pri používaní systému patria následovné:

- obrázok nemusí byť iba vo rastrovom formáte, ale môže to byť ľubovolný text. Tento nedostatok bol spôsobený tým, že sa takáto možnosť neuvažovala. Vo finálnej verzii systému je táto funkcionalita doplnená,

- na základe výhrad boli odstránené nejasné formulácie z používateľskej príručky a doplnený podrobnejší popis práce s obrázkami,
- podpora pre určenie adresára do ktorého sa exportujú testy. V systéme je možnosť výberu uplnej cesty kam sa má test exportovať,
- boli nahlásené drobné problémy s prácou s kategóriami,
- v niektorých systémoch nie je možné v systéme prepínať klávesnicu. Tento problém sa nepodarilo odstrániť, pretože na väčšine systémov funguje a ani po študovaní dokumentácie k Java 1.6 sa uvedený problém nepodarilo odstrániť.

Z vyplnených dotazníkov sa dajú z používateľského hľadiska o systéme Genex vytvoriť predbežne tieto závery. Usporiadanie položiek v hlavnom menu, význam a používanie ikon je intuitívne pochopiteľný a nie je potrebné ich význam študovať v používateľkej príručke. Samotná práca zo systémom je skôr zložitejšia, ale po čase sa dá naučiť. V samotnom grafickom prostredí by sa dali zmeniť veci, ktoré by umožnili efektívnejšiu prácu zo systémom. Práca zo šablónou exportovaných testov a generovanie testu sú pre používateľa skôr jednoduchšie a voľby sú intuitívne. Práca s obrázkami a odkazovanie sa na obrázky je komplikovanejšia a v používateľskej príručke by nemal chýbať jej popis.

5.6 Akceptačné testy

Časť obsahuje akceptačné testy, ktoré boli navrhnuté pri návrhu systému a vyplnené pri akceptačnom testovaní (Tab. 5.1 až 5.6).

5.7 Obmedzenia systému

Systém Genex bol navrhnutý ako jednopoužívatelský, z čoho vyplýva obmedzenie, že súčasne môže pracovať zo systémom len jeden používateľ. Rozhodnutie vytvoriť jednopoužívateľský systém vyplynulo z požiadaviek na systém.

Po prvom spustení sa do systému načíta báza otázok, ktoré boli získané od zadávateľa systému. Jedná sa o otázky týkajúce sa problematiky jazyka Java. Okrem tohto počiatočného importu otázok systém neumožňuje žiadnu inú formu importu.

Pri návrhu časti systému zabezpečujúcu export do formátu LaTeX sme sa usilovali poskytnúť používateľovi maximálnu flexibilitu pre formátovanie výsledného testu. Bol preto navrhnutý systém generovania založený na šablónach, ktoré umožňujú editovať rozmiestnenie a formát jednotlivých prvkov testu. Jediné obmedzenie v tomto prípade predstavuje pevný vzhľad tabuliek na zadanie údajov o študentovi, výsledných odpovedí a správnych odpovedí. Systém generuje testy do formátu LaTeX. Znalosť LaTeXu nieje podmienkou pre používanie systému. Používateľ pri bežnom používaní systému a použití vopred definovaných šablón pre export do LaTeXu nepríde skoro vôbec do kontaktu z LaTeX kódom. Ak však používateľ potrebuje zmeniť šablónu definujúcu vzhľad testu alebo chce používať v otázkach rôzne zvýraznenie textu, nevyhne sa použitiu LaTeX príkazov. Používateľ by preto mal mať aspoň základné znalosti LaTeXu. V spojení z Generovaním do LaTeXu sa vynára ešte jeden fakt, ktorý sa môže byť považovaný za obmedzenie. Vygenerovaný test je pred tlačou potrebné najskôr skompilovať externým LaTeX kompilátorom.

Export testov zo systému Genex je obmedzený na dva formáty. Podporovaný je spomínaný formát LaTeX a formát XML. Formát XML dodržiava štruktúru

Tabuľka 5.1: Pridanie novej kategórie

ID	1	**Názov**	Vytvor kategóriu		
Prípad použitia		UC-1	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality vytvorenia novej kategórie/podkategórie			
Vstupné podmienky		Musí existovať cieľová kategória			
Výstupné podmienky					

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ si vyberie cieľovú kategóriu	Je vybraná cieľová kategória	Vybraná kategória je vizuálne označená
2	Výber akcie *vytvorenie novej kategórie*	Zobrazená výzva na zadanie mena kategórie	Otvorí sa dialóg pre zadanie názvu kategórie a popisu kategórie
3	Zadanie názvu kategórie	Zobrazený zadaný názov kategórie	Zobrazený zadaný názov kategórie a popisu kategórie
4	Potvrdenie vytvorenia novej kategórie	Pridaná nová kategória do databázy	Kategória je pridaná do stromu kategórií ako podkategória zvolenej katekórie

Tabuľka 5.2: Pridanie novej otázky

ID	2	**Názov**	Vytvor otázku		
Prípad použitia		UC-6	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality pridania otázky do databázy otázok			
Vstupné podmienky		Musí existovať cieľová kategória			
Výstupné podmienky					

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ si vyberie cieľovú kategóriu	Je vybraná cieľová kategória	Vyberie sa cieľová kategória, ktorá je vizuálne označená
2	Výber akcie *pridanie otázky*	Je zobrazený formulár na pridanie otázky	Otvorí sa okno s možnosťou vyplniť parametre otázky
3	Zadanie parametrov otázky	Všetky povinné položky formulára sú vyplnené	Vyplnia sa parametre otázky
4	Potvrdenie pridania otázky do databázy	Nová otázka je pridaná do databázy	Po kliknutí na tlačítko OK sa nová otázka korektne pridá do označenej kategórie

Tabuľka 5.3: Pridanie novej odpovede

ID	3	**Názov**	Vytvor odpoveď		
Prípad použitia		UC-13	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre správu otázok a kategórií			
Účel		Otestovanie funkcionality pridania novej odpovede otázke			
Vstupné podmienky		Musí existovať daná otázka			
Výstupné podmienky					

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ si vyberie otázku, ktorej chce pridať odpoveď	Je vybraná otázka	Zobrazí sa dialóg otázky v ktorom sú zobrazené parametre otázky
2	Výber akcie *pridanie odpovede*	Zobrazený formulár na úpravu otázky	Zobrazí sa dialóg pre zadanie textu odpovede, po potvrdení tlačidlom OK sa zavrie a odpoveď je pridaná do zoznamu odpovedí
3	Zadanie parametrov odpovede	Vyplnené položky formulára na pridanie odpovede	V okne otázky je možné označiť či je odpoveď správna alebo nie
4	Potvrdenie pridania odpovede	Pridaná nová odpoveď na otázku do databázy	Pridanie bolo potvrdené už v kroku 2

Tabuľka 5.4: Pridanie obrázka k otázke

ID	4	**Názov**	Pridanie obrázka k otázke		
Prípad použitia		UC 16	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre úpravu otázok			
Účel		Možnosť pripojiť k otázke obrázky			
Vstupné podmienky		V systéme musí existovať aspoň jedna otázka, používateľ musí mať k dispozícii obrázok			
Výstupné podmienky		Otázka bude mať priradený daný obrázok			

Krok	**Akcia**	**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**
1	Používateľ otvorí otázku pre úpravy	Zobrazenie editora otázok	Zobrazí sa dialóg otázky v ktorom sú zobrazené parametre otázky
2	Výber akcie *pridanie obrázka*	Zobrazí sa výber obrázkov, ktoré môže používateľ pridať k otázke	Zobrazí sa dialóg pre pridanie obrázku
3	Výber obrázka ktorý sa má pridať k otázke	V editore otázok je naznačené, že otázka má priradený daný obrázok	V otvorenom dialógu sa zobrazí náhľad obrázka
4	Potvrdenie zmien v editore otázok	Zatvorenie zmien v editore otázok a vytvorenie prepojenia v databáze medzi otázkou a obrázkom	Zatvorí sa dialóg pridania obrázku a v dialógu otázky sa zvolený obrázok pridá do zoznamu obrázkov

Tabuľka 5.5: Generovanie testu

ID	5	**Názov**	Generovanie testu		
Prípad použitia		UC-24	**Úroveň splnenia testu**	Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~	
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre vytváranie a úpravu testov			
Účel		Automatizované vytváranie testu			
Vstupné podmienky		V systéme existuje dostatočný počet otázok, aby z nich bolo možné vygenerovať test			
Výstupné podmienky					
Krok	**Akcia**		**Očakávaná reakcia**	**Skutočná reakcia**	
1	Používateľ aktivuje modul pre generovanie testov.		Zobrazí sa rozhranie pre tvorbu testov	Zobrazí sa dialóg generovania testov	
2	Zadanie parametrov generovania do príslušného formulára		Zobrazí sa formulár pre zadávanie parametrov generovania	Vybrané hodnoty parametrov sú zobrazené v okne generovania	
3	Zadanie paramertov pre vytvorenie nového testu a označenie možnosti generovania testu		Vygenerovanie a automatické uloženie testu	Nový test je pridaný do stromu testov	

Tabuľka 5.6: Export do LaTeXu

ID		**Názov**	Export do Latexu		
Prípad použitia		UC 31	**Úroveň splnenia testu**		Musí - ~~Mal by~~ - ~~Mohol by~~
Rozhranie		Aplikačné rozhranie pre export, databázové vrstva			
Účel		Možnost wgenerovania testu do formátu Latex			
Vstupné podmienky			V systéme existuje wtvorený test		
Výstupné podmienky					
Krok	**Akcia**		**Očakávaná reakcia**		**Skutočná reakcia**
1	Používateľ zvolí v systéme možnosť generovania výstupu do Latexu		Otvorí sa dialóg výstupných nastavení		Otvorí sa dialóg „exportovať test“
2	Používateľ wyberie požadovanú šablónu		Systém zobrazí dialógy na zadanie požadovaných údajov.		Šablóna je wybraná zo zoznamu šablón
3	Používateľ potvrdí vstupné udaje a inicializuje tak proces generovania výstupu		Stistém zobrazí správu o výsledkoch procesu generovania výstupu.		V hlavnom okne je zobrazená správa o výsledku exportu

používanú systémom Moodle. Test vyexportovaný do formátu XML tak môže byť jednoducho importovaný v systéme Modle. K exportu do formátu XML je potrebná inštalácia externého programu HeVeA, ktorý je používaný na konverziu LaTeX kódu otázok a odpovedí na jeho HTML reprezentáciu. Popis inštalácie programu HeVeA sa nachádza v používateľskej príručke.

5.8 Zhodnotenie

Výsledok tímového projektu hodnotíme pozitívne. Kvalitný návrh systému v prvej fáze projektu, paleta zvolených podporných nástrojov a technológií umožnil jeho takmer bezproblémovú implementáciu v nasledujúcej fáze projektu. Napriek týmto skutočnostiam existujú veci, ktoré sme nestihli (Časť 5.8.1). Taktiež by sme chceli zhrnúť poznatky, ktoré sme získali (Časť 5.8.2).

5.8.1 Nesplnené požiadavky

Hoci väčšina požiadaviek identifikovaných pri návrhu systému bola splnená, nepodarilo sa nám napriek vynaloženému úsiliu splniť všetky požiadavky.

Už pri analýze systému boli požiadavky rozdelené do troch kategórií 3.1, konkrétne požiadavky z najvyššou, strednou a najnižšou prioritou. Všetky požiadavky najvyššej priority boli splnené. Z požiadaviek so strednou prioritou nebola riešená len požiadavka zabezpečenia prístupu k otázkam len povoleným osobám. Keďže Genex je jednopoužívateľský systém bolo prijaté rozhodnutie, že bezpečnosť si dokáže používateľ zabezpečiť na úrovni operačného systému, konkrétne obmedzením prístupu k systému v jeho neprítomnosti napríklad systémovým heslom.

Požiadavky s najnižšou prioritou boli vopred stanovené ako rozširujúce nad rámec základných požiadaviek na systém. Tieto požiadavky neboli naplnené hlavne kvôli ich nízkej priorite a nedostatku času pre ich realizáciu. Konkrétne sa jedná o požiadavky

- *kontrola pravopisu* Požiadavka nebola naplnená aj po zvážení jej obtiažnosti (zdrojový text otázok a odpovedí umožňuje používať aj LaTeX príkazy), ako aj potenciálnej naviazanosti systému na kód alebo aplikáciu tretej strany.
- *zasadací poriadok* Požiadavka bola vynechaná na základe nedostatku času ako aj prípadnej potreby zanesenia rôznorodých priestorov fakulty do systému.
- *optimalizácia pre veľký počet otázok* Po prehodnotení reálneho zaťaženia systému bola požiadavka vyhodnotená ako zbytočná.

5.8.2 Získané vedomosti

Pri práci na tímovom projekte sme získali mnoho nových poznatkov. Najväčším prínosom bolo odskúšanie si práce v tíme na reálnom projekte. S týmto sa spájalo osvojenie si rôznych nástrojov na podporu komunikácie (DotProject, Trac, Wiki) ako aj nástrojov na podporu súčasnej práce (Subversion). Prínosný bol aj fakt, že sme si vyskúšali prejsť všetkými fázami vývoja projektu. Vo fáze analýzy a návrhu sa ukázala byť veľmi dôležitá spoločná komunikácia o čom svedčili aj početné neformálne stretnutia členov tímu, pri ktorých sa podrobne rozoberal, diskutoval a zlepšoval návrh systému. Vo fáze implementácie boli najskôr spoločne navrhnuté rozhrania a následne sa pracovalo na vývoji systému v podstate samostatne. Prípadné požiadavky a dodatočné zmeny v rozhraniach sa riešili pomocou zadávania

úloh v nástroji Trac. Vo fáze implementácie si každý člen tímu vyskúšal aj tvorbu testovacích tried, čo bola jediná možnosť overenia funkcionality vytváraných komponentov pred ich prepojením. Použitý bol nástroj TestNG. Každý člen si taktiež odniesol špecifické znalosti získané pri tvorbe vlastného modulu.

Kapitola 6

Záver

Počas riešenia tímového projektu sme získali mnoho skúseností, ktoré sú spojené s prácou na spoločnom diele v malom kolektíve. Už na začiatku projektu sme si podľa svojich skúseností rozdelili zodpovednosť za hlavné úlohy. Toto rozdelenie sme sa snažili, dodržiavať až do konca projektu.

Ďalšou dôležitou súčasťou pre fungovanie tímu bola vzájomná komunikácia. Okrem osobnej komunikácie na formálnych a neformálnych stretnutiach sme využili celú paletu podporných nástrojov, ktoré výrazne uľahčili vzájomnú komunikáciu (DotProject, Trac, Wiki, mail, Icq, Skype). Použitie jednotlivých nástrojov bolo zachytené v štábnej kultúre a počas jednotlivých fáz projektu sa menilo. Výsledkom kvalitnej komunikácie bola možnosť pracovať takmer nezávisle na pridelených úlohách. Súčasná práca by nebola možná bez verziovacieho systému Subversion. Viacerí členovia tímu pracovali s takýmto nástrojom prvý krát a získali tak cenné znalosti. Systém sme využívali hneď od počiatočnej fázy tímového projektu, preto pri implementácii už členovia týmu boli na systém zvyknutý.

Súhra všetkých spomenutých faktorov, ako aj fakt, že členovia tímu pracovali aktívne, usilovne a odhodlane, vyústila k výslednému produktu, za ktorý sa nemusíme hanbiť. Produkt je plne funkčný a spĺňa väčšinu požiadaviek identifikovaných v procese analýzy. Celkovo preto hodnotíme tímový projekt za úspešný, či už z hľadiska naplnenia požadovaných výstupov, alebo získaných skúseností a poznatkov o práci v tíme, ktoré si odnášame so sebou.

Literatúra

[Alb03] Stephen T. Albin. *The Art of Software Architecture*. John Wiley & Sons, 2003.

[Dra] Nikos Drakos. latex2html project. `http://saftsack.fs.uni-bayreuth.de/~latex2ht` [15.11.2007].

[Fou] Apache Foundation. Apache derby. `http://db.apache.org/derby/` [15.11.2007].

[GHJV95] Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, and John Vlissides. *Design patterns: elements of reusable object-oriented software*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., Boston, MA, USA, 1995.

[HK02] Jan Hannemann and Gregor Kiczales. Design pattern implementation in Java and AspectJ. In *OOPSLA*, pages 161–173, 2002.

[Hut] Ian Hutchinson. Tth project. `http://hutchinson.belmont.ma.us/tth/` [15.11.2007].

[Mar] Luc Maranget. Hevea project. `http://hevea.inria.fr/` [15.11.2007].

[proa] Glassfish project. `https://glassfish.dev.java.net/` [15.11.2007].

[prob] Groovy project. `http://groovy.codehaus.org/` [15.11.2007].

[proc] Moodle project. `http://moodle.org` [15.11.2007].