

Univerzita Hradec Králové

Pedagogická fakulta

Katedra informatiky Přírodovědecké fakulty

# **Přínos systému počítačem podporovaného hodnocení pro výuku vysokoškolské matematiky**

Disertační práce

Autor: Mgr. Andrea Jahodová Berková

Studijní program: P 7507 Specializace v pedagogice

Studijní obor: Informační a komunikační technologie ve vzdělávání

Školitel: doc. Mgr. Dušan Bednařík, Ph.D.

2017

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto disertační práci vypracovala pod vedením školitele samostatně a uvedla jsem všechny použité prameny a literaturu.

V Hradci Králové dne 15. 1. 2017

## **Abstrakt**

V posledních letech došlo k obrovskému rozmachu ve využívání počítačových výukových a hodnoticích systémů. V oblasti výuky matematiky byly z tohoto důvodu vyvinuty systémy počítačem podporovaného hodnocení (*Computer-Aided Assessment*) vhodné speciálně pro testování a procvičování matematických znalostí. Příkladem takového systému je platforma Maple T.A. (*Online Testing & Assessment System*) určená k online testování a hodnocení v matematice.

Vzhledem k tomu, že je využívání takovýchto systémů v České republice v počátcích, rozhodla jsem se v rámci disertační práce implementovat platformu Maple T.A. na Univerzitě Hradec Králové a sledovat dopady jejího využití ve výuce Matematické analýzy jednoho ročníku pregraduálních studentů učitelství matematiky. Součástí výzkumu bylo zjišťování názorů a zkušeností hlavních aktérů (tj. studentů i učitelů) ohledně využívání tohoto systému. Zajímalo mě mimo jiné, jak bude systém vyhovovat různým typům studentů. Na začátku výzkumu byli proto studenti rozděleni do charakteristických skupin na základě jejich přístupů k učení a studiu. Takové rozřazení umožnilo během pozorování cíleně sledovat, zda se projevují odlišně studenti z různých charakteristických skupin.

Pomocí popisu a analýzy tohoto případu si projekt klade za cíl zjistit možné přínosy využívání systému počítačem podporovaného hodnocení ve výuce vysokoškolské matematiky v českém edukačním prostředí a navrhnout vhodné formy jeho využití ve výuce. V rámci výzkumu byly mimo jiné odhaleny faktory, které užívání systému negativně či pozitivně ovlivňují a porovnány dva vybrané hodnoticí systémy (kromě jmenovaného Maplu T.A. byl vyzkoušen též systém WebWork). Dvouletý výzkumný projekt (2013/2014 a 2014/2015) byl realizován na pozadí analýzy současného stavu řešené problematiky a rešerše výzkumů.

### *Klíčová slova*

Počítačem podporované hodnocení, Hodnocení matematiky, Maple T.A., WebWork, Přístupy k učení a studiu.

## **Abstract**

In the recent years, there has been a great increase in using educational and assessment systems. Because of this reason, the computer-aided assessment systems were developed in the area of teaching mathematics for testing and assessment of mathematical knowledge. An example of such system is the platform Maple T.A. (*Online Testing & Assessment System*).

Due to the fact that the utilization of such systems is in its early stages in the Czech Republic, the author has in her project decided to implement this platform at the University of Hradec Kralove and to observe the results of the utilization of this platform in the process of teaching of the first-year undergraduate students of mathematics focused on education. The research includes survey of opinions and experiences of both main users (students and teachers) regarding the use of this system. The area of interest included how the software would suit different types of students. At the beginning, the students were divided into characteristic groups based on the students' approaches to learning and studying. This division allowed observing of differences between characteristic groups.

Through the description and analysis of this case, project aims to find out the potential benefits of the use of computer-aided assessment system in the teaching of university mathematics in the Czech educational environment and to propose appropriate forms of its use in teaching. Among other things, the research revealed factors that negatively or positively affect the use of this system and compared two selected systems (named system Maple T.A. and also system WebWork). The two-year research project (2013/2014 and 2014/2015) was conducted on the background of analysis of the current studied issue and research studies.

### *Keywords*

Computer-aided assessment, Assessment of mathematics, Maple T.A., WebWork, Approaches to learning and studying.

# OBSAH

<b>SEZNAM POUŽÍVANÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>8</b>
<b>1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
1.1 VZDĚLÁVACÍ PROCES A ZPĚTNÁ VAZBA .....	10
1.1.1 <i>Formativní hodnocení</i> .....	11
1.1.2 <i>Formativní a sumativní testy</i> .....	16
1.2 PŘÍSTUPY STUDENTŮ K UČENÍ A STUDIU .....	19
1.3 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE VE VÝUCE MATEMATIKY .....	23
1.3.1 <i>Systémy CAA dostupné pro studenty učitelství matematiky na UHK</i> .....	28
1.3.2 <i>Specifika hodnocení matematických znalostí pomocí počítače</i> .....	36
1.3.3 <i>Výhody a nevýhody CAA systémů uváděné ve výzkumných studiích</i> .....	43
1.4 VÝZKUMNÉ STUDIE ZABÝVAJÍCÍ SE VÝUKOU S PODPOROU CAA SYSTÉMŮ .....	45
<b>2 CÍLE VÝZKUMU A VÝZKUMNÁ METODOLOGIE .....</b>	<b>53</b>
2.1 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY .....	53
2.2 METODY VÝZKUMU .....	54
2.3 VÝZKUMNÝ VZOREK .....	57
2.4 ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ DAT .....	58
2.4.1 <i>Kvalitativní data</i> .....	58
2.4.2 <i>Kvantitativní data</i> .....	59
2.5 ČASOVÝ PLÁN .....	60
<b>3 REALIZACE A VÝSLEDKY VÝZKUMU .....</b>	<b>61</b>
3.1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYUŽÍVÁNÍ CAS A CAA VE VÝUCE MA NA VYSOKÝCH ŠKOLÁCH V ČR .....	61
3.2 IDENTIFIKACE CHARAKTERISTICKÝCH SKUPIN STUDENTŮ MA NA ZÁKLADĚ JEJICH PŘÍSTUPŮ K UČENÍ A STUDIU .....	63
3.2.1 <i>Dotazníkové šetření (Q1 – Přístupy studentů k učení a studiu)</i> .....	63
3.2.2 <i>Komparace s výsledky zahraničních studentů</i> .....	68
3.3 IMPLEMENTACE PLATFORMY CAA NA UHK .....	69
3.3.1 <i>Tvorba databáze otázek v Maplu T.A.</i> .....	76
3.4 DOPADY VYUŽITÍ SYSTÉMU CAA VE VÝUCE MA S OHLEDEM NA IDENTIFIKOVANÉ CHARAKTERISTICKÉ SKUPINY STUDENTŮ .....	81
3.5 POSTOJE STUDENTŮ A UČITELŮ K SYSTÉMŮM CAA (ZÍSKANÉ NA ZÁKLADĚ JEJICH ZKUŠENOSTI S NIMI) .....	88
3.5.1 <i>Dotazníkové šetření (Q2 – Postoje k užívání online systému CAA)</i> .....	88
3.5.2 <i>Ohniskové skupiny</i> .....	95
3.5.3 <i>Polostrukturované rozhovory</i> .....	115
3.6 POROVNÁNÍ CAA SYSTÉMŮ MAPLE T.A. A WEBWORK Z POHLEDU STUDENTŮ .....	118
3.7 FORMULACE DOPORUČENÍ PRO VYUŽITÍ SYSTÉMU CAA VE VÝUCE MA V ČESKÉM EDUKAČNÍM PROSTŘEDÍ .....	125
<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>132</b>

<b>LITERATURA.....</b>	<b>138</b>
<b>VLASTNÍ PUBLIKAČNÍ ČINNOST .....</b>	<b>147</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>150</b>
<b>PŘÍLOHY .....</b>	<b>152</b>
PŘÍLOHA A: POŽADAVKY SYSTÉMU MAPLE T.A.....	152
PŘÍLOHA B: ORIGINÁLNÍ DOTAZNÍK SETLQ .....	153
PŘÍLOHA C: ORIGINÁLNÍ DOTAZNÍK ASSIST .....	156
PŘÍLOHA D: DOTAZNÍK Q1 (PŘÍSTUPY STUDENTŮ K UČENÍ A STUDIU) – ANGLICKÁ VERZE .....	159
PŘÍLOHA E: DOTAZNÍK Q1 (PŘÍSTUPY STUDENTŮ K UČENÍ A STUDIU) – ČESKÁ VERZE .....	161
PŘÍLOHA F: SHLUKOVÁ ANALÝZA VÝSLEDKŮ ZAHRANIČNÍCH STUDENTŮ V DOTAZNÍKU Q1.....	163
PŘÍLOHA G: POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ DOTAZNÍKU Q1 Z RŮZNÝCH ZEMÍ (MANOVA) .....	165
PŘÍLOHA H: UKÁZKA ZÁPOČTOVÉHO TESTU Z1 .....	168
PŘÍLOHA I: UKÁZKA ZÁPOČTOVÉHO TESTU Z2.....	174
PŘÍLOHA J: VÝSLEDKY ANOVY S OPAKOVANÝM MĚŘENÍM ZÁPOČTOVÝCH TESTŮ .....	180
PŘÍLOHA K: ORIGINÁLNÍ DOTAZNÍK Q2: ATTITUDES QUESTIONNAIRE CONCERNING ONLINE ASSIGNMENT CHECKING .....	182
PŘÍLOHA L: DOTAZNÍK Q2 (POSTOJE K UŽÍVÁNÍ ONLINE SYSTÉMU CAA) – ČESKÁ VERZE.....	184
PŘÍLOHA M: SLOUPCOVÉ GRAFY (PERCENT BAR CHART) POLOŽEK DOTAZNÍKU Q2.....	186
PŘÍLOHA N: TEMATICKÉ OKRUHY PRO OHNISKOVÉ SKUPINY A POLOSTRUKTUROVANÉ ROZHOVORY .....	187
PŘÍLOHA O: VYBRANÉ ÚRYVKY Z POLOSTRUKTUROVANÝCH ROZHOVORŮ .....	188
PŘÍLOHA P: POUŽITÉ ZKRATKY PRO OZNAČENÍ FAKULT A STUDIJNÍCH OBORŮ .....	198

## SEZNAM POUŽÍVANÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
UHK	Univerzita Hradec Králové
SŠ	Střední škola
VŠ	Vysoká škola
MA	Matematická analýza
DÚ	Domácí úkol
ICT / IT	Informační a komunikační technologie / Informační technologie
LMS	<i>Learning Management System</i> (Řídící výukový systém)
CAS	<i>Computer Algebra System</i> (Systém počítačové algebry)
DIG	<i>Dynamic Interactive Geometry</i> (Dynamická interaktivní geometrie)
CAA	<i>Computer-Aided Assessment</i> (Počítačem podporované hodnocení)
HS / OHS	<i>Homework Software / Online Homework Software</i> (Software pro domácí úkoly)
AMS	<i>American Mathematical Society</i> (Americká matematická společnost)
DITECH	Studentská konference Didaktické technologie
ANOVA	<i>Analysis of variance</i> (Analýza rozptylu)
MANOVA	<i>Multivariate analysis of variance</i> ( Vícerozměrná analýza rozptylu)
NCSS	<i>Number Cruncher Statistical System</i> (Program pro zpracování statistických dat)
ETL	Enhancing Teaching-Learning Environments (Zlepšení výukového prostředí)

# ÚVOD

Na rozdíl od většiny předmětů, při kterých již notebooky a tablety studentů postupně nahrazují papír a tužku, při výuce matematiky stále ještě dominuje použití tužky a papíru, stejně jako pro učitele matematiky klasická černá tabule s křídou. V souvislosti s rozvojem informačních technologií nicméně dochází k rozvoji počítačových výukových a hodnoticích systémů specializovaných pro užití při výuce matematiky. Příkladem takového systému je platforma Maple T.A. (*Online Testing & Assessment System*), která vznikla integrací výpočetních možností systému počítačové algebry Maple do systému počítačem podporovaného hodnocení (*Computer-Aided Assessment*, dále již jen CAA).

Jak uvádí například Technical Whitepaper (2015), CAA systémy mohou pomoci zlepšit pochopení studentů, podpořit jejich samostatnost a zjednodušit vyučujícím nebo instruktorům správu kurzů s velkými počty studentů.<sup>1</sup> Specializované matematické platformy CAA navíc obsahují speciální specifické funkce použitelné pro testování matematických znalostí, např. umožňují práci s grafy, číselnými řadami a matematickými symboly. Ovšem ukázalo se, že využívání platformy Maple T.A. a s ním srovnatelných systémů u nás, ale i v mnoha zahraničních zemích je teprve na počátku (Berková 2014c).

Ve svém disertačním projektu jsem se rozhodla prozkoumat možnosti a meze využití dostupných CAA systémů (zejména pak systému Maple T.A.) ve výuce vysokoškolské matematiky (konkrétně výuky matematické analýzy). Počáteční inspirací pro moje snažení byla myšlenka objektivizace, standardizace a spravedlnosti ve výuce inspirovaná například konceptem státních maturit. Dále pak snaha využít informačních technologií k zajištění kvalitnější výuky obohacené o formativní hodnocení (průběžnou zpětnou vazbu) pro vysokoškolské studenty, při jejichž studiu jednoznačně převažuje sumativní přístup k hodnocení. Alarmujícím a motivačním signálem byl pro mne též fakt, že v České republice dochází ke zhoršování matematických znalostí studentů nastupujících do prvních ročníků vysokých škol, jak popisují například Kouřilová a Bebčáková (2015).

Aplikace moderních technologií ve vyučování stanovuje samozřejmě požadavky na studenty i učitele. Reakcí na tyto požadavky by měla být snaha připravit nastávající generaci učitelů, kteří budou disponovat požadovanými znalostmi, rozumět jim

---

<sup>1</sup> Překlad autorka.



v souvislostech, ale též ovládat dostupné technologie (Bílek et. al 2011). V předkládané práci je zaznamenán popis implementace platformy CAA do výuky vysokoškolské matematiky z pohledu učitelů i studentů učitelství matematiky. Studenti (budoucí učitelé matematiky) se během tohoto projektu seznámili se dvěma dostupnými CAA systémy (Maple T.A. a následně WebWork) a měli možnost vyjádřit své postoje, názory a zkušenosti ohledně této problematiky. Záměrem zkoumání bylo zjistit vlastnosti současných CAA systémů, nalézt faktory, které zavádění těchto systémů do výuky negativně či pozitivně ovlivňují, a hlavně zjistit možné přínosy využívání těchto systémů. Na počátku výzkumu byli navíc studenti rozděleni do charakteristických skupin na základě jejich přístupů k učení a studiu, což umožnilo cíleně sledovat, jak systém vyhovuje různým typům studentů. Za vedlejší výstup disertační práce lze považovat vytvoření databáze otázek z matematické analýzy (MA) v CAA systému Maple T.A. a formulaci doporučení pro využití tohoto systému ve výuce MA v českém edukačním prostředí.

Při provedených šetřeních jsem vycházela z analýzy současného stavu studované problematiky, zejména z aktuálních poznatků prezentovaných ve vědeckých člancích. Se svolením autorů byly na počátku mého výzkumu použity výzkumné nástroje zaměřené na přístupy studentů k učení a studiu vytvořené v rámci ETL projektu, který byl realizován na univerzitě v Edinburghu (The ETL project 2005). V disertačním projektu je dále využit výzkumný nástroj izraelských autorů (Pundak et al. 2013) zkoumající postoje studentů k CAA.

# 1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

## 1.1 VZDĚLÁVACÍ PROCES A ZPĚTNÁ VAZBA

Vzdělávací proces je podle Chrásky (1999, s. 9) „proces, ve kterém člověk získává nové vědomosti, dovednosti, ale také nové vztahy a postoje ke skutečnosti“. Vyučovací proces (tj. vzdělávací proces, který probíhá v podmínkách školní výuky) je řízený proces, ve kterém lze rozlišit dvě základní funkce:

- sdělování nových poznatkových obsahů,
- kontrola množství a kvality osvojených vědomostí a dovedností.

Tyto dvě funkce vyučovacího procesu tvoří jednotný celek, který nelze rozdělovat. Jedině vyučovací proces, ve kterém se obě stránky doplňují a prolínají, může optimálně fungovat. Chráska (1999, s. 10) dále uvádí, že sdělování jakýchkoli informací může být bez zajištění zpětné vazby a následné reakce na získané informace zcela neúčinné nebo i kontraproduktivní. Kromě významu pro efektivní řízení vyučovacího procesu má zpětná vazba (různé druhy hodnocení, zkoušení apod.) význam i jako prostředek motivační, jelikož si studenti učivo sami pro sebe třídí podle toho, zda z něho budou nebo nebudou zkoušeni. Vhodně volené hodnocení může také žáka povzbudit, oživit jeho zájem a vyvolat různé otázky. Starý (2006a) uvádí, že se daleko větší pozornost u nás věnuje funkci sdělování nových poznatků než otázkám hodnocení a zajišťování zpětné vazby a dodává, že i v případě přípravy budoucích učitelů jsou tyto otázky často zanedbávány.

V rámci aktivity *Posouzení systému evaluace a monitoringu v České republice*<sup>1</sup> proběhly na konci roku 2013 veřejné diskuze vzešlé z návrhů Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD<sup>2</sup>) na změny v systému hodnocení pro Českou republiku zejména směrem k tzv. formativnímu hodnocení (viz dále). Jedno z provedených šetření bylo zaměřeno také na vzdělávání učitelů na českých pedagogických fakultách: „*Dozvěděli jsme se, že základní informace rozhodně dostávají a někde tématu hodnocení věnují*

---

<sup>1</sup> Závěrečná zpráva z 28. 2. 2014 je dostupná na stránkách České školní inspekce: <http://www.csicr.cz/Prave-menu/Mezinarodni-setreni/Posouzeni-systemu-evaluace-a-monitoringu/Posouzeni-systemu-evaluace-a-monitoringu-seznam-cl/Publikace-s-doporucenimi-pro-vzdelavaci-politiku>. (Šojdrová et. al 2014)

<sup>2</sup> Zpráva OECD (Santiago et al. 2012) o hodnocení vzdělávání v České republice mimo jiné také informuje, že výsledky vzdělávání žáků v České republice jsou přibližně na průměru či mírně pod průměrem OECD podle toho, které dovednosti se posuzují. Z mezinárodních srovnávacích studií také vyplývá, že v posledním desetiletí je ve výsledcích žáků patrné významné zhoršení.

*i poměrně velký prostor. ...Ovšem na nějakou metodiku nebo na příklady z praxe zaměřené speciálně na formativní hodnocení jsme v rámci fakult nenarazili.*“ (Doubava 2013).

### **1.1.1 Formativní hodnocení**

V procesu pedagogického hodnocení je důležité odlišit již zmíněné formativní (tj. průběžné) hodnocení, kterým chceme hlavně poskytnout žákům zpětnou vazbu (informace o aktuálním stavu, momentální výkonnosti; diagnostikovat chyby) a sumativní (tj. závěrečné, resp. souhrnné) hodnocení celkových výsledků výuky (Průcha 2013b). Důležitým faktorem je též skutečnost, že při (formativním) hodnocení získává zpětnou vazbu také učitel, který může na jejím základě flexibilně přizpůsobovat výuku identifikovaným potřebám.

Za původce pojmu formativní hodnocení je někdy označován Bloom (1971). V původním Bloomově pojetí formativního hodnocení je předpokládána odpovědnost učitele za všechny hodnotící operace: přípravu testů, analýzu a interpretaci výsledků, návrhy různých podob doučování. V novějším, rozšířeném pojetí je externí regulace (učitelem, testem, doučovacím cvičením) koncipována tak, aby podporovala rozvoj žákovy schopnosti autoregulace učení (Starý, Laufková 2016). Je tedy kladen velký důraz na aktivní zapojení žáků do formativního hodnocení prostřednictvím procesů sebehodnocení, vzájemného vrstevnického hodnocení a propojování učitelského a žákovského hodnocení, jedná se o tzv. zvládající učení (*mastery learning*).

Slavík (1999, s. 39) uvádí, že formativní hodnocení lze chápat dokonce jako komplexní metodu pedagogické práce, která není závislá na určité formě, v níž se hodnocení projevuje. Podobně velmi široce je pojem formativní hodnocení uchopen v anglosaské jazykové oblasti. Používá se zde nejen v kontextu hodnocení žáků, ale také hodnocení škol nebo celého vzdělávacího systému. Problematice formativního hodnocení v mezinárodním srovnání se věnuje Starý (2006a). Ve svém příspěvku shrnuje, že je pro anglické pojetí typický pragmatický přístup, který se zaměřuje na deskriptivní výzkum toho, jak se formativní hodnocení aplikuje ve škole, které praktické postupy se jeví jako efektivní apod. Přehledová studie anglicky psané literatury v oblasti formativního hodnocení je dostupná v článku Blacka a Williamse (2005, s. 223-240). Ve francouzské jazykové oblasti se na rozdíl od anglického pojetí pokouší uchopit problematiku formativního hodnocení jako prostředku řízení učení (Allal, Lopez 2005; nebo Perrenoud 1998, s. 85) a nekladou takový důraz na konkrétní výukové aplikace. Méně je potom pojem formativního hodnocení

rozpracován v německé pedagogice, která se zabývá některými dílčími otázkami hodnocení (např. slovní hodnocení versus známkování). Za historické kořeny formativního hodnocení jsou zde považovány tzv. alternativní pedagogické směry (*Reformpädagogik*) jako například waldorfské školství. Podle Starého (2006a) prochází německá pedagogika teprve počáteční fází teoretické reflexe v této oblasti. Podobná situace je podle něj i v české pedagogice.

#### *Projekty zaměřené na formativní hodnocení*

***Moto: Assessment for learning<sup>1</sup>***

---

V Anglii bylo formativní hodnocení pod dohledem univerzitních<sup>2</sup> odborníků implementováno do škol již v raném stadiu. Například v projektu *King's - Medway - Oxfordshire Formative Assessment Project* (KMOFAP) zaměřeném na zvýšení školní úspěšnosti pomocí formativního hodnocení došlo k zapojení téměř padesáti učitelů matematiky, přírodních věd a angličtiny ze šesti středních škol. V rámci projektu byl publikován článek *Vnitřek černé skříňky (Inside the Black Box)* autorů Blacka a Williamse (1998). Autoři článku se domnívají, že dosavadní výzkumy se převážně soustředily na vstupy a výstupy, kdežto reálný výukový proces (vnitřek černé skříňky) zůstává neznámý (Black, Williams 1998). Na základě metaanalýzy domácích i mezinárodních výzkumů (TIMSS, PISA) se rozhodli dokázat, že žáci, kteří jsou hodnoceni formativně, dosahují v průměru lepších výsledků než žáci, kteří jsou hodnoceni převážně sumativně. Výzkum ukázal, že formativní hodnocení pomáhá nejvíce slabým žákům, aniž by došlo ke snížení celkové úrovně všech žáků, a že formativní hodnocení obsahuje významný potenciál k rozvoji konceptu spravedlivosti ve vzdělávání (Black, Williams 1998).

Výstupy předešlého projektu stály u zrodu rozsáhlého mezinárodního projektu *Formativní hodnocení (Formative Assessment)*, který realizovalo Centrum pro výzkum a inovace ve vzdělávání (CERI), Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) v programu *Schooling for Tomorrow*<sup>3</sup> v letech 2002–2004. Pojem formativní hodnocení se v pojetí projektu OECD v podstatě překrývá s pojmem výuka. Formativní hodnocení je zde definováno jako „*časté interaktivní hodnocení pokroku žáka v učení, porozumění učebním potřebám žáků a přizpůsobení výuky těmto potřebám*“ (Formative Assessment 2005, s. 21,

---

<sup>1</sup> Překlad: Hodnocení pro učení (dáváno do protikladu proti *Assessment of learning*, tj. hodnocení učení).

<sup>2</sup> Jednalo se například o univerzity v Cambridge, Londýně a Bristolu.

<sup>3</sup> Překlad: Vzdělávání pro budoucnost (překlad autorka).

překlad dle Starý 2006a). Součástí projektu byl výzkum realizovaný formou devatenácti případových studií nižších středních škol (u nás odpovídá druhý stupeň základní školy) z Anglie, Skotska, Kanady, Austrálie, Nového Zélandu, Finska, Dánska a Itálie. Závěrečná zpráva projektu předkládá tři hlavní důvody pro zavádění formativního hodnocení:

- zásadně rozvíjí kompetenci k učení (*learning to learn*),
- zvyšuje celkovou školní úspěšnost žáků (*achievement*),
- podporuje spravedlivý přístup ke vzdělávání (*equity of outcomes*).

Jedním z výstupů projektu je vymezení šesti klíčových komponentů formativního hodnocení a vyjádření jejich vzájemných vztahů (viz schéma).



Obrázek 1 Klíčové komponenty formativního hodnocení dle projektu OECD: *Formative Assessment* (obrázek převzat z Starý 2006b)

Mezi hlavní překážky implementace formativního hodnocení do praxe patří podle OECD rozdíl mezi snadnou prokazatelností výsledků sumativních testů a nesnadným prokazováním výsledků formativního hodnocení. Problém v širší aplikaci formativního hodnocení lze také spatřovat v nepropojenosti hodnocení na úrovni žáka, školy a celé vzdělávací soustavy. Z případových studií vyplynulo, že je velmi užitečné, když se ve škole podaří hodnocení „sladit“. Neznamená to, že by všichni učitelé měli používat identické způsoby hodnocení, ale o způsobech hodnocení by s měla vést odborná diskuze, která by vedla k jednotné „filozofii“ hodnocení na celé škole. Na úrovni školy byly jako hlavní překážky identifikovány nedostatek ochoty, odvahy a vůle ze strany učitelů nebo nedostatečná podpora vedení školy při zavádění inovací. Vytvoření školního klimatu, které podporuje interakci a užívání hodnotících nástrojů, je základním předpokladem pro úspěšnou realizaci formativního hodnocení (Starý 2006a).

V rámci projektu byly využívány různé konkrétní postupy pro zjišťování míry porozumění žáků. Osvědčila se například tzv. technika „semaforu“<sup>1</sup>, rubriky<sup>2</sup> nebo známější žákovská portfolia, která poskytují prostor pro žákovskou reflexi i příležitost pro písemný dialog mezi učitelem a žákem o výsledcích učení.

*Projekty zaměřené na formativní hodnocení*

***Moto: E-assessment for learning***<sup>3</sup>

---

Jako u téměř všech aktivit v našem životě, informační technologie mají potenciál podporovat a zlepšovat také hodnotící procesy. Elektronická portfolia a další elektronické nástroje formativního hodnocení byly využity v projektu PREATY (*PRoposing modern E-Assessment approaches and Tools to Young and experienced in-service teachers*<sup>4</sup>) zaměřeném na využívání formativního elektronického hodnocení na základních a středních školách. Na projektu spolupracuje od roku 2012 několik evropských zemí, konkrétně Řecko, Kypr, Itálie, Španělsko a Nizozemsko (PREATY 2016). Profesor Sangwin (tvůrce jednoho z CAA systémů<sup>5</sup>) ve své knize (2013) uvádí, že moderní pedagogické metody, jako jsou počítačová podpora kolaborativního řešení problémů a počítačová podpora hodnocení, jsou velmi důležitým faktorem ve vztahu k rozvoji klíčových dovedností pro 21. století („*21st Century Skills*“), jako jsou tvořivost, kritické myšlení, spolupráce a řešení problémů. Autoři projektu se domnívají, že učitelé potřebují podporu, radu a školení v oblasti využití moderních přístupů a nástrojů hodnocení, aby mohlo dojít k posunu paradigmatu směrem k „*hodnocení pro učení*“ (*assessment for learning*) namísto pouze „*hodnocení učení*“ (*assessment of learning*). Projekt PREATY (2016) má za cíl zvýšit dovednosti a kompetence učitelů z celé Evropy, konkrétněji:

---

<sup>1</sup> Žáci mají připraveny zelené, oranžové a červené kartičky, pomocí kterých dávají učiteli okamžitou zpětnou vazbu, zda učivu porozuměli.

<sup>2</sup> Žáci se na formulování jednotlivých kritérií (rubrics) pod vedením učitele aktivně podílejí a později jim slouží jako nástroj sebehodnocení nebo vrstevnického hodnocení.

<sup>3</sup> Elektronické hodnocení pro učení.

<sup>4</sup> Návrhy moderních přístupů a nástrojů elektronického hodnocení mladým a zkušeným učitelům.

<sup>5</sup> Jde o CAA systém STACK (2016)

- připravovat učitele aplikovat moderní přístupy formativního elektronického hodnocení<sup>1</sup>,
- podporovat celoživotní vzdělávání učitelů vytvořením virtuální komunity učitelů, kde budou moci sdílet zkušenosti a diskutovat o zlepšení jejich praxe v oblasti formativního hodnocení.

Sangwin ve své knize (2013) dále popisuje, že se v projektu PREATY zajímali o dostupné nástroje elektronického formativního hodnocení. Tato analýza ukázala, že existuje velký počet nástrojů různých kategorií, avšak nabídka vůbec nesplnila potřeby učitelů základních a středních škol z hlediska možnosti implementace těchto nástrojů do výuky. Většina nástrojů je vhodná spíše pro výzkumné pracovníky a může být implementována jedinečně pro vysokoškolskou výuku. Některé nástroje je sice možno použít v omezené míře pro střední školy, ale je dost obtížné je převést do základních škol. Kromě toho nejsou dostupné programy (doposud) vybaveny prostředím s použitelným rozhraním. Mnohé z těchto nástrojů jsou ve stavu prototypu nebo pilotního projektu. V této chvíli tedy neposkytují dostatečnou stabilitu pro realizaci ve školách. Jiné vzešly z výzkumných projektů, které nejsou schopny poskytnout nezbytnou kontinuitu po skončení životnosti projektu, neboť jim chybí technická podpora a aktivní uživatelská komunita, což je podstatná nevýhoda pro využití ve školní praxi. Existuje zde rovněž jazyková bariéra. Protože většina zkoumaných nástrojů je v angličtině, nejsou vhodné pro aplikaci ve školách, kde angličtina nepředstavuje mateřský jazyk (výjimku představují třídy s realizovanými dvojjazyčnými modely, mezinárodní školy nebo školy orientované na výuku angličtiny jako cizího jazyka).

Analýza výzkumných studií naznačuje, že problematika formativního hodnocení ve spojení s informačními a komunikačními technologiemi se jeví jako nosné a perspektivní téma, bohaté na podněty k dalšímu zkoumání. Vzhledem k vývoji v zahraničí to lze předpokládat i v české pedagogice.

Z českých výzkumů zaměřených na formativní hodnocení můžeme jmenovat případovou studii Novotné a Krabsové<sup>2</sup> (2013) popisující příklad dobré praxe na jedné z pražských základních škol. Podotkněme ovšem, že všechny předešlé jmenované projekty byly zaměřeny na základní a sekundární vzdělávání. Problematika formativního hodnocení

---

<sup>1</sup> Dle PREATY (2016) jde o tyto moderní postupy: *e-portfolio*, *social network analysis* a *learning analytics*.

<sup>2</sup> Uvedené v čísle 3/2013 časopisu *Pedagogika*, které bylo věnováno právě (formativnímu) hodnocení.

v prostředí vysokých škol není v odborných kruzích příliš diskutována, což je zřejmě důsledkem zažitě koncepte vysokoškolské přípravy studentů jako samostudia nebo, jak uvádí Průcha ve své recenzi (2013a), slabé rozvinutosti vysokoškolské pedagogiky. Nicméně, jak bylo uvedeno v předchozím odstavci, v oblasti elektronického formativního hodnocení již existují nástroje vhodné pro použití právě ve vysokoškolském prostředí (příkladem mohou být systémy CAA). Z českých výzkumů v oblasti vysokoškolské výuky matematiky můžeme jmenovat disertační práci doktorky Evy Widenské (2015). Zaměření jmenované práce má blízko ke zkoumané problematice, neboť se zabývá vstupními a výstupními znalostmi studentů prvních ročníků předmětu Matematika I v závislosti na tzv. autoregulačních testech, které mohou být také považovány za nástroj formativního hodnocení. V tomto výzkumu bylo podobně jako v již dříve zmíněném (Kouřilová, Beččáková 2015) pomocí pilotní studie ukázáno, že studenti přicházejí studovat na vysokou školu s nedostatečnými znalostmi matematiky a velmi málo procvičují. Autorka ovšem uvádí, že výzkum prokázal, že jsou studenti při dobré motivaci ochotni procvičovat, a tak se lépe připravit na zkoušení. Podle očekávání se zde například dále ukázalo, že cíleným procvičováním během semestru může původně slabší student významně zvýšit svoji úroveň a rapidně změnit pořadí úspěšnosti studentů na konci semestru.

### **1.1.2 Formativní a sumativní testy**

Termín formativní hodnocení vznikl v souvislosti s teorií testování. V určitém okamžiku vývoje teorie testování se totiž objevila potřeba rozlišit různé druhy hodnocení výsledků učení podle účelu, ke kterému primárně slouží. S touto problematikou souvisí pojmy formativní test (průběžný) a sumativní test (souhrnný). Sumativní test se zaměřuje na výsledky, zjišťuje stav a slouží k účelu porovnávání výsledků žáků. Formativní test se zaměřuje na proces učení a jeho hlavním účelem je zpětná vazba a pozitivní formování pro žáka (Starý 2006a; Průcha, Veteška 2012).

Formativní i sumativní testy použité v této práci byly zaměřeny na zjišťování výkonů (znalostí) studentů. Pojem znalost je například v pedagogickém slovníku (Průcha 2009) definován v užším, didaktickém smyslu, jako teoretické poznatky (vědomosti) osvojené učením, v širším významu jsou pak znalostmi rozuměny nejen poznatky, ale též schopnosti a dovednosti. V tomto textu je pojem znalost rozuměn v širším významu. Formativní testy (domácí úkoly) zjišťovaly výkony v jednotlivých etapách semestru, sumativní (zápočtové) testy měly za úkol diagnostikovat znalosti z celého semestru. Pochopitelně je žádoucí, aby jednotlivé testové otázky neprověřovaly jen pouhé zapamatování učiva nebo řešení



typových úloh, ale i vyšší cílové kategorie, jako je porozumění poznatkům nebo aplikace poznatků (Chrzová, Maněna 2008). Z tohoto důvodu byly v testech kromě klasických „znalostních otázek z daného semestru“ v tomto výzkumu využívány také položky souhrnně nazvané odborné matematické kompetence (pracovní název: „matematický aparát a vzhled do problematiky“). Termín odborné matematické kompetence vymezuje v tomto textu trvale osvojené základní matematické způsobilosti, které je student schopen uplatňovat při řešení aplikačních matematických úloh a v dalším vzdělávání (více viz kapitola 3.4).

### *Didaktické testy*

---

Vzhledem k tomu, že tvorba kvalitního objektivního hodnoticího nástroje (např. didaktického testu) je velmi náročná na čas i odbornost autora, bylo by samozřejmě ideální, kdyby si učitel mohl profesionálně připravené a kvalitní nástroje vybrat a objednat z nabídky na trhu (Chráska 1999, s. 7). V oblasti elektronického procvičování a testování vysokoškolských matematických znalostí mají tento přepych k dispozici naši zahraniční kolegové zejména v anglicky mluvících zemích, jelikož pro ně některé CAA systémy nabízejí vytvořené sady otázek ke konkrétním vysokoškolským učebnicím nebo tematickým okruhům (podrobněji viz kapitola 1.3.2). V českém prostředí ovšem zatím takové možnosti nejsou v této oblasti nabízeny ani využívány (Berková 2014c), navíc je učitel často nucen nebo dává přednost tvorbě úkolů/testů vlastních.

Návrh každého didaktického testu by měl podle Půlpána (1991) probíhat ve třech etapách – nejprve plánování, poté konstrukce a následně ověření a úprava testu. Pro analýzu vlastností otázek zařazovaných do didaktických testů mohou být vypočteny tzv. položkové statistiky. Na Obr. 2 můžeme vidět tři základní položkové statistiky z nabízených statistik, které vypočítává pro jednotlivé otázky přímo CAA systém Maple T.A.:

Success rate	p-Value	d-Value
0.667	0.667	0.5

Obrázek 2 *Item statistics* (Položkové statistiky) v programu Maple T.A.

**Success rate** (Úspěšnost) je průměrné normované (tj. s hodnotami 0 až 1) skóre dané položky.

**p-Value** (Index obtížnosti) vyjadřuje podíl (relativní četnost) respondentů, kteří na danou úlohu odpověděli zcela správně. Index obtížnosti opět nabývá hodnot mezi 0 a 1.

**d-Value** (Citlivost, Diskriminační hodnota) vypovídá o schopnosti položky rozlišovat mezi lepšími a horšími studenty. Počítá se jako rozdíl Indexů obtížnosti mezi skupinou „lepších“ a „horších“ studentů<sup>1</sup> u dané položky. Citlivost nabývá hodnot mezi -1 a 1, přičemž samozřejmě platí, že čím vyšší hodnotu koeficient má, tím je vyšší rozlišovací schopnost položky.

Dle Chrásky (1999) by se v didaktickém testu neměly vyskytovat příliš lehké a těžké otázky (s indexem obtížnosti menším než 0,2 a větším než 0,8), ani otázky s citlivostí menší než 0,2. Zda výzkumný nástroj (didaktický test) dobře funguje a je efektivním prostředkem na sběr dat, by mělo být prověřeno také výpočtem reliability (čili spolehlivosti) testu. Reliabilita výzkumného nástroje může být hodnocena ukazatelem, který se nazývá Cronbachovo alfa. Tento ukazatel představuje stupeň shody měření prováděných na stejném objektu za stejných podmínek. V případě nástrojů skládajících se z několika položek pak reliabilita odpovídá konzistenci hodnot různých podmnožin položek mezi sebou. Čím je reliabilita blíže k jedné, tím méně je výsledek ovlivňován jeho chybovou složkou<sup>2</sup> (Anděl, Zvára, 2004). Další vlastností dobrého hodnoticího nástroje je validita, která se zabývá stanovováním toho, zda test skutečně měří to, co je předmětem výzkumu. Posouzení stupně validity testu se v praxi většinou ponechává na příslušném odborníkovi nebo skupině odborníků. Výjimečně je možno posoudit validitu nově vytvořeného testu tak, že se srovnají v něm dosažené výsledky s jiným (již validním) testem (Chráska 1999, s. 18).

---

<sup>1</sup> Nejčastěji rozděleno Mediánem (studenti se seřadí podle dosaženého celkového počtu bodů v testu a rozdělí na dvě poloviny – na „lepší“ a „horší“ studenty).

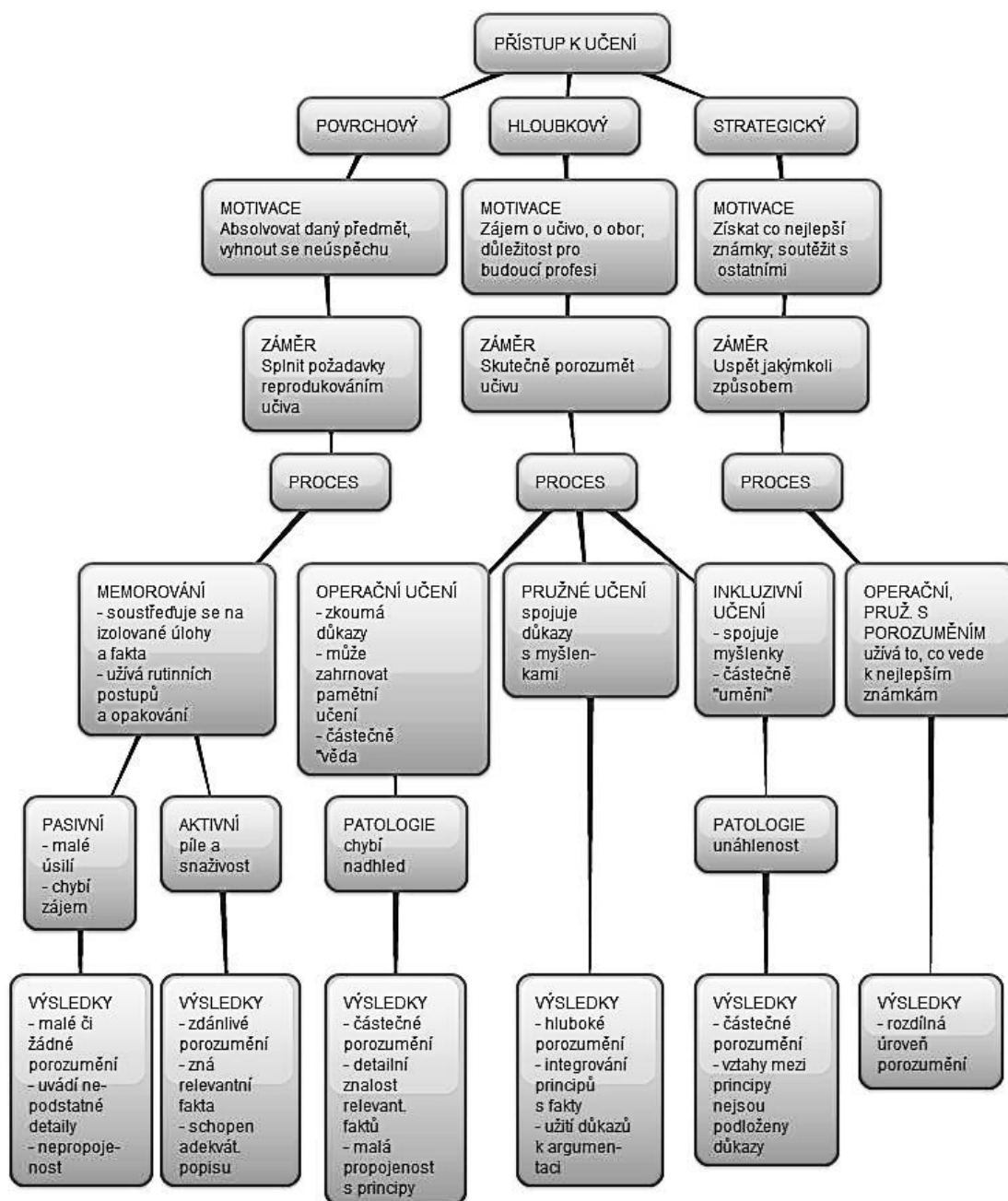
<sup>2</sup> Vycházíme-li z představy, že výsledek měření je dán součtem měřené hodnoty a chyby měření.

## 1.2 PŘÍSTUPY STUDENTŮ K UČENÍ A STUDIU

Autoři, kteří jako první přišli s pojmem *Approaches to Learning*, v překladu přístupy k učení, jsou Marton, Säljö, Svensson (Marton 1988). Tito výzkumníci vedli rozhovory se žáky a po svém kvalitativním zkoumání učení dospěli ke dvěma základním obsahovým podobám přístupů k učení – povrchovému a hloubkovému, a ke dvěma formálním podobám přístupů k učení – holistickému a atomárnímu (Mareš 1998, s. 62). Podle Mareše (1998, s. 61) charakterizují přístupy k učení takový typ činnosti při učení, při kterém si student uvědomuje své možnosti a meze, motivy své činnosti, úkol, jeho kontext, výsledek učení. V konceptu přístupu k učení je oproti tzv. stylu učení zdůrazněn motivační aspekt. Projevují se zde zvláštnosti:

- žákovy osobnosti, zejména vnímání (pedagogických požadavků, učební úlohy, sociálního kontextu učení), jeho motivů, pojetí učení, sebepojetí,
- jeho životních zkušeností,
- jeho učebních strategií,
- dané učební úlohy,
- sociálního kontextu učení.

Přístupy k učení zjednodušeně řečeno popisují, jak studenti postupují při učení a proč takto postupují. Základní rozdíl je mezi hloubkovým přístupem k učení (*deep aproach*), při němž se studenti zaměřují na významový kontext a pochopení učebního materiálu, a povrchovým přístupem (*surface aproach*), při němž je cílem studentů spíše reprodukce daných materiálů v testu nebo při zkoušce než skutečné pochopení daného učiva (Biggs 1999, Entwistle 1988, Ramsden 1992). Později byly různými autory (např. Marton, Biggs, Entwistle) přidány i další přístupy, z nichž se nejčastěji jedná o přístup utilitární neboli strategický, který se většinou vyskytuje v kombinaci s předchozími dvěma základními přístupy. Modifikovaná klasifikace podle Entwistla (1988, s. 46-47), přeloženo Mareš (1998, s. 39) je uvedena na následujícím obrázku.



Obrázek 3 Model vztahů mezi motivací, záměry, průběhem a výsledky učení (podle Mareše 1998<sup>1</sup>)

Shrňme si nyní hlavní charakteristiky dvou základních přístupů, které tvoří základ všech citovaných přístupů k učení (dle Mareš 1998, s. 62-63; podobně také Maňák, Švec 2003, s. 33).

<sup>1</sup> Obrázek převzat z Učební styly – WikiKnihovna (2016), autor obrázku: 216052.

## **Povrchový přístup k učení**

- *Motivace:* učení nebo učivo žáky nebaví (chtějí to mít „za sebou“), motivem může být strach z rodičů, učitele, ale také snaha vyhovět učiteli, který si potrpí na doslovné reprodukování, učení chápou jako vnucované zvnějšku.
- *Postup při učení:* žáci si pročítají text z učebnice a poznámek a opakuji hotové formulace s cílem naučit se text nazpaměť (v daném pořadí doslova), reprodukuji názory autority bez kritického odstupu, bez porovnání s vlastními zkušenostmi.
- *Výsledek učení:* malé nebo žádné porozumění učivu, formální poznatky, dokáží reprodukovat text, nemají vytvořené vazby – uvádějí nazpaměť naučené detaily, ale celek jim uniká.
- *Intervenující faktory:* malé zkušenosti žáků, malý repertoár učebních strategií, nedostatečné porozumění zadaným úlohám, nezájem o daný předmět, rozsáhlé mimoškolní zájmy, úzkostnost, orientace na chybu, nekvalitní výklad učitele, velký rozsah učiva, zkoušení odměňující reprodukování učiva, potlačování vlastních názorů žáků ze strany učitele.

## **Hlubkový přístup k učení**

- *Motivace:* učení nebo učivo žáky baví, chtějí se učením dozvědět něco nového, chtějí věcem a jevům porozumět, mají radost z poznání, snahu udělat někomu radost, vyrovnat se životnímu vzoru, učení je vnitřní potřebou.
- *Postup při učení:* učí se z více zdrojů, aktivně zpracovávají myšlenky, údaje, zvažují argumenty autora, pokouší se nalézat vztahy mezi poznatky a souvislostí učiva se svými životními zkušenostmi, rekonstruují vlastní strukturu poznatků.
- *Výsledek učení:* rozumějí učivu, chápou obsah i strukturu, jsou schopni je objasnit vlastními slovy, zdůvodňují své myšlenky, dovedou argumentovat, odlišit podstatné od nepodstatného, uvádí příklady odlišné od učebnice, zaujímají k učivu vlastní stanovisko.
- *Intervenující faktory:* bohatší zkušenosti žáků, širší repertoár učebních strategií, zájem o předmět, sebedůvěra, pružnost; kvalitní výklad učitele, nadšení, empatie učitele, ze strany učitele také prostor pro samostatnou práci žáků, podpora tvořivého přístupu k učení, zkoušení odměňující porozumění učivu.

Teorie Entwistle vychází z konceptu přístupu k učení Martona a Sälja (Marton 1988). Jeho model z roku 1988 je vyobrazen na předešlém obrázku. Kromě hloubkového, povrchového a strategického přístupu byl v jeho teorii později přidán ještě přístup apatický jako protipól strategického přístupu (Cassidy 2004; Rayner, Riding 1998). Právě profesor Entwistle (2005) se stal jedním z řešitelů projektu ETL, tj. *Enhancing Teaching-Learning Environments in Undergraduate Courses* (The ETL project 2005). Tento projekt vznikl na univerzitě v Edinburghu jako součást *Teaching and Learning Research Program*. V rámci projektu, který probíhal v letech 2001-2005, vzniklo na základě teorie Entwistle několik výzkumných nástrojů (dotazníků) zaměřených na tzv. **přístupy studentů k učení a studiu** (*Approaches to Learning and Studying*), které byly distribuovány bakalářským studentům různých studijních oborů univerzit v Coventry, Durhamu a Edinburghu s cílem zlepšení výukového prostředí v těchto bakalářských oborech. Od profesora Entwistle se mi podařilo získat svolení k použití i úpravě dotazníků vytvořených v rámci tohoto projektu. Současně mne profesor Entwistle seznámil s navazujícím výzkumem probíhajícím na univerzitě v Helsinkách (Parpala 2012), kde byly tyto nástroje taktéž modifikovány a využity. Z ETL projektu byly zvoleny dotazníky SETLQ<sup>1</sup> a ASSIST<sup>2</sup>, ze kterých byly do nově vzniklého dotazníku Q1 (*vice viz kapitola 3.2*) zařazeny položky relevantní pro tento výzkum.

---

<sup>1</sup> Shortened Experiences of Teaching and Learning Questionnaire (viz Příloha B).

<sup>2</sup> Approaches and Study Skills Inventory for Students (viz Příloha C).

### 1.3 INFORMAČNÍ A KOMUNIKAČNÍ TECHNOLOGIE VE VÝUCE MATEMATIKY

Prostředí, ve kterém žijeme, je čím dál více ovlivňováno informačními a komunikačními technologiemi (ICT). Ve škole se dnes již neobejdeme bez významné podpory ICT při běžném provozu i při výuce samotné. Současný učitel tak musí ovládat nejen vyučovaný obor, ale i základy informatiky a aplikovaného softwaru. Kromě jednotlivých oborových didaktik tak vzniká obor technologie vzdělávání (Bílek et. al 2011, s. 45). Požadavky jsou v tomto kontextu kladeny nejen na učitele, ale také na žáka. Publikace Evropské komise DIGCOMP: Rámec rozvoje digitálních kompetencí a porozumění digitálním kompetencím v Evropě (Ferari 2013) vymezuje pojem tzv. digitální kompetence. MŠMT (2014, s. 11-12) ji chápe jako průřezové klíčové kompetence, které umožňují dosahovat dalších klíčových kompetencí a které souvisejí s mnoha dovednostmi pro 21. století, kterými by měl disponovat každý občan, aby se mohl aktivně uplatnit ve společnosti a na trhu práce. Již v prognóze Horizon Report z roku 2014 věnující se významným technologickým trendům ve výuce (The New Media Consortium 2014) bylo vysloveno, že si v nejdéle pětiletém horizontu budou žáci nosit do školy vlastní digitální přístroje, na intenzitě budou ve výuce nabírat cloudové technologie, mobilní dotyková zařízení, převrácená třída, 3D tisk, virtuální asistenti a rozšířená realita. Zpráva dále uvádí, že bude dále docházet k nárůstu využívání distančních forem výuky.

#### *E-learning a LMS*

---

ICT mohou být samozřejmě výrazným pomocným nástrojem umožňujícím zdokonalovat metodologii výuky. V první řadě umožňují distribuci vzdělávacího obsahu žákům/studentům<sup>1</sup> elektronickou cestou. Základním termínem v této oblasti je tzv. **elektronické vzdělávání** neboli *e-learning* (*technology-based learning*). *E-learning* definuje Wagner (2005) jako vzdělávací proces, využívající informační a komunikační technologie k tvorbě kurzů, k distribuci studijního obsahu, komunikaci mezi studenty a pedagogy a k řízení studia. Často se používá e-learning v kombinaci s klasickou výukou, v tom případě hovoříme o kombinovaném vzdělávání – tzv. *blended learningu*. Podle způsobu využití ICT můžeme e-learning rozdělit na výuku **online** a **offline**.

---

<sup>1</sup> Dále již jen studentům s ohledem na zaměření práce.

Online výuka (*Online learning* nebo *Web-based learning*) představuje vzdělávání, které využívá k distribuci učebních materiálů počítačovou síť. K tvorbě a distribuci e-learningových obsahů a řízení výuky slouží nejčastěji tzv. systémy pro řízení výuky, neboli *Learning Management Systems (LMS)*. **LMS** reprezentuje dle (Chráška et al. 2013) virtuální „učební“ prostředí, ve kterém se nacházejí výukové kurzy, zkušební testy, studijní instrukce, cvičební plány nebo diskuzní fóra poskytované prostřednictvím webových prohlížečů. Mezi nejznámější volně dostupné LMS patří Moodle, příkladem komerčního softwaru je Blackboard. Právě **LMS Moodle** mají k dispozici také studenti učitelství matematiky Univerzity Hradec Králové.

### *Systémy počítačové algebry (CAS)*

---

Využití e-learningu pro výuku offline nevyžaduje, aby byl počítač připojený k počítačové síti. Takovým vhodným aplikovaným softwarem pro učitele matematiky v oblasti *e-learningu* nebo spíše *blended learningu* jsou například programy dynamické interaktivní geometrie (DIG) jako např. GeoGebra, GeoNext nebo Cabri. Pro symbolické výpočty jsou to pak **systémy počítačové algebry** (zkratka **CAS** z anglického *Computer Algebra System*). CAS označuje systémy pro počítačové zpracování symbolických matematických výrazů, které poskytují nástroje pro symbolické výpočty, vytváření grafů a programovací jazyk pro vytváření uživatelských procedur a funkcí. Do této skupiny řadíme komerční programy Mathematica nebo Maple (resp. pro numerické výpočty MATLAB), z volně dostupných je to především program Maxima. Jmenované programy mohou pomoci studentům získávat nové poznatky nebo aplikovat existující poznatky v mnoha případech snadněji, přehledněji, rychleji a hlavně komplexněji.

Vývoj matematických programů je velice rychlý, mimo jiné zde dochází (s různou úspěšností) ke „stírání“ rozdílů mezi programy. Například program GeoGebra, který primárně vznikl pro výuku interaktivní geometrie na základních a středních školách (pouze dvourozměrné obrázky), dnes zvládá vykreslit trojrozměrné grafy (GeoGebra 3D), disponuje s funkcemi pro symbolické výpočty (CAS) i tabulkovými kalkulátory (základní statistické funkce). Podobně MATLAB, který přestože primárně vznikl pro numerické počítání, obsahuje funkce umožňující například také symbolické výpočty. Učitelé a studenti se tak dnes již nemusí učit ovládat několik programů, ale vystačí si často s jediným. Podotkněme ovšem, že pokud chce uživatel pokročilejší funkce, samozřejmě se logické diferenciaci mezi programy nevyhne. Nutno též zmínit, že některé programy již



nabízí online verzi příslušných programů jako například GeoGebra<sup>1</sup> (online) Maxima<sup>2</sup> (online) nebo platforma Wolfram Alpha<sup>3</sup> (vytvořena na základě systému Mathematica).

### *Počítačem podporované hodnocení (CAA)*

---

**CAA (Computer-Aided Assessment/Computer Assisted Assessment, Computer-Based Assessment)** neboli počítačem podporované hodnocení, někdy také označované jako elektronické hodnocení (*e-assessment*) je termín označující dle TEL (2013) všechny formy hodnocení (tj. sumativní i formativní) prováděné s použitím počítače. Tato definice zahrnuje hodnocení online, hodnocení na lokální síti i jiné formy hodnocení využívající počítač. Anglický *Joint Information Systems Committee* (Výbor pro informační systémy<sup>4</sup>) definuje obdobně širokou koncepci elektronického hodnocení jako každý elektronický proces, ve kterém se používá ICT k provádění úkolů a aktivit spojených s hodnocením, a sice z perspektivy každého možného účastníka: studenta, vyučujícího, instituce nebo široké veřejnosti (Sangwin 2014).

Z komerčních CAA systémů vhodných pro matematiku jmenujme Maple T.A., z volně dostupných například STACK. V literatuře se kromě pojmu CAA systém (tj. systém, který provádí elektronické hodnocení) dále často setkáváme s označením HS (Homework System/Homework Software), tedy systém pro domácí úkoly (např. American Mathematical Society 2009). Pojmy CAA systém a HS jsou často zaměňovány přesto, že se jejich význam lehce liší. Nicméně nástroje těchto systémů bývají podobné – vhodné pro formativní i sumativní hodnocení. Jako HS je označován například volně dostupný systém WebWork nebo komerční platformy WebAssign nebo ALEKS (Malevich 2011).

Systémy CAA bývají často součástí LMS, ale i samostatnými produkty (viz Obr. 4). Většina dostupných systémů CAA umožňuje integraci do běžně užívaných LMS (Moodle, Blackboard). Naopak již existují CAA systémy obsahující kromě úkolů a testů také nástroje pro řízení výuky a sdílení materiálů, jako je tomu například u systému WebAssign<sup>5</sup>.

---

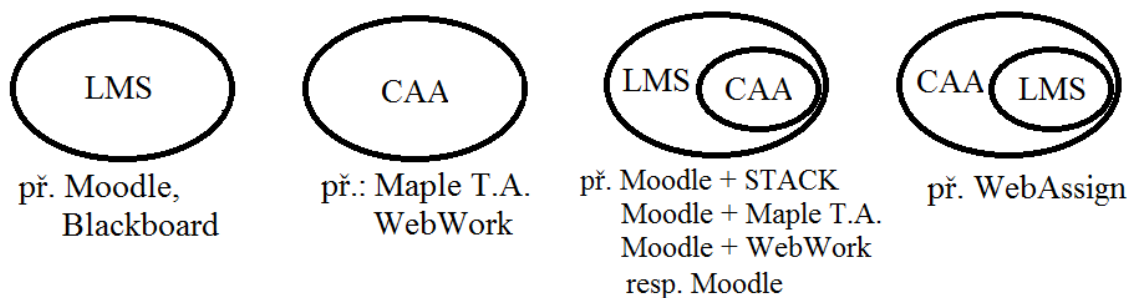
<sup>1</sup> Dostupné z: <https://www.geogebra.org/graphing>

<sup>2</sup> Dostupné z: <http://maxima-online.org/>

<sup>3</sup> Dostupné z: <https://www.wolframalpha.com/>

<sup>4</sup> Překlad autorka.

<sup>5</sup> V Severní Americe velice rozšířený a úspěšný komerční software – využívaný plošně například na kanadské University of Alberta (kde jsem byla na stáži v zimním semestru 2013/2014).



Obrázek 4 Možnosti užití systémů CAA, LMS a jejich kombinace

Architektura LMS i CAA systémů, resp. HS je typu Klient-server. Server tvoří databázový server s vlastním systémem, klientem je webový prohlížeč. Minimální a doporučené systémové požadavky pro Maple T.A. můžeme vidět v Příloze A.

Jak již bylo zmíněno v úvodu, některé CAA systémy vznikly jako nástavby CAS (*CAA underpinned by CAS*), jedná se tedy o CAA systémy využívající výpočetních možností systémů počítačové algebry (Sangwin et al. 2006). Příkladem těchto systémů jsou například komerční Maple T.A. (nástavba Maplu) nebo MyMathLab (nástavba programu Mathematica), dále volně dostupné systémy, které mají ovšem zpoplatněné využívání CAS, jako byl systém AiM (později nahrazen Maplem T.A.), nebo zcela volně dostupné systémy, jako je STACK (nástavba programu Maxima).

Často uváděná klasifikace (např. podle AMS 2009) systémů CAA (resp. HS) bývá dělení na software dodávaný vydavatelem (*publisher-supplied software*), jako je MyMathLab nebo WebAssign, a software vytvořený fakultou (*software created by faculty*), jako je WebWork nebo Maple T.A.

### *Sazba matematického textu*

Vývoj zápisu matematického textu tvořily dvě linie. Vedle problému s vyhodnocováním matematických výrazů (např. prostřednictvím CAS) vyvstal také problém s jejich zápisem do přehledné, čitelné a tisknutelné formy (Wolfram Research 2016). Za tímto účelem byl vytvořen systém **TEX**. Na začátku roku 1977 byl jeho autor Donald Ervin Knuth nespokojen se sazbou své knihy *The Art of Computer Programming* (např. Kosek 1999), rozhodl se proto k tomu účelu vytvořit vhodný jazyk počítačové typografie. TeX je určen především pro sazbu náročných matematických textů, proto je TeX velmi populární zejména v akademických kruzích. 4. ledna 1978 přednesl Donald Ervin Knuth pro Americkou matematickou společnost přednášku, kde vyzdvihl možnosti a přednosti TeXu

a v srpnu 1978 se TeX dostal k prvním uživatelům. Sám o sobě je TeX uživatelsky velmi nepřívětivý. Aby bylo usnadněno zpracování textu, byly vytvořeny soubory maker, které usnadnily uživatelům práci s programem. Nejznámějšími jsou PlainTeX a LaTeX.

V devadesátých letech, kdy se začal rozvíjet Web, vyvstal problém, jak tento matematický text začít zobrazovat právě na Webu. Jedním ze způsobů je prezentace za pomoci rastrového obrázku nebo formátu PDF, který ovšem neuchovává žádné informace o obsahu textu. V roce 1999 byl vytvořen jazyk **MathML** (*Mathematical Markup Language*, česky matematický značkovací jazyk) sloužící jako prostředek pro prezentaci matematiky na Webu<sup>1</sup>. MathML je v porovnání se syntaxí TeXu objemnější (viz Obr. 5) Rozsahem generovaného kódu tedy není MathML určen k přímé tvorbě a editaci člověkem.<sup>2</sup>

Pro zobrazování matematických výrazů a rovnic ve webových prohlížečích za pomoci LaTeXu a MathML (v prohlížečích, které nepodporují MathML) slouží javascriptová knihovna **MathJax**.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Součást dokumentů konsorcia W3C (*World Wide Web Consortium*) jako podmnožina jazyka XML pro zápis matematických a příbuzných vzorců.

<sup>2</sup> Systém Maple T.A. využívá pro sazbu matematických symbolů v tvořených otázkách právě MathML, což uživateli znesnadňuje práci se zdrojovým kódem otázky.

<sup>3</sup> MathJax se začal vyvíjet v roce 2009 jako následník starší javascriptové knihovny pro zobrazování matematických vzorců – jsMathu.

Dobře známý vzorec pro řešení kvadratické rovnice:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

se může zapsat při použití syntaxe TeXu jako

```
x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}
```

a za použití MathML jako

```
<math>
  <mrow>
    <mi>x</mi>
    <mo>=</mo>
    <mfrac>
      <mrow>
        <mrow>
          <mo>-</mo>
          <mi>b</mi>
        </mrow>
        <mo>&PlusMinus;</mo>
        <msqrt>
          <mrow>
            <msup>
              <mi>b</mi>
              <mn>2</mn>
            </msup>
            <mo>-</mo>
            <mrow>
              <mn>4</mn>
              <mo>&InvisibleTimes;</mo>
              <mi>a</mi>
              <mo>&InvisibleTimes;</mo>
              <mi>c</mi>
            </mrow>
          </mrow>
        </msqrt>
      </mrow>
      <mrow>
        <mn>2</mn>
        <mo>&InvisibleTimes;</mo>
        <mi>a</mi>
      </mrow>
    </mfrac>
  </mrow>
</math>
```

Obrázek 5 Zápís vzorce v syntaxi programu TeX a MathML<sup>1</sup>

### 1.3.1 Systémy CAA dostupné pro studenty učitelství matematiky na UHK

#### *Moodle (Činnost: Test)*

Jak již bylo zmíněno, studenti učitelství matematiky na UHK mají k dispozici volně dostupný LMS **Moodle** (zkratka představuje *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*). Za vznikem tohoto systému stojí Martin Dougiamas (2016), australský pedagog a informatik, který vyvinul sadu nástrojů a pomůcek pro e-learning, z nichž postupně vznikal ucelený systém a v roce 2002 byla vydána první verze Moodle. Moodle je velmi oblíbený a jeho popularita dále roste, což dokládá dostupnost mnoha jazykových

<sup>1</sup> Obrázek převzat z Mathematical Markup Language – Wikipedie (2016).

balíčků, včetně češtiny. Také systém Moodle obsahuje nástroje pro testování studentů nazývané *Quiz module (Činnost: Test)*, ovšem možnosti testování matematických příkladů jsou v základní verzi omezené. Existují zde samozřejmě otázky s výběrem odpovědi (*Multiple choice*), a dokonce také Vypočítávaná úloha (*Calculated question type*), nicméně zadávání matematických otázek je zde dost těžkopádné a forma odpovědi může být pouze číselná, případně doplněna o fyzikální jednotky. Zadávání algebraických výrazů v odpovědi zde není podporováno. Toto ovšem nevidím jako nedostatek Moodle, který není primárně určen k testování matematiky. Naopak pokud chce uživatel využívat Moodle a zároveň využít elektronického hodnocení v matematice, je jistě vhodnější integrovat do Moodle systémy k tomu určené.

### *Maple T.A.*

---

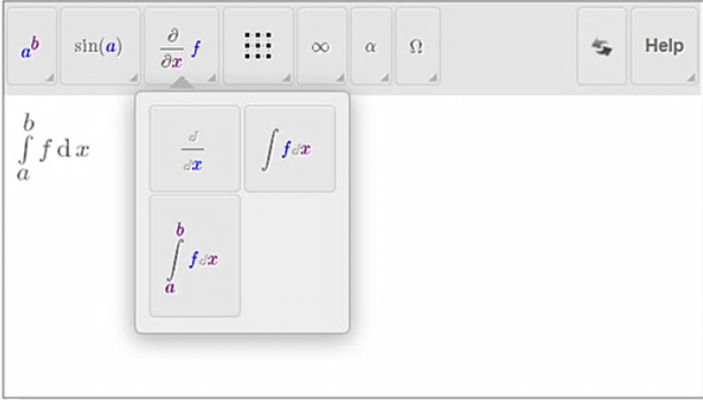
Pro potřeby Katedry matematiky na PřF UHK byl z tohoto důvodu implementován systém **Maple T.A.** (*Web-based Testing and Assessment for Math Courses*) určený výhradně k testování a hodnocení (se specializací na matematiku, případně další přírodní vědy). Kromě vytváření a správy testů a administrace výsledků tento systém neobsahuje žádné další funkce typu diskuzního fóra, správy studijních materiálů a podobných. Jak již bylo zmíněno, Maple T.A. je postaven nad systémem počítačové algebry Maple, který mu umožňuje pokročilé vytváření a vyhodnocování otázek (viz Obr. 6).

Máme dány funkce  $y = x^2 + x$  a  $y = 2x + 2$ .

(a) Najděte průsečíky funkcí  $y = x^2 + x$  a  $y = 2x + 2$  (souřadnice průsečíků napište ve formě , )

(b) Integrál představující obsah oblasti vymezené grafy  $y = x^2 + x$  a  $y = 2x + 2$  je

**Equation Editor**



(c) Nyní vypočtete obsah této oblasti:  
 $S =$

Obrázek 6 Ukázka otázky vytvořené v CAA Maplu T.A.

Oba produkty byly vyvinuty firmou Maplesoft ve Waterloo v Kanadě. Podobně jako systém Moodle je již Maple T.A. překládán do národních jazyků (mimo angličtiny je to čínština, portugalština, korejština a řečtina<sup>1</sup>). V době výzkumu byla využívána verze Maple T.A.9.5., která byla později nahrazena verzí Maple T.A.10 a nakonec nejnovější verzí Maple T.A. 2016. (Obr. 7)

<sup>1</sup> Aktuální ke dni 5. 1. 2016, v současné době již existují další jazykové balíčky.



Additional language support:

- [Français](#)
- [Deutsch](#)
- [Español](#)
- [Português do Brasil](#)
- [Ελληνικό](#)
- [日本語](#)
- [简体中文](#)

[Maple T.A. Instructor](#)

[Maple T.A. Proctor](#)

[Maple T.A. Student](#)

[Maple T.A. System Administrator](#)

[System Requirements](#)

Printable manuals for students, instructors, and administrators, including Beginner Guides, are available on the [Maplesoft Documentation Center](#).

Obrázek 7 Aktuální online podpora pro nejnovější verzi Maple T.A. 2016 pro uživatele Maplu T.A.<sup>1</sup>

Pomocí webového rozhraní vyučující (instruktor) vytváří otázky, které poté seskupuje do celků – úkolů/testů (*Assignments*). Maple T.A. nabízí 5 typů těchto úkolů, a sice „Anonymní procvičování“ (*Anonymous Practice*), „Domácí úkol nebo kvíz“ (*Homework or Quiz*), „Proktorovaná zkouška“ (*Proctored Exam*) a dvě formy „dialogů“ (*Mastery Dialog, Study Session Dialog*), kde vyhodnocování neprobíhá po splnění nějakého omezeného počtu příkladů, ale hned po každé otázce<sup>2</sup>. Proktorování se používá k potvrzení totožnosti studenta u zkoušky. V systému jsou 4 základní uživatelské role: Student, Instruktor, Proktor a Systémový administrátor. Instruktor vytváří obsah kurzu, Proktor provádí autorizaci studentů při začátku zkoušky, v jejím průběhu nebo při vyhodnocení (více v kapitole 3.3). V našem prostředí je Instruktor běžně současně Proktorem. Tato diferenciací má smysl na zahraničních univerzitách, kde přednášející (instruktor – tvůrce kurzu) nebývá u zkoušky přítomen a samotný průběh zkoušky zajišťují asistenti nebo administrativní pracovníci. V době výzkumu existovalo v Maplu T.A. 15 typů otázek (viz Obr. 8)

---

<sup>1</sup> Dostupné z: <https://www.maplesoft.com/support/help/MapleTA10/index.aspx>

<sup>2</sup> Když student odpoví správně, jde dál, pokud ne, může mu být například nabídnuta nápověda nebo několik podobných otázek (jen s jinými koeficienty) apod.

## Question Repository

### The Question Type

New question from source

- Question Designer
- Adaptive Question Designer
- Clickable Image
- Essay
- Fill in the blanks
- Maple-graded
- Math App
- Matching
- Mathematical formula
- Multipart question
- Multiple choice
- Multiple selection
- Numeric
- Palette-based symbolic editor
- True/false

Edit Response Area  
 Choose Question Type  
 • Free Body Diagram  
 • List  
 • Maple-graded  
 • Math App  
 • Mathematical formula  
 • Multiple Choice  
 • Numeric  
 • Sketch

Mathematical formula:  
 Weighting:   
 Sub-type: Formula - e.g.  $e^x \sin(x^2)$   
 Answer:

Obrázek 8 Typy otázek v CAA Maple T.A.

Tyto otázky jsou vytvářeny pomocí šablon s matematickými výrazy a proměnnými. Ty mohou nabývat nejen číselných hodnot, ale lze do nich dosadit i algebraický výraz, funkci, vektor, matici a další. Důležitá je také schopnost náhodně generovat hodnoty proměnných v zadání otázky. Díky tomu lze z jedné naprogramované otázky vytvořit neomezené množství variant díky výpočetním schopnostem systému Maple. Mezi nejužívanější otázky patří (Maplesoft 2016, překlad autorka nebo Svoboda 2013):

- „Volný“ designer otázky (*Question Designer*) – nejprve se vytvoří text otázky a forma odpovědi (*Response Area*) se volí až později.
- Výběr z více odpovědí (*Multiple choice*) – označované také jako MCQ (*Multiple Choice Question*). Student vybírá odpověď z předem dané nabídky, kdy jedna nebo více odpovědí je správná.
- Ano/Ne (*True/False*) – v otázce je zadáno tvrzení a student určuje, zda je pravdivé či nikoliv.
- Volně psaná odpověď (*Essay*) – tento typ otázky je hodnocen vyučujícím.
- Párování (*Pairing*) – jsou zadány dvě skupiny se stejným počtem objektů a cílem je utvořit dvojice, které k sobě patří.
- Numerické pole (*Numeric*) – odpovědí je celé nebo i desetinné číslo, případně doplněné o fyzikální jednotky.



- **Matematický výraz (*Mathematical Formula*)** – Student zapisuje odpověď pomocí čísel, proměnných, aritmetických operátorů a standardních matematických funkcí.
- **Hodnocené Maplem (*Maple-graded*)** – Podobné jako předešlý typ Formula. Při vytváření odpovědi může student používat i příkazy z CAS Maple.

V současné době (verze Maple T.A. 2016) existuje již jen jediný typ otázky *Question Designer* a forma odpovědi se volí až následně. Toto vylepšení skutečně vítám, protože na rozdíl od předchozích verzí (kdy se celkem nelogicky některé typy otázek daly v *Question Designeru* tvořit, a jiné nikoliv), nyní jsou v *Question Designeru* v poli *Response area* k dispozici všechny výše zmíněné typy odpovědí.

Otázky se ukládají do *Question Repository* (sklad otázek), kde uživatel vytváří a upravuje skupiny otázek, přiřazuje otázky do skupin apod. Výsledky jednotlivých úkolů/testů jsou k dispozici v *Gradebooku*. Pomocí *Gradebooku* může instruktor sledovat statistické údaje o výsledcích studentů, úkolů nebo i jednotlivých otázkách (*Item statistics*). Data je možné exportovat do CSV souboru pro další zpracování.

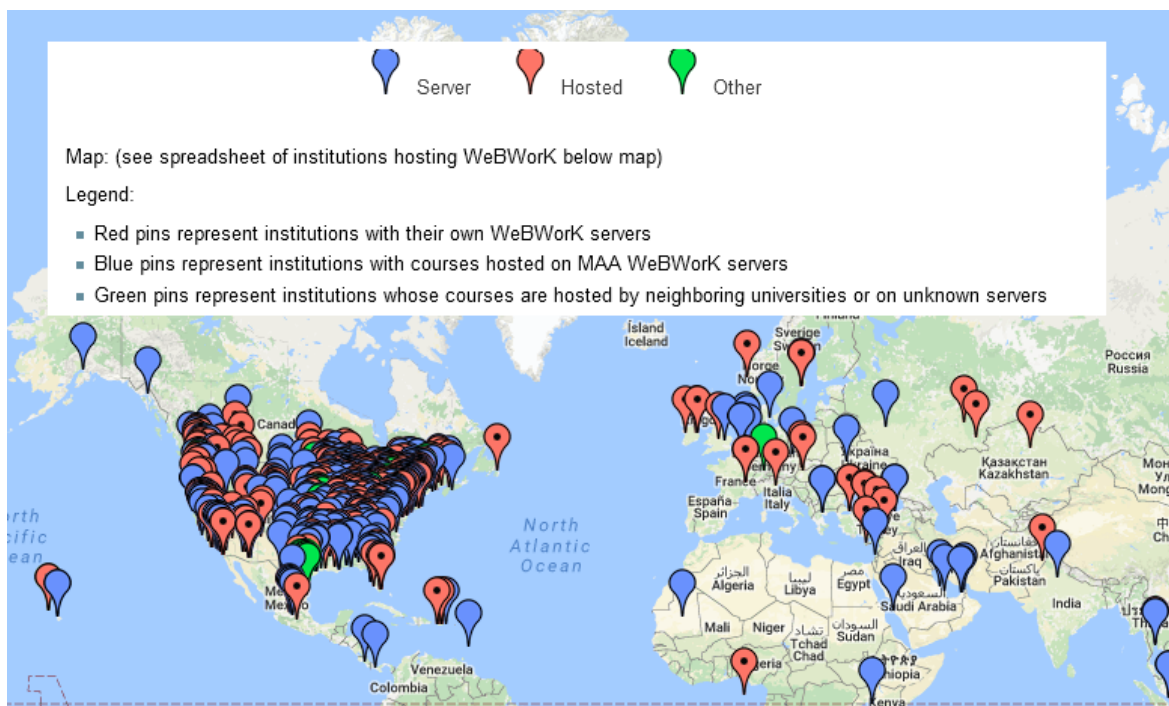
### *Další systémy CAA*

---

Pro možnosti komparace došlo na UHK rovněž ke zřízení jednoho kurzu pod správou Americké matematické společnosti (AMS) v platformě **WebWork**<sup>1</sup>. Systém WebWork je volně dostupný online systém pro domácí úkoly (*online homework system for math and science courses*). WebWork je vyvíjen od roku 1994 profesory Arnoldem Pizerem a Michaelem Gagem z katedry matematiky univerzity v Rochesteru v USA. V současné době WebWork obsahuje knihovnu obsahující více než 20 000 problémů pro domácí cvičení. Většina z nich je zaměřena na bakalářské kurzy matematiky a některé pokročilé kurzy. Webwork je úspěšně používán na více než 1 000 (listopad 2015) vysokých škol a univerzit (Obr. 9). Dle AMS (2016) je cílem poskytovat matematické komunitě co nejrobustnější, flexibilní a schopný matematický systém pro online domácí úkoly. Jak již bylo řečeno, pro katedry a instituce s ochotou vlastní správy systému se jedná o volně dostupný software. Navíc AMS umožňuje zdarma správu jednoho kurzu (pro maximálně 100 studentů) „na zkoušku“ (tato možnost byla využita i v našem projektu).

---

<sup>1</sup> V tomto případě šlo o jeden kurz pouze pro potřeby tohoto projektu pod správou AMS, nebylo tedy potřeba žádné podpory ze strany IT oddělení UHK.



Obrázek 9 Aktuální rozšíření platformy WebWork<sup>1</sup>

Kromě systémů využívaných na UHK bych zde čtenáře ráda okrajově seznámila se dvěma dalšími systémy, se kterými jsem měla možnost pracovat při své stáži na kanadské University of Alberta v zimním semestru akademického roku 2013/2014.

Dle slov distributora je systém **WebAssign** (2016) předním poskytovatelem online výukových nástrojů pro fakulty a studenty přírodovědných předmětů. Tento systém je úzce spjat s učebnicemi, neboť je vydáván jedním z předních světových vydavatelství. Materiály, úlohy a testy odpovídající daným učebnicím, jsou tedy v systému již předem připraveny, což usnadňuje učitelovi práci. Na Obr. 10 vidíme mimo jiné zadání příkladu v platformě WebAssign, čísla označená červeně se při každém novém zadání randomizují. Na Albertské univerzitě je WebAssign využíván automaticky ve většině matematických kurzů pro testování průběžných znalostí. Mimo to zdejší studenti pravidelně odevzdávají prostřednictvím systému domácí úkoly a plní čtvrtletní písemky. Od studentů se tedy očekává soustavná práce v průběhu semestru. Na konci semestru již pak nedochází k opakovaným zkouškovým pokusům, pouze k jedné závěrečné (čtvrtletní) písemce. Zkušenosti s tímto výukovým systémem jsou velmi dobré. Profesori zejména oceňují vyhodnocování průběžných úkolů a testů, úsporu času a možnost studentů procházet si

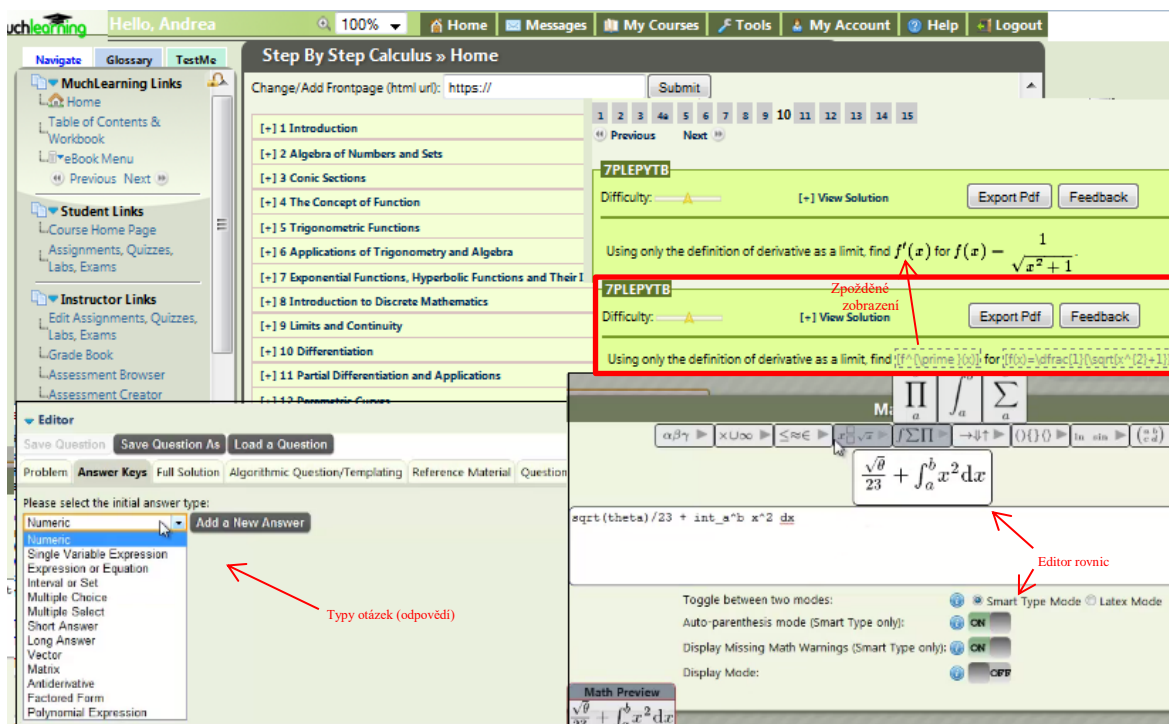
<sup>1</sup> Aktuální ke dni 12. 9. 2016, staženo z (WebWork Sites - WebWork 2016). Aktuální rozšíření v Evropě je uvedeno v kapitole 3.1.

úlohy opakovaně. Na druhou stranu se mezi uživateli našel jeden kritický hlas, který mě upozornil na konkrétní ekvivalenci algebraických výrazů, kterou WebAssign nebyl schopen rozpoznat.

The screenshot shows the WebAssign interface. At the top, there's a navigation bar with 'Home', 'Assignments', 'Questions', 'Tasks', and 'Grades'. Below that, a 'My Classes' section shows the current class: 'Science 100 2013-2014'. A table lists various disciplines with columns for 'Available' and 'Coming Soon'. The 'Assignments' section shows a list of tasks, including 'Practice: Areas Between Curves'. The 'Question Details' section for question 8 asks to 'Perform the indicated operations and simplify' with the expression  $y^{1/4}(y^{7/4} + y^{11/4})$ . A red arrow points to this expression with the label 'Randomizace'. To the right, a graph shows the area between the parabola  $y = 9x - x^2$  and the line  $y = 2x$  from  $x = 0$  to  $x = 7$ . The intersection point is labeled (7, 14). A red box at the bottom indicates 'Basic access online fees are: \$22.95/student per course or lab, per term'.

Obrázek 10 Prostředí systému WebAssign

Dalším systémem, se kterým jsem měla možnost se při své stáži seznámit, je systém **Muchlearning**, jelikož je jedním z jeho autorů profesor Mike Kouritzin, který shodou okolností pracuje také na katedře matematických a statistických věd Albertské University. Přesto, že jde také o komerční software, autoři MuchLearningu tvrdí, že nebyl vytvořen z komerčních důvodů, ale aby pomohl učitelům a studentům (Muchlearning 2016). Je užíván spíše konkrétními učiteli, ovšem s finanční podporou studentů (pokud student chce systém používat, zaplatí si přístup). Se systémem ještě není mnoho zkušeností. V době mé stáže tvořila jedinou výjimku Athabasca University, kde byl plošně využíván. Mezi výhody tohoto systému patří (podobně jako u systému WebWork) možnost zápisu příkladů ve formě zdrojového kódu LaTeXu a tisk veškerých materiálů, úloh a testů ve formátu PDF (viz Obr. 11).



Obrázek 11 Prostředí systému MuchLearning

### 1.3.2 Specifika hodnocení matematických znalostí pomocí počítače (CAA systémy)

Systémy CAA bez podpory CAS byly a jsou užívány již poměrně dlouhou dobu v různých humanitních i přírodních a technických oborech. V těchto případech byly však užívány zejména otázky s výběrem odpovědí (*Multiple choice*), případně některé jednoduché číselné (*Numeric*) odpovědi (Sangwin at al. 2004). Hodnocení znalostí studentů v matematice má ovšem svá specifika. Matematické písemné práce obsahují počítané příklady, kdy student postupnou aplikací vztahů a úprav dochází k danému výsledku (odpovědi). Odpověď může být ve formě algebraického výrazu, čísla, matice, grafu atd. Právě s těmito typy odpovědí dovedou výše představené matematické CAA pracovat.

Matematický zápis je výsledkem dlouhé tradice, která se vyvinula v bohatou sadu speciálních symbolů. Ačkoli je matematika disciplína vyžadující přesnost, tradiční matematický zápis obsahuje také některé rozpory a nepřesnosti. Vezměme v úvahu následující výrazy:

$$5 \frac{2}{3}, \quad 5(2 + 3), \quad t(x + 1)$$

V prvním máme pět a dvě třetiny. V tomto výrazu umístění vedle sebe zřejmě znamená sčítání ( $5 + \frac{2}{3}$ ). Ve druhém výrazu se umístěním vedle sebe rozumí násobení ( $5 * (2 + 3)$ ).

Třetí výraz není jednoznačný, neboť by mohlo jít o násobení, ale stejně tak hodnotu funkce  $t$  v bodě  $x + 1$ . Rozhodnutí tedy závisí na kontextu.

Při psaní matematických výrazů pomocí klávesnice (v textovém módu) je situace ještě ztížena tím, že máme k dispozici pouze jednorozměrný řetězec symbolů z omezeného počtu znaků. Například výraz

$$3(x^2 + 1)e^x$$

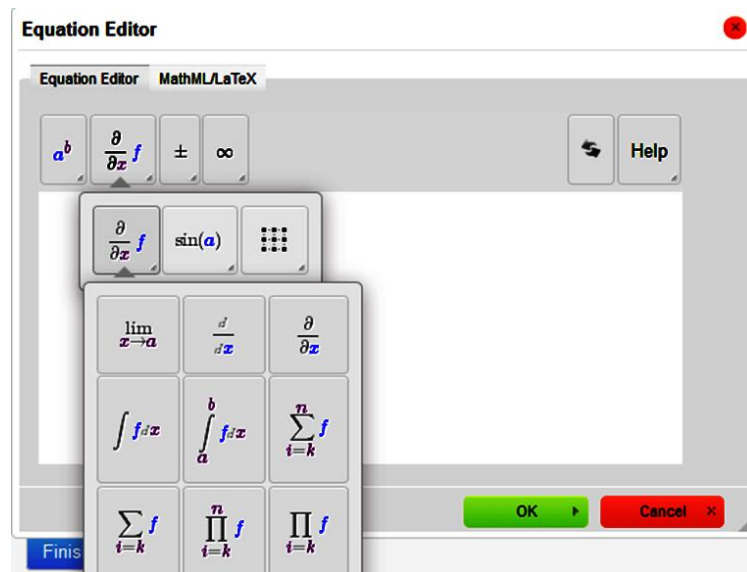
zapišeme v syntaxi CAS třeba takto „3\*(x^2+1)\*exp(x)“. Samozřejmě často záleží na volbě CAS systému. Srovnání zápisu problematických číselných výrazů a některých speciálních symbolů v různých CAS uvádí například Sangwin (2013) – viz Obr. 12.

CAS	Entry of numbers						Entry of special symbols			
	23 000	2.6e-2	4^-2	-9^1/2	x+2	x*-2	$\pi$	e	$\sqrt{-1}$	$\infty$
Axiom	ERROR	0.026	$\frac{1}{16}$	$-\frac{9}{2}$	x-2	-2x	%pi	%e	%i	%plusInfinity
Derive	0	$\frac{13}{5} - 2$	$\frac{1}{16}$	$-\frac{9}{2}$	x-2	-2x	pi	#e	#i	inf
Maple	ERROR	0.026	ERROR	$-\frac{9}{2}$	ERROR	ERROR	Pi	exp(1)	I	infity
Mathematica	0	-2 + 2.6e	$\frac{1}{16}$	$-\frac{9}{2}$	-2 + x	-2x	Pi	E	I	Infinity
Maxima	ERROR	0.026	$\frac{1}{16}$	$-\frac{9}{2}$	x-2	-2x	%pi	%e	%i	Inf

Obrázek 12 Srovnání zápisu číselných výrazů a symbolů v různých CAS (dle Sangwin 2013)

První CAA systémy podporované CAS (například AiM) využívaly striktní CAS syntax, což zapříčiňovalo četné chyby studentů (nejčastěji chybějící znak\*). Mnoho systémových designérů řešilo tyto problémy zavedením sekvence heuristik k vytvoření tzv. „neformální syntaxe“ (Sangwin 2013). Tato řešení však byla úspěšná jen částečně. Z mé vlastní zkušenosti vím, že tento problém stále trvá a ani zavedení Editoru rovnic není úspěšným řešením. Při implementaci systému Maplu T.A. jsem strávila několik hodin týdně odpovídáním studentům na problémy se syntaxí (a dalšími technickými poruchami systému).

Jako alternativu k používání striktní syntaxe v textovém módu nabízí řada CAA systémů zmiňovaný Editor rovnic, který umožňuje zápis symbolů pomocí nabídky panelu nástrojů (Obr. 13).



Obrázek 13 Editor rovnic v Maplu T.A.

V Maple T.A.9.5 bylo třeba povolení Javy při každém spuštění Editoru rovnic<sup>1</sup>. Stejně jako v CAS Maple dochází v Maplu T.A. při zadávání výrazu do Editoru rovnic k jeho automatickému formátování. Například když zadáme symbol „^”, kurzor se automaticky přesune na pozici exponentu. Speciální znaky a příkazy lze vybrat z pop-up (vyskakovací) palety. Do jaké míry je užití Editoru rovnic přínosné, je v této disertační práci dále diskutováno (některé systémy Editor rovnic používají – např. Maple T.A., jiné je nepoužívají – např. WebWork).

Základním typem hodnocení, které CAA provádí, je zkontrolování algebraické ekvivalence dvou výrazů, jedním z přístupů je využití následujícího kódu (zjednodušeně):

$$\text{if } (ANSWER - RESPONSE = 0) \text{ then true else false}$$

V platformě Maple T.A. je k tomuto účelu využita funkce evalb, konkrétně vypadá hodnotící kód takto: evalb((\$ANSWER)-(\$RESPONSE)=0), kde proměnná \$ANSWER představuje správnou odpověď na otázku a \$RESPONSE studentovu odpověď.

---

<sup>1</sup> Další verze Maplu T.A. již Javu nevyužívají.

Maple-graded

Grading code

Enter Maple code to grade the student response. The last line must evaluate to a Boolean value (true or false) or a floating-point value between 0 and 1. The variable \$RESPONSE is automatically initialized to the student's response.

```
evalb((SANSWER)-($RESPONSE)=0);
```

resp.:

```
evalb(simplify($ANSWER)-simplify($RESPONSE)=0);
```

Obrázek 14 Grading code (Hodnoticí kód) pro odpovědi v Maplu T.A.

Hodnocení však není omezeno jen na porovnání konkrétní odpovědi studenta se správnou odpovědí. CAA může také zkontrolovat odpověď studenta z hlediska ekvivalence s nesprávnou odpovědí plynoucí z běžné chyby. Poté může být coby zpětná vazba podáno studentovi přesné vysvětlení jeho konkrétního nepochopení. Součástí této zpětné vazby jsou kromě správného výsledku také použité vztahy, postup řešení, metodické pokyny, odkazy na studijní materiály a podobně.

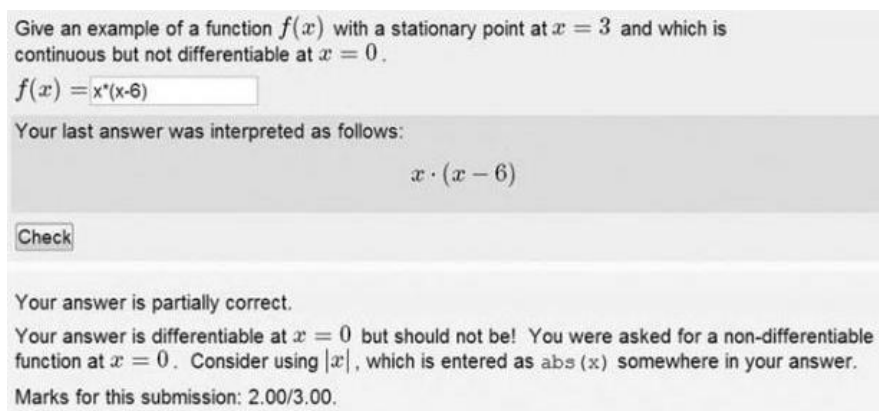
Your response	Correct response
Najděte obecné řešení diferenciální rovnice	Najděte obecné řešení diferenciální rovnice
$\frac{d}{dx} y(x) = 3x - \frac{y(x)}{x}$ $y(x) = x^2 + C/x \text{ (100\%)}$	$\frac{d}{dx} y(x) = 3x - \frac{y(x)}{x}$ $y(x) = x^2 + C/x$
Použijte "C" pro označení konstanty.	Použijte "C" pro označení konstanty.
<p>Comment:</p> <p>Použijeme metodu integračního faktoru:</p> $I(x) = e^{\int \frac{1}{x} dx} = e^{\ln(x)} = x.$ $x \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) + y(x) = 3x^2$ $\frac{d}{dx} (x y(x)) = 3x^2.$ $x y(x) = \int 3x^2 dx.$ $x y(x) = x^3 + C.$ $y(x) = x^2 + \frac{C}{x}.$	

Correct

Obrázek 15 Ukázka zpětné vazby u vyhodnocené otázky v Maplu T.A.

Studenti mohou být také požádáni, aby vytvořili příklad, který splňuje specifické matematické parametry, jako např.: *Uvedte příklad konvexní funkce  $f(x)$  se stacionárním*

bodem  $x=1$  nebo Uvedte příklad rovnice druhého stupně s kořeny 3 a 7. Studentova odpověď je zkontrolována v rámci každé požadované podmínky zvlášť, což je postup, který by při ručním provádění byl velmi pracný.



Obrázek 16 Ukázka otázky v CAA STACK (převzato ze Sangwin 2013)

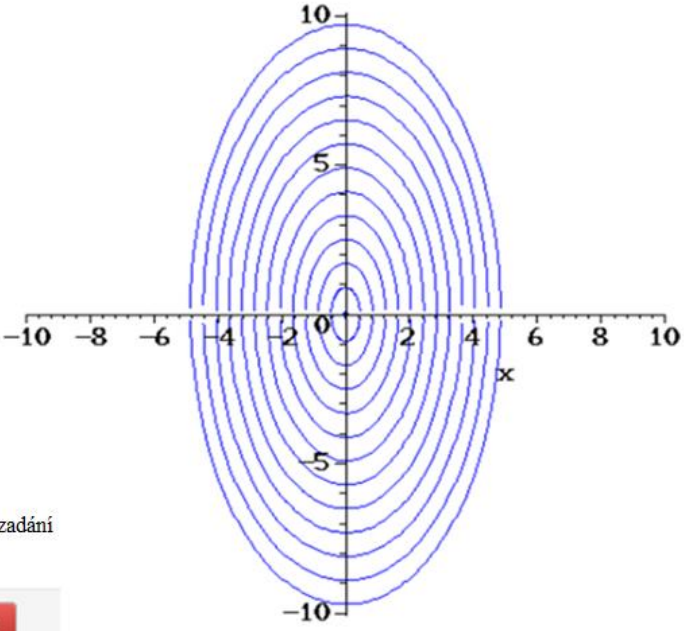
Vhodným způsobem tvorby testové otázky bývá pro učitele (nejen v CAA) začít odpovědí, z níž se postupně vytváří otázka. Díky CAA lze otázky generovat na základě algoritmů a náhodných čísel. Student tak má k dispozici velké množství příkladů, což může představovat cenné příležitosti pro skupinovou práci studentů, kdy se společné diskuze mohou soustředit spíše na metody než na jednotlivé odpovědi.

CAA nabízí i další možnosti kromě práce s algebraickými výrazy. Studentům lze pokládat otázky s využitím dynamických obrázků (viz např. Obr. 17), díky kterým je pro studenta test zajímavější a pomůže mu lépe pochopit zadání. Například v platformě Maple T.A. je pro vykreslování grafů využíván samozřejmě CAS Maple, platforma WebWork využívá appletů GeoGebra. Předností CAA systémů jsou také nástroje pro administraci jednotlivých studentů a statistiky výsledků.



Které z následujících diferenciálních rovnic odpovídají integrální křivky (řešení) zobrazené na obrázku?

- $4 \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) = -x y(x)$
- $y(x) \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) = -x$
- $-4 y(x) \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) = x$
- $-y(x) \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) = 4x$
- $y(x) \left( \frac{d}{dx} y(x) \right) = x$



obměna zadání

Grade Refresh Close

Obrázek 17 Ukázka otázky v Maplu T.A. s využitím obrázku

Jedno z největších úskalí užití CAA systémů v českém prostředí je to, že příprava kvalitních otázek vyžaduje nemalé množství práce a času a IT dovednosti<sup>1</sup>. Pro vytváření komplexních otázek je nutné naprogramování příslušných algoritmů a zpětné vazby. V tomto mají naši zahraniční kolegové výhodu – u některých systémů (zejména distribuovaných vydavateli) již existují databáze naprogramovaných otázek (například odpovídající vydávaným učebnicím), které mohou uživatelé ihned použít. Toto bohužel v českém prostředí zcela chybí. CAA systém Maple T.A. tuto možnost prakticky neumožňuje, neboť se vytvořené otázky (včetně špatně naprogramovaných) nachází v nepřehledném *Maple T.A. Cloudu* bez funkční klasifikace. Naopak již zmiňovaný komerční systém WebAssign, který ovšem není v ČR distribuován, obsahuje databázi otázek k bezmála 500 (anglojazyčným) matematickým učebnicím (viz Obr. 18, pro matematickou analýzu je konkrétně často využíván Calculus od prof. Stewarta)<sup>2</sup>.


<sup>1</sup> Časová náročnost nespočívá ani tak ve vytváření otázek v obecném slova smyslu, ale o jejich převedení (přeprogramování) do CAA podoby.

<sup>2</sup> Během mé stáže na Albertské univerzitě v Kanadě mi kolegové z tamější katedry matematických a statistických věd používající systém WebAssign sdělili, že s používáním tohoto systému nemají v podstatě žádnou práci.

### Browse Textbooks by Discipline

Discipline	Available	Coming Soon
Accounting	8	0
Astronomy	34	0
Biology	18	0
Chemistry	210	1
Engineering	7	0
Geoscience	5	0
<b>Mathematics</b>	<b>459</b>	<b>6</b>
Physical Science	21	0
Physics	168	2

Calculus od prof. Stewarta

Book	Title	Author(s)	Publisher	Questions
	Calculus, 8th edition <a href="#">Table of Contents</a>	Stewart	Cengage Learning	8754 questions available 12 under development  <a href="#">Sample Assignment</a>

Obrázek 18 Počty učebnic s připravenými databázemi otázek v CAA WebAssign<sup>1</sup>

Jak již bylo zmíněno, volně dostupný systém WebWork také obsahuje skromnější databázi úloh, která je na rozdíl od Maplu T.A. velmi přehledná. Nicméně pokud chce český uživatel úlohu přeložit a použít, musí celou úlohu stejně přeprogramovat (nestačí jen přepsat příslušné textové části ve zdrojovém kódu, neboť mění se parametry v algoritmech, generované odpovědi nebo zpětná vazba také často obsahují anglická slova apod.). Také nutno dodat, že otázky vytvořené v zahraničí často nejsou pro naše potřeby vhodné, protože studijní plány a pojetí výuky se od našeho systému můžou lišit.

### Library Browser

Add problems to Target Set:

Create a New Set in This Course:

Browse:

or Problems from

Subject:

Chapter:

Section:   
Limits and continuity  
Differentiation  
Applications of differentiation  
Integrals  
Techniques of integration  
Applications of integration  
Infinite sequences and series  
Parametric  
Polar

Obrázek 19 Databáze otázek v CAA WebWork

<sup>1</sup> Aktuální ke dni 5. 1. 2016, v současné době již existuje databáze k 476 učebnicím matematiky. (Informace dostupné z: [http://www.webassign.net/features/textbook\\_collection.html](http://www.webassign.net/features/textbook_collection.html).)

Využití CAA ve výuce s sebou přináší také určitá omezení, například zjednodušené hodnocení, jelikož jsou otázky hodnoceny na základě nějakého konečného výsledku. V případech, kdy se student dopustí např. drobné numerické chyby, jeho odpověď je vyhodnocena jako chybná. Přitom u tradiční formy zkoušení by pravděpodobně obdržel pouze snížený počet bodů. U elektronického testování jsou tyto možnosti omezené a jejich aplikace vyžaduje dodatečné úsilí.

Stejně tak je při práci s CAA vyžadována od studentů určitá znalost práce s počítačem a případný nácvik obsluhy hodnoticího softwaru. Jak již bylo zmíněno, je zde velké riziko chybného zamítnutí správné studentovy odpovědi kvůli syntaxi. K provozu je také přirozeně nutná hardwarová a softwarová základna s dostatečnou technickou podporou a zabezpečením.

### **1.3.3 Výhody a nevýhody CAA systémů uváděné ve výzkumných studiích**

Ve výzkumných studiích byly uváděny tyto výhody systémů CAA (v pořadí dle Malevich 2011, překlad autorka):

1. Ušetří čas lektorům, kteří musí při tradiční výuce sbírat, vyhodnocovat a odevzdávat opravené práce (Bonham et al. 2001, Hauk et al. 2005, Demirci 2006).
2. Okamžitá zpětná vazba – ať je nebo není studentova odpověď správná, okamžitá zpětná vazba je výhodou online domácích úkolů v CAA, v porovnání s čekáním několik dní či déle při tradičních postupech a hodnocení tužkou (Bonham 2001, Demirci 2006).
3. Studenti se více zapojují, což může vést k získání více znalostí a dovedností (Axtell et al. 2011).
4. Online systémy pro domácí úkoly vytváří podobné problémy, ale s jinými náhodnými proměnnými a parametry, a eliminují podvádění mezi spolužáky (Bonham 2001).
5. U mnoha CAA systémů je možnost uvádět odkazy na online tutoriály nebo řešené příklady v knihách, které jsou podobné danému problému, takže studenti při obtížích s řešením takového problému mohou snadno získat příslušnou informaci (Axtell et al. 2006, Burch et al 2010).
6. Ušetří peníze fakultám, které nemusí už najímat osoby pro vybírání a opravování prací studentů (Axtell et. al. 2006, Burch et al. 2010).
7. Studenti mají povoleno více pokusů pro odevzdání každého domácího úkolu, což napomáhá zlepšení jejich výkonu při hodině (Axtell et. al. 2011, Burch et al. 2010).
8. Možnost získání zpětné vazby u každé otázky zvlášť při hodnocení CAA, oproti zpětné vazbě u větších seminárních nebo domácích prací při hodnocení tužkou, napomáhá studentům porozumět přesně každému danému problému (Axtell et. al. 2011, Burch et al. 2010).
9. Lektori mohou poznat, o čem student přemýšlel, stačí se jen podívat na odpověď, kterou studenti naposledy vložili, a poznají tak, o jaký problém mohlo jít, tj. zda jde o koncepční, syntaxovou nebo technickou chybu (Malevich 2011, citováno z Baron 2010).
10. Vzhledem k online povaze domácích úkolů v CAA mohou být studentům prezentovány otázky multimediálně zaměřené, které nelze použít při klasických formátech domácích úkolů. (Demirci 2006)
11. Použití CAA je praktické a poskytuje studentům flexibilitu (Malevich 2011, citováno z Pascarella 2004).

Nyní si shrneme nejčastěji uváděné nevýhody:

1. CAA obvykle nepodávají studentům žádné vysvětlení, proč je odpověď špatně (Bonham 2001).
2. Systémy CAA mají tendenci zdůrazňovat důležitost odpovědi místo postupu, který student použije pro získání řešení (Bonham et al. 2001, Axtell et al. 2011). Lektori také nemohou vidět práci, kterou studenti vykonali u jednotlivých problémů, což má za následek, že nelze zcela poznat studentovo koncepční porozumění problému (Hauk 2004).
3. Možnost opakovaně vkládat odpověď, dokud student problém nevyřeší, může vést k tomu, že si student osvojí strategii „pokus-omyl“ spíše, než aby se opravdu snažil vyřešit problém důkladným přemýšlením (Burch et al. 2010). Tím student získá falešný pocit bezpečí ohledně svých možností (Axtell et al. 2011).
4. Pokud si studenti nenechávají své zápisky z řešení úkolů, nejsou pak schopni použít domácí úkoly coby nástroj, který jim pomůže při studiu (Axtell et al. 2011).
5. Technické chyby mohou způsobit nepříjemnosti jak studentům, tak lektorům, tj. chyby v syntaxi, padání serveru, chyby v programu atd. (Demirci 2006).
6. Určité typy problémů mohou být obtížné pro naprogramování do systémů, což má za následek menší rozmanitost otázek v databázi a méně metod hodnocení (Demirci 2006).
7. Otázka podvádění mezi spolužáky může být problém, protože nelze určit, kdo skutečně pracuje na online domácím úkolu v CAA (Burch et al. 2006).
8. U některých CAA systémů mohou vzniknout studentům extra náklady, jelikož si musí zakoupit přístupové kódy (Malevich 2011, citováno z Dorn et al 2006).

Všimněme si nyní některých protikladů v uvedených názorech (Malevich 2011). Ačkoliv *1. výhoda* tvrdí, že CAA šetří lektorům čas, protože už nemusí vybírat a hodnotit práce, *5. nevýhoda* říká, že s CAA může dojít k technickým problémům, které jsou časově náročné. *2. výhoda* uvádí, že je pro studenty užitečné získávat okamžitou zpětnou vazbu při špatných odpovědích, ale *1. nevýhoda* tvrdí, že studenti často nezjistí, proč jsou jejich odpovědi špatné. Někdo může namítnout, že *5. a 7. výhoda* toto vyřeší, ale *3. nevýhoda* tvrdí, že opakované vkládání může vést k pouhým pokusům odpovídat, dokud se studenti netrefí do správné odpovědi bez skutečné snahy zjistit, jak problém vyřešit. Dalším rozporem ve výhodách a nevýhodách je, že i když CAA systémy šetří fakultám peníze (*6. výhoda*), mohou stát naopak studenty více peněz (*8. nevýhoda*). Je zajímavé, že *10. výhoda* uvádí, že lze v CAA použít více typů příkladů díky multimédiím, zatímco *6. nevýhoda* říká, že včlenit do programu určité typy problémů může být obtížné. Na závěr někteří autoři (Bonham 2001) tvrdí, že náhodné proměnné eliminují podvádění (*4. výhoda*), zatímco jiní zjistili, že používání CAA může podvádění spíše zjednodušit, protože není možné určit, kdo skutečně vyplnil úkol (*8. nevýhoda*). Souhrn výhod a nevýhod systémů CAA je poměrně rozsáhlý, jistě bude zajímavé zjistit, do jaké míry se tyto výhody a nevýhody projeví také v českém prostředí.

## 1.4 VÝZKUMNÉ STUDIE ZABÝVAJÍCÍ SE VÝUKOU S PODPOROU CAA SYSTÉMŮ

Ze současných výzkumných projektů jsem pro zhodnocení vybrala studie zabývající se výukou matematiky s podporou CAA systémů. Studie jsem nejprve vyhledávala v databázích Web of Science (WoS) a Scopus. Jako klíčová slova jsem postupně zadávala „Computer-aided assessment“, „Computer-assisted assessment“, „Online homework“ a další podobné termíny v kombinaci s „mathematics“ (viz Tab. 1). V kombinaci s „mathematics“ jsem zkoušela také obecnější termíny jako například „e-learning“ nebo „LMS“, ovšem v těchto případech nálezy většinou vůbec neodpovídaly studované problematice.

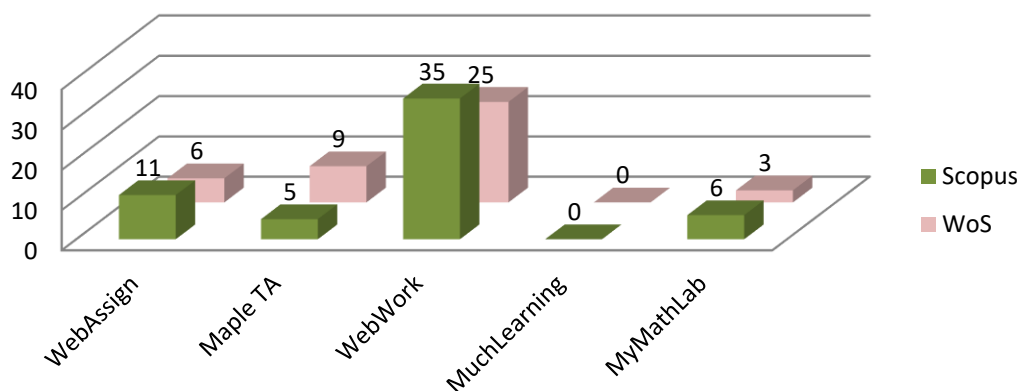
Tabulka 1 Klíčová a slova a počty nalezených článků v databázích WoS a SCOPUS

WoS - počet nálezů	(do roku 2013)	Scopus – počet nálezů
Klíčová slova: <b>Computer-aided assessment AND mathematics</b>		
WoS - 19		Scopus - 0 (20 jen pro Computer-aided assessment)
Klíčová slova: <b>Computer-assisted assessment AND mathematics</b>		
WoS - 16		Scopus - 0 (55 jen pro Computer-assisted assessment)
Klíčová slova: <b>Online homework AND mathematics</b>		
WoS - 15		Scopus - 36
Klíčová slova: <b>Homework AND mathematics</b>		
WoS - 180		Scopus - 303
Klíčová slova: <b>Assessment AND mathematics</b>		
WoS - 32279		Scopus - 8194
Klíčová slova: <b>Computer assessment AND mathematics</b>		
WoS - 196		Scopus - 1261
Klíčová slova: <b>Computer homework AND mathematics</b>		
WoS - 19		Scopus - 65

V případě, že jsem nedostala adekvátní odpověď, zadala jsem například pouze „Computer-aided assessment“ a využila v databázi nástroje filtrování – zaškrtnutím vhodných oborů (*Field of study*) nebo názvů časopisů (*Source title*). Při této činnosti jsem se tak seznámila kromě studií omezených výhradně na výuku matematiky také se zajímavými články ohledně systémů CAA, například z oblasti výuky fyziky (Pundak et al. 2013). Podobně jsem filtrování používala také v případě, když nálezů bylo příliš mnoho. Podstatná část mé rešeršní činnosti probíhala také během mé zahraniční stáže koncem roku 2013 na Albertské univerzitě, zde jsem pro vyhledávání využívala interní databázi univerzity, která propojuje

několik databází, jako je již zmíněný WoS, Scopus, EBSCO a další<sup>1</sup>. Nemusela jsem tedy hledat v jednotlivých databázích, po zadání klíčových slov se objevily články z různých databází. Většina nalezených článků zde byla k dispozici ke stažení v „plné“ verzi.

Po kritickém čtení článků z prvního vyhledávání jsem při tomto druhém vyhledávání již měla větší zkušenosti. Kromě systémů Maple T.A., WebAssign a Muchlearning jsem se postupně seznámila s dalšími systémy (WebWork, MyMathLab, STACK a další). V této fázi jsem tedy zkusila do vyhledávače zadávat jako klíčová slova konkrétní názvy jednotlivých systémů jako například: „Maple T.A.“, „WebAssign“ a „WebWork“. Tato strategie se nakonec ukázala jako nejcennější co do počtu nalezených relevantních publikací. V databázi Albertské univerzity převažovaly články věnované CAA systémům WebWork, WebAssign a MyMathLab. Zastoupení článků věnovaných vybraným systémům v databázích WoS a Scopus můžeme vidět na grafu (Obr. 20).



Obrázek 20 Počty nálezů k jednotlivým CAA systémům v databázích WoS a SCOPUS (do roku 2013)

Po prostudování titulů a abstraktů jsem vyřadila články, které nesouvisely s danou problematikou (nebo byly po obsahové stránce jinak nevyhovující) nebo se vyskytovaly duplicitně (těch bylo velké množství). K podrobnému prostudování mi tak zbylo 74 vybraných studií. Po kritickém čtení došlo k dalšímu vyřazování a výběru 28 studií v rozmezí z let 2001-2013 zabývajících se odpovídající problematikou. Nutno zmínit, že některé vybrané studie nebyly zaměřeny přímo na výuku matematiky, ale ve třech případech také fyziky (Demirci 2006; Pundak et al. 2013; Allan, Williams 2006), v jednom případě ekonomie (Doorn et al. 2010) a technických kurzů (Tolley et al. 2012). Také je zde

<sup>1</sup> Seznam k dispozici na: <http://guides.library.ualberta.ca/az.php>

různorodost v odvětví matematiky – nejčastěji jde o Kalkulus (Hirsch, Weibel 2003) nebo Algebru (Burch, Kuo 2010), ale třeba i Diskrétní matematiku (Love, Keinert, Shelley 2006). Empirickému výzkumnému šetření se věnovalo 20 z vybraných 28 studií. V těchto výzkumech bylo využíváno převážně kvantitativních metod výzkumu, ve většině případů šlo o pedagogický experiment zaměřený na studijní výkon, ve 3 případech bylo využito dotazníkového šetření (Likertova škála) pro zjištění postojů studentů k CAA. Velikosti výzkumných vzorků v těchto studiích se pohybovaly mezi 24-2 387 studentů.

Dalším zdrojem informací se staly webové stránky jednotlivých systémů. Jak můžeme vidět na Obr. 21, někteří distributoři CAA systémů na svých stránkách uveřejňují aktuální články věnované danému systému CAA. Takto jsem například získala studii Americké matematické společnosti z roku 2009 (*AMS Homework Software Survey*<sup>1</sup>).

Date	Title	Type	Author	Source	Summary	Comments	Length	Display/Approved
1 January 2011	<a href="#">Improving K-12 homework with computers.</a>	Conference Proceedings	Singh, R., Saleem, M., Pradhan, P., Heffernan, C., Heffernan, N., Razzaq, L. & Dailey, M.	Proceedings from the 2011 Artificial Intelligence in Education Conference, 328-336, Worcester, MA: Springer.				0 comment

Obrázek 21 Náhled stránky obsahující odkazy na články věnované systému WebWork

### Využívání systémů CAA

Zmíněný online průzkum Americké matematické společnosti (AMS 2009) byl proveden na jaře 2009 na 1 230 amerických katedrách matematiky a statistiky s cílem vyhodnotit zkušenosti kateder s používáním HS (softwaru pro domácí úkoly) a pochopit zájmy kateder zvažujících využití tohoto softwaru. Z 1 230 kateder přizvaných k účasti v tomto průzkumu vyhovělo 467 kateder. Tento software z nich používá asi 260 kateder.

<sup>1</sup> Překlad: Průzkum softwarů pro domácí úkoly.

HS byl nejčastěji používán uživateli pro předměty *College Algebra* (Algebra) – 87 %, *Calculus for scientist* (Kalkulus „pro vědce“<sup>1</sup>) – 81 % a *Precalculus* (Prekalkulus<sup>2</sup>) – 78 %. Pokud byl HS použit v předmětech *College Algebra* nebo *Precalculus*, 50 % uživatelů vybralo MyMathLab a následoval WebAssign s 25 %. Předměty *Calculus*<sup>3</sup>, dále *Calculus for scientist* a *Multivariable Calculus*<sup>4</sup> byly rovnoměrně rozděleny mezi MyMathLab, WebAssign a WeBWork.

Odpovědi respondentů byly rozděleny podle typu titulu zajišťovaného danou institucí (bakalářské, magisterské, doktorské), dále na soukromé a veřejné instituce a na uživatele a potenciální uživatele (*prospective users*). Potenciální uživatelé byli také požádáni o zodpovězení otázek ohledně vnímaných výhod a nevýhod. Obecně byli uživatelé s HS spokojeni. Téměř žádná katedra nepřestala nebo neomezila jeho používání. Ze 162 doktorandských matematických kateder oznámila polovina, že používají HS. Současní uživatelé hodnotili výhody HS kladněji než potenciální uživatelé, a méně se zajímali o nevýhody v porovnání s potenciálními uživateli, jako hlavní výhodu uvádějí „lepší učení“ studenta, za primární nevýhodu považují fakt, že studenti neukazují svou písemnou práci<sup>5</sup>. Obecně byl nejpoužívanějším softwarem MyMathLab (110 oddělení, 230 000 studentů ročně mezi respondenty výzkumu), který je dostupný s učebnicemi od většiny vydavatelů vlastněných společností Pearson. Dalšími dvěma populárními systémy byl WebAssign (80 uživatelů z respondentů výzkumu, ročně kolem 100 000 studentů) a WeBWork (55 uživatelů, ročně asi 100 000 studentů).

Podobně profesor Sangwin (2010, aktualizováno 2015), již zmiňovaný tvůrce systému CAA STACK, informuje v článku *Who uses STACK?* o svém online průzkumu na matematických katedrách užívajících tento software (40 respondentů). Z původního průzkumu (2010) vyplynulo, že většina uživatelů systému STACK používá tento systém integrovaný do LMS Moodle. Autor v článku dále informuje o překladu STACKu do jiných jazyků (kromě anglického, aktuálně 8 jazyků) a ukazuje příklady užití tohoto

---

<sup>1</sup> U nás odpovídá Matematická analýza.

<sup>2</sup> Převážně středoškolská matematika (případně jen úplné základy vysokoškolské matematiky).

<sup>3</sup> Kalkulus (odpovídá Matematika nebo Matematická analýza pro inženýrské obory) – výuka probíhá většinou bez důkazů.

<sup>4</sup> Vícerozměrná analýza (studuje funkce více proměnných)

<sup>5</sup> „They considered the primary benefit to be better student learning and the primary drawback to be students' not showing their work“ (Kehoe 2010, s. 753)



systemu. Aktualizované složení respondentů (2015) a nejčastěji užívané typy otázek v CAA STACK může čtenář vidět na Obr. 22.

<u>Language</u>	<u>Number of responses</u>	<u>Years of use</u>	<u>Number of responses</u>
English	22	0	1
Finnish	8	1	19
German	5	2	6
Swedish	4	3	5
Portuguese	3	4	1
Spanish	3	5	3
Korean	1	6	1
Japanese	1	7	1
		8	2
		9	1

<u>Type of use</u>	<u>Number (%) of respondents</u>
Formative quizzes for registered students.	30 (75%)
Summative quizzes which contribute to a course mark.	30 (75%)
Online timed examinations.	8 (20%)
Open access practice site.	10 (25%)
MOOC or other open structured course.	4 (10%)

Obrázek 22 Průzkum (Sangwin 2015) užívání systému STACK – složení respondentů (nahore), nejužívanější typy úkolů (dole)

### *Postoje studentů k využívání CAA*

Dříve, než se seznámíme s výsledky vybraných studií sledujících efektivitu CAA systémů prostřednictvím pedagogického experimentu, kterých byla mezi nalezenými články většina, podívejme se blíže na jeden velmi zajímavý článek zaměřený na zjišťování postojů studentů k využívání CAA prostřednictvím dotazníkového šetření (*Attitudes Questionnaire concerning Online Assignment Checking*<sup>1</sup>). Autoři (Pundak et al. 2013) uvádějí, že byli při svém výzkumu inspirováni přístupem „aktivního učení“ ve fyzice<sup>2</sup>, který byl vyvinut profesory Novakem (1999) a Redishem (1998). Dotazník byl distribuován 75 studentům základních kurzů fyziky (různých inženýrských oborů) v Severním Izraeli, kteří hodnotili práci se systémem WebAssign. Cílem autorů bylo porozumět postojům studentů ohledně CAA v šesti dimenzích:

<sup>1</sup> Překlad: *Dotazník postojů studentů k využívání systémů „online kontroly úkolů“*

<sup>2</sup> Just in time teaching (JiTT) – více viz [https://en.wikipedia.org/wiki/Just-in-time\\_teaching](https://en.wikipedia.org/wiki/Just-in-time_teaching).

- Jejich zapojení do kurzu a zájem o studovanou problematiku,
- Pochopení studované problematiky,
- Přístup vyučujícího (k pochopení obtíží studentů),
- Úspěch v kurzu,
- Odevzdávání tradičních úkolů ve srovnání s online úlohami,
- Tendence podvádět.

Studenti v tomto šetření projevili neutrální postoj k využívání CAA ve vztahu k pochopení studovaného materiálu, podobně také v oblasti výběru tradiční úkol versus online úkol. Naopak studenti v dotazníku indikovali, že jim CAA pomohl uspět v kurzu. CAA podle studentů také pomáhá vyučujícímu identifikovat potíže studentů s látkou během semestru. Většina studentů zde také uvedla, že nemají tendenci podvádět při užívání CAA<sup>1</sup>. Jelikož mě tento výzkum zaujal, rozhodla jsem se dotazník prostudovat. Zjistila jsem, že vybrané dimenze, stejně jako jednotlivé položky dotazníku jsou vhodné pro použití v mém výzkumu, neboť pátrají po postojích studentů k využívání CAA ve výuce, ale nejsou nijak závislé na vyučovaném předmětu. Rozhodla jsem se oslovit autory, po jejich kladném vyjádření jsem dotazník přeložila a použila v tomto výzkumu (kapitola 3.5.1).

### *Efektivita využívání CAA (pedagogické experimenty)*

---

Výzkumy sledující účinek systémů CAA na výuku nám přináší poněkud rozdílné výsledky. CAA systémy využívané v těchto studiích byly v experimentech užívány nejčastěji pro domácí úkoly, v některých případech také pro závěrečné zkoušky. Nyní si představíme některé vybrané články. V nejstarší z nalezených studií autoři **Bonham, Beicher a Deardorf (2001)** neprokázali na vzorku dvou skupin studentů po 110 studentech (calculus) a po 60 studentech (algebra) statisticky významný rozdíl ve výsledcích studentů používajících WebAssign proti tradiční výuce (domácí úkoly „tužka-papír“), autoři ovšem poukazují na vyšší průměrné výsledky studentů používajících WebAssign. Podobně se u finální zkoušky studentů v Kalkulu na Rutgerské univerzitě ukázalo zlepšení 4 % ve prospěch studentů používajících WebWork (2/3 studentů) oproti studentům s tradičními domácími úkoly (1/3 studentů). Autoři **Hirsch, Weibel (2003)** opět uvádějí, že zlepšení

---

<sup>1</sup> Na rozdíl od českých studentů, jak bylo ukázáno v této práci – viz kapitola 3.5.1.

nebylo statisticky významné. V tomto článku je dále zdůrazněna nutnost zapojení studenta (lepší výsledky u studentů s častou návštěvností WebWorku).

**Hauk, Powers, Safer, Segalla (2004)** také nezjistili statisticky významné rozdíly mezi studenty užívajícími WebWork (12 výukových skupin) a užívající tradiční techniku (7 skupin) v Algebře. Studenti byli v tomto výzkumu hodnoceni prostřednictvím pretest-posttestů (opět se ukázaly mírně lepší výsledky ve výstupních testech studentů, kteří používali webovou platformu). Autoři v článku také zdůrazňují význam zadávání domácích úkolů, nehledě na formu. Pretest-posttest design s kontrolní skupinou použili také **Love, Keinert, Shelley (2006)** k dlouhodobému výzkumu akademického úspěchu studentů ve výuce diskrétní matematiky při použití Web CT (LMS) a MapleTA. Výzkum ukázal, že studenti s podporou těchto webových platforem dopadli statisticky významně lépe než studenti ze sekce bez webové podpory. Výzkum probíhal opakovaně v průběhu tří semestrů v letech 2002-2003.

Naproti tomu autoři **Allain, Williams (2006)** nezjistili statisticky významné rozdíly ve výsledcích diagnostického testu (pretest-posttest design) přesto, že v jejich výzkumu nevypracovávali studenti v kontrolních skupinách domácí úkoly vůbec a v experimentálních měli domácí úkoly prostřednictvím WebAssignu (WA). Pouze v jedné ze 4 sekcí (v každé 40-90 studentů) došlo k drobnému zlepšení s podporou WA. Rozdíly na hladině významnosti 0,05 ve výkonnosti studentů základů fyziky při vypracovávání domácích úkolů na papíře (37 studentů) a online (41 studentů) nezjistil ani **Demirci (2006)**. Na rozdíl od předchozích studií zde byl drobný rozdíl ve prospěch těch studentů, kteří dělali úkoly na papír.

Naopak **Burch, Kuo (2010)**, kteří taktéž zkoumali klasickou nulovou hypotézu o rovnosti průměrů ve výsledcích studentů kontrolní a experimentální skupiny (ve prospěch jednostranné alternativy) a korelaci výsledků u 14 000 studentů vysokoškolské algebry v letech 2007-2008, uvádějí, že průměry studentů s využitím online domácích úkolů prostřednictvím MyMathLab (jako součást LMS CourseCompass) byly vyšší než u studentů s papírovými domácími úkoly. **Tolley, Blat, McDaniel, Blackmon, Royster (2012)** neprokázali podobně jako v předchozích studiích statisticky významné rozdíly na vzorku 346 studentů v úvodních technických kurzech.

Pro zajímavost si zde uveďme ještě studii ze Slovenska, kde již také začali využívat HS WebWork na Univerzitě v Komárně. Autoři **Csiba, Fehér (2014)** objevili na vzorku 185

studentů v předmětu Mat3 vysokou korelaci mezi výsledky studentů v domácích úlohách (WebWork) a závěrečném testu.

Autoři výše zmíněných výzkumných projektů většinou poskytují v článcích různé statistiky (korelační analýza, analýza rozptylu, t-testy) za účelem podpory jejich zjištění. Při rešerši jsem se ovšem setkala u mnoha článků s nedostatkem informací o kvalitě výzkumných nástrojů a použitých statistických metodách. Přesto, že existují v zahraniční literatuře výzkumná šetření s prokazatelnými výsledky ve prospěch CAA (např. Burch, Kuo 2009), výsledky analyzovaných studií v oblasti efektivity CAA naznačují spíše stejnou efektivitu výuky s CAA a bez něj.

Výsledky různých provedených výzkumů také není možné bezhlavě převádět na české prostředí, které je ve zcela odlišné situaci z pohledu jazykové, obsahové i materiálové vybavenosti (systémy fungují v jiném jazyce bez vazby na české učebnice a skripta, nejsou zde zkušenosti s těmito systémy, ani rozmanitost výběru vhodného systému). V českém prostředí zatím neproběhl žádný relevantní výzkum v této oblasti. Nicméně vzhledem k tomu, že se dostupné CAA systémy neustále vyvíjejí, můžeme na základě zahraničních zkušeností předpokládat, že se budeme s jejich implementací do výuky v budoucnu setkávat stále častěji.

Z výsledků analýzy plyne jednoznačný závěr, že je zde stále prostor pro další výzkum. S ohledem na zaměření práce by mne například zajímalo, které z přínosů CAA systémů, často artikulovaných v článcích, jsou skutečné a skutečně využitelné pro české studenty matematiky a zda je systém přínosný rovnocenně pro všechny studenty. „Nadvláda“ kvantitativních přístupů k výzkumu užívání CAA by mohla být také doplněna o kvalitativní metody.

## 2 CÍLE VÝZKUMU A VÝZKUMNÁ METODOLOGIE

### 2.1 CÍLE A VÝZKUMNÉ OTÁZKY

Jsou CAA systémy v českém prostředí dostupné? Jaké jsou vlastnosti CAA systémů a jaký CAA systém zvolit? Jsou CAA systémy usnadněním práce pro studenty a učitele nebo naopak? Jaké jsou skutečné přínosy CAA systémů? Jsou zkušenosti zahraničních kolegů použitelné pro naše prostředí? Jak budou studenti na systémy CAA (zřejmě v anglickém jazyce) reagovat? Jak budou zvládat práci se systémem? Bude mít zavedení CAA systému do výuky na všechny studenty stejný vliv? Na základě těchto otázek a výsledků zahraničních výzkumů byl formulován **hlavní cíl výzkumu**:

- **Zjistit, jaký přínos mohou mít CAA systémy pro počítačem podporované hodnocení ve výuce MA budoucích učitelů matematiky (studentů PřF UHK v ČR)**

Dílčí úkoly:

- Analyzovat současný stav využívání CAS a CAA ve výuce MA na vysokých školách v ČR (*kapitola 3.1*)
- Identifikovat charakteristické skupiny studentů MA na UHK (i zahraničí) na základě jejich přístupů k učení a studiu (*kapitola 3.2*)
- Implementovat platformu CAA na UHK, vytvořit databázi úloh z MA v systému CAA (*kapitola 3.3*)
- Určit dopady využití CAA ve výuce MA s ohledem na identifikované charakteristické skupiny studentů (*kapitola 3.4*)
- Zjistit postoje studentů/učitelů k systémům CAA získané na základě jejich zkušeností s nimi (*kapitoly 3.5*)
- Porovnat CAA systémy Maple T.A. a WebWork z pohledu studentů (*kapitola 3.6*)
- Formulovat doporučení pro využití systému CAA ve výuce MA v českém edukačním prostředí (*kapitola 3.7*)

Dílčí úkoly byly naplňovány dle výše uvedeného výčtu. Pro větší přehlednost práce jsou proto kapitoly výzkumné části práce pojmenovány v souladu s dílčími úkoly.

Shrňme si, že záměrem zkoumání bylo popsat implementaci platformy počítačového hodnocení do výuky vysokoškolské matematiky (konkrétně Matematické analýzy) v českém edukačním prostředí z pohledu učitelů i studentů, najít faktory, které implementaci systému negativně či pozitivně ovlivňují, porovnat dva vybrané systémy CAA a hlavně identifikovat skutečné přínosy systému CAA pro výuku matematiky v českém edukačním prostředí. Aby mohly být sledovány širší a obecnější souvislosti, bylo

provedeno na začátku sběru dat rozdělení studentů do charakteristických skupin na základě jejich přístupů k učení a studiu. Takové rozřazení umožnilo během pozorování cíleně sledovat, zda se studenti charakteristických skupin projevují odlišně ve výkonech, v reakci na zavedení nového systému, v postojích k systému apod. Na základě stanovených cílů byla formulována hlavní **výzkumná otázka**:

- ***V1. Jaké jsou postoje<sup>1</sup> studentů/učitelů k používání systémů CAA (získané na základě jejich zkušenosti s nimi)?***

Hlavní výzkumná otázka zaměřená na postoje a zkušenosti studentů a učitelů v souvislosti s danou problematikou, dokládá volbu induktivního přístupu ke zvolené problematice. Podstatou induktivní logiky kvalitativního výzkumu je do široka rozprostřený sběr dat bez toho, že by na počátku byly stanoveny základní proměnné nebo hypotézy výzkumu (Švaříček, Šedřová 2012, s. 24). V souladu se čtvrtým dílčím úkolem (*kapitola 3.4*) byly dále formulovány tři dílčí výzkumné otázky:

- *V2. Ovlivní implementace systému CAA efektivitu<sup>2</sup> výuky MA?*
- *V3. Existuje vztah mezi přístupy studentů k učení a jejich výkonem?*
- *V4. Má implementace systému CAA do výuky MA na výsledky studentů s různými přístupy k učení stejný vliv?*

## 2.2 METODY VÝZKUMU

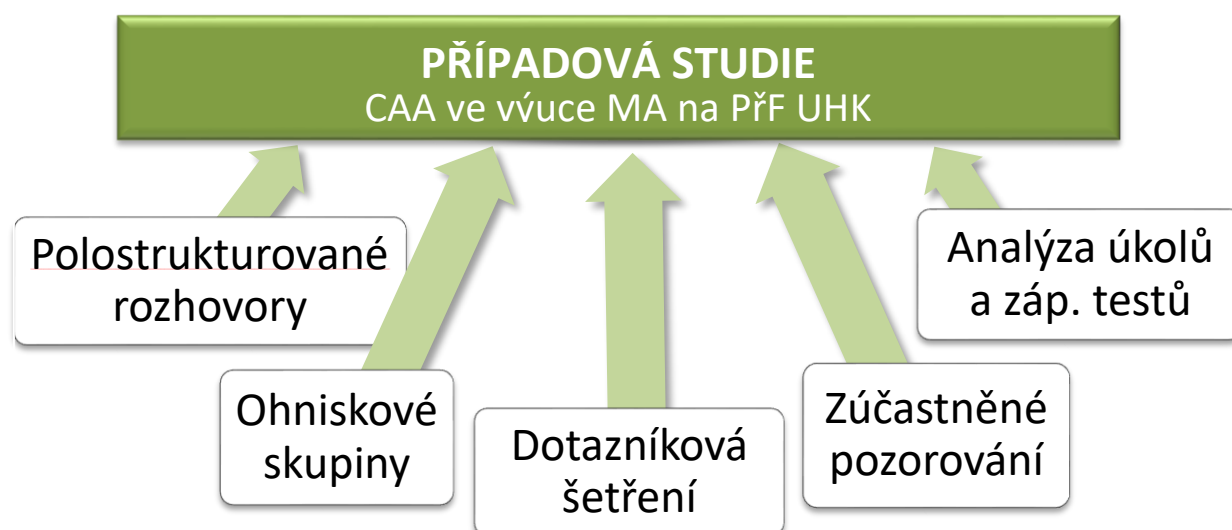
Ve svém výzkumu jsem se zaměřila na jevy a procesy spojené se zaváděním a užíváním nového systému ve výuce. Povaha tématu, vyžadující komplexní pohled na danou problematiku mě postupně přivedla k výzkumnému designu **případové studie**. Hlavním rysem případové studie je detailní studium jednoho případu. V našem případě se jedná o studium implementace systému CAA na Katedře matematiky UHK do výuky matematické analýzy jednoho ročníku bakalářských studentů. Pokusila jsem se o podrobnou interpretaci veškerých faktorů vstupujících do tohoto případu. Detailní studium konkrétního případu může vést k odhalení skrytých aspektů problému

---

<sup>1</sup>Průcha (2013b) definuje postoj zejména jako hodnotící vztah k určitým objektům. Schöffelová (2013) uvádí, že se jedná o soubor názorů, které si konstruujeme vůči nějakým konkrétním věcem či jevům v okolním světě, ale například také přetrvávající získané dispozice chovat se určitým způsobem k určité kategorii objektů. Postoje tedy obsahují kognitivní, afektivní i konativní složku.

<sup>2</sup> Efektivita neboli efektivnost výuky vyjadřuje, za jakých podmínek vedou vstupy (např. časová a finanční náročnost) výukových procesů k určitým výstupům (osvojené znalosti, dovednosti, efekty výuky). (Průcha 2013b).

i k vysvětlení vzájemných příčinných vazeb, které mohou zůstat v jiných postupech neodhaleny: „Zatímco ve statistickém šetření shromažďujeme relativně omezené množství dat od mnoha jedinců, v případové studii jde o zachycení složitosti případu, o popis vztahů v jejich celistvosti. Případová studie je podobná mikroskopu: její hodnota závisí na tom, jak dobře je zaostřená. Předpokládá se, že důkladným prozkoumáním jednoho případu lépe porozumíme jiným podobným případům.“ (Hendl 2005, 104). Splnit takto nastavený úkol vyžaduje získání velkého množství údajů z řady rozmanitých zdrojů. Klíčové jsou pro takto pojaté případové studie kvalitativní metody (tj. pozorování, rozhovory, analýza dokumentů). Nicméně nejsou vyloučeny ani metody uplatňované tradičně v kvantitativních šetřeních: „Například při studiu školy mohou být cenným zdrojem informací mimo jiné i data získaná z dotazníků distribuovaných učitelům, popřípadě studentům.“ (Švaříček, Šed'ová 2012, s. 98). Výhodou tohoto designu je důsledná **triangulace**<sup>1</sup> jak výzkumných metod, tak zdrojů dat (viz Obr. 23 a Obr. 24).

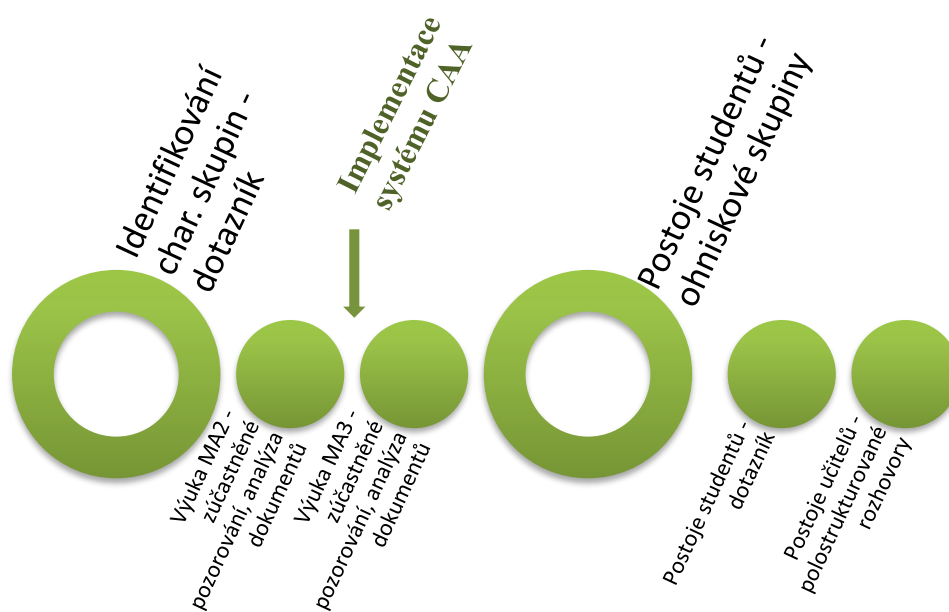


Obrázek 23 Triangulace výzkumných metod použitých v této práci

V souladu s popsanou teorií jsem se pro zjišťování přístupu studentů k učení a studiu na základě teorie Entwistla rozhodla studenty nejprve (zimní semestr 2013/2014) rozdělit do charakteristických skupin na základě **dotazníkového šetření** (Dotazník Q1). Jak již bylo zmíněno, pro tento účel jsem vytvořila dotazník upravený z výzkumných nástrojů použitých v rámci ETL projektu. V následujících dvou semestrech jsem v rámci výuky

<sup>1</sup> Pojem triangulace se původně používal jako metafora pro vzájemnou validaci výsledků získaných několika měřicími metodami. Později se tímto názvem začaly označovat i postupy pro obohacení a doplnění výsledků (Hendl 2005, s. 149).

MA2 a MA3<sup>1</sup> volila **zúčastněné pozorování** (nejprve při výuce MA2 bez užití systému Maple T.A. a následně při výuce MA3 s využitím Maple T.A). Díky tomuto pozorování jsem získala jistou představu o hlavních jevech a problémech spojených s implementací systému CAA. Provedla jsem také **analýzu domácích úkolů a zápočtových testů** v předmětech MA2 a MA3 pro zjištění výkonu studentů. Pro detailnější pohled na danou problematiku z pohledu studenta jsem následně (letní semestr 2014/2015) využila metodu **ohniskové skupiny** se šesti studenty. Principem této metody je diskuze řízená moderátorem<sup>2</sup> mezi malou skupinou osob na zvolené téma (Miovský 2006). Tuto metodu jsem volila, neboť ohniskové skupiny využívají skupinové dynamiky – studenti jsou konfrontováni s názory svých spolužáků, které mohou reflektovat. Zároveň studenti při těchto rozhovorech lépe překonávají ostych. Pro zjišťování postojů ostatních studentů k zavedenému systému CAA jsem využila opět **dotazníkového šetření** (Dotazník Q2). V tomto dotazníkovém šetření jsem využila již zmíněného výzkumného nástroje autorů (Pundak 2013). Pro komplexní pohled na danou problematiku z pohledu učitele pochopitelně nepostačí jen má pozorování, proto jsem se na závěr rozhodla provést také **polostrukturované rozhovory** s dalšími „aktéry“ (akademickými pracovníky katedry matematiky, kteří taktéž při své výuce přistoupili k využívání CAA Maplu T.A.).



Obrázek 24 Posloupnost užitých výzkumných metod

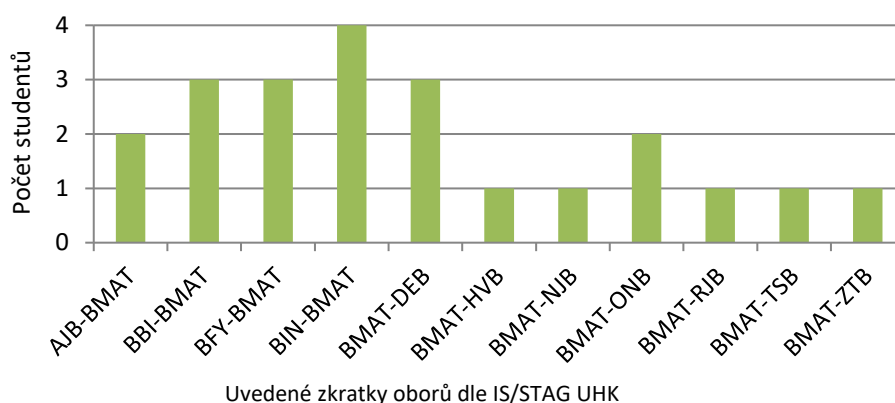
<sup>1</sup> Matematická analýza 2 (MA2), Matematická analýza 3 (MA3).

<sup>2</sup> Moderátorkou byla autorka.



## 2.3 VÝZKUMNÝ VZOREK

Jak již bylo několikrát zmíněno, základní výzkumný vzorek tvořili studenti prvního ročníku<sup>1</sup> bakalářského studia učitelství matematiky na UHK navštěvující postupně předměty Matematická analýza 1, 2, 3, 4. Výzkum probíhal v průběhu dvou let (akademický rok 2013/2014 a 2014/2015) a účastnilo se ho 22 studentů. Uvedený nízký počet studentů byl zapříčiněn dostupným výběrem a koresponduje se zvoleným designem výzkumu. Ve skupině je 16 dívek a 6 chlapců ve věku 18-20 let. Nejvíce studentů (4 studenti) studuje učitelství v kombinaci matematika-informatika. Tři studenti mají kombinaci matematika-fyzika, matematika-biologie a matematika-dějepis. Jeden student studuje současně kombinaci matematika-fyzika a matematika-biologie. Dva studenti studují matematiku v kombinaci s angličtinou, stejně tak s občanskou naukou. Kombinace matematika-hudební výchova, německý jazyk, ruský jazyk, tělesná výchova a základy techniky jsou zastoupeny vždy jedním studentem. Dvě studentky zanechaly v průběhu výzkumu studia.



Obrázek 25 Obory studentů zařazených do výzkumu

Do první fáze výzkumu (dotazníkové šetření zaměřené na přístupy studentů k učení) byli kromě studentů UHK dále zařazeni studenti odpovídajícího předmětu *Calculus*<sup>2</sup> prvního ročníku kanadské University of Alberta a portugalské vysoké školy ISEP (viz kap. 3.2). V poslední fázi výzkumu byly provedeny rozhovory se členy katedry matematiky UHK, kteří mají zkušenost s CAA.

<sup>1</sup> prvního ročníku v roce 2013/14, druhého ročníku v roce 2014/15

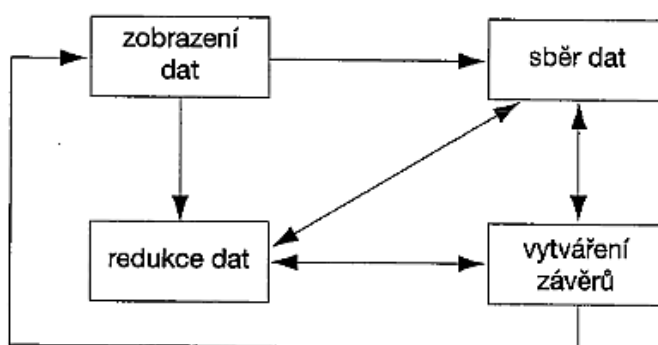
<sup>2</sup> odpovídá Matematická analýza 1

## 2.4 ZPŮSOB ZPRACOVÁNÍ DAT

### 2.4.1 Kvalitativní data

Postupy analýzy kvalitativních dat vycházejí z kódování dat, přičemž usilují o zachycení pravidelností v datech, snaží se o kategorizaci údajů a nalezení vztahů mezi kategoriemi.

Kvalitativní materiál ve formě přepsaných rozhovorů, poznámek výzkumníka, různých textových materiálů a jiných druhů dokumentů se transformuje a interpretuje s cílem zachytit komplexitu zkoumaných jevů. Redukce dat se děje spojitě během jejich analýzy, přičemž by nemělo dojít ke ztrátě kontextu (Hendl 2005, s. 207-223).



Obrázek 26 Provázanost jednotlivých kroků analýzy kvalitativních dat (převzato z Hendl 2005, s. 207)

Při diskuzích v ohniskových skupinách a při rozhovorech došlo k doslovné transkripci audiozáznamu pomocí programu Listen N Write<sup>1</sup>. Přepsaný textový soubor (RTF) byl upraven pomocí nástrojů aplikace Microsoft Word (barva a řez písma, podtržení, komentáře). Pro identifikaci významových jednotek a kategorizaci dat se ukázaly tyto nástroje jako naprosto dostačující, proto již nebylo potřeba využití speciálního softwaru, které bylo původně plánováno<sup>2</sup>.

Provedená kvalitativní analýza v této práci byla dána sekvencí:<sup>3</sup>

- **fixace kvalitativních dat** (audiozáznamy z ohniskových skupin a rozhovorů, poznámky z pozorování, odpovědi na otevřené otázky dotazníku, další dokumentace),
- **příprava pro analýzu** (zejména převod mluveného projevu do písemné podoby),

<sup>1</sup> Autor softwaru: <http://elefantsoftware.weebly.com>

<sup>2</sup> Původně plánováno využití programu: QDA Miner Lite

<sup>3</sup> Kompilace autorky z několika zde citovaných zdrojů (např. Hendl 2005; Švaříček, Šed'ová 2012)

- **segmentace, kódování a kategorizace dat** (rozdělení dat do analytických jednotek, přiřazení názvů jednotkám, vytvoření hlavních kategorií a podkategorií, poznámkování),
- **identifikace vztahů mezi kategoriemi, tvorba kostry analytického příběhu,**
- **interpretace analyzovaných dat** (zpracovaná data jsou přehledně interpretována, interpretace je doplňována plnými citacemi rozhovorů, výňatky z dokumentů, grafickými výstupy atd.).

## 2.4.2 Kvantitativní data

Pro kvantitativní zpracování získaných údajů byl využit statistický program NCSS (statistické výpočty) a MS Excel (vykreslování grafů). Za účelem identifikace charakteristických skupin byla provedena Shluková analýza (*Cluster analysis*). Pomocí shlukové analýzy sdružujeme data s podobnými vlastnostmi (v našem případě podobnými odpověďmi v dotazníku Q1) do shluku – podobnost dvou objektů náležících do jedné skupiny je maximální, zatímco podobnost s objekty mimo tento shluk je minimální (Kučera 2015).

Při statistické analýze byla dále využita metoda Analýzy rozptylu (případně jednovýběrový nebo dvouvýběrový t-test). Pomocí analýzy rozptylu zjišťujeme závislost zkoumané závislé proměnné na ovlivňujících faktorech pomocí porovnávání skupinových průměrů<sup>1</sup>. Pro případ nedodržení předpokladu normality rozdělení a pro zvýšení validity testování (Hendl 2006, s. 230) byly vždy provedeny též odpovídající neparametrické testy porovnávající mediány. Program NCSS provádí ve většině případů automaticky parametrické a neparametrické testy současně. Pro přehlednost uvádím u provedených testů přímo tzv. *p-hodnotu*, tedy pravděpodobnost, s jakou získaná data podporují nulovou hypotézu, je-li pravdivá. Pokud je *p-hodnota* menší než hladina významnosti  $\alpha$ , zamítáme nulovou hypotézu (StatSoft 2014). Hladina významnosti, na které probíhalo testování, byla volena vždy  $\alpha = 0.05$ .

Pro zjišťování závislosti mezi dvěma kvantitativními proměnnými byl vypočten obyčejný (Pearsonův) korelační koeficient i Spearmanův korelační koeficient. Korelační koeficient indikuje míru lineární závislosti mezi proměnnými, nabývá hodnot od  $-1$  až po  $+1$  (viz Obr. 27).

---

<sup>1</sup> Testujeme nulovou hypotézu, že ve skupinách jsou průměry stejné (Hendl 2006, s. 381).



Obrázek 27 Příklady grafického zobrazení naměřených dat na bodovém grafu a příslušné koeficienty korelace<sup>1</sup>.

## 2.5 ČASOVÝ PLÁN

Výzkum začal v roce 2012 a ukončen byl v roce 2016. Podrobněji viz Tabulka 2.

Tabulka 2 Časový harmonogram disertační práce

Aktivita	2012	2013	2014	2015	2016
Rešerše	✓	✓	✓		
Zahraniční stáž			✓		
Analýza užívaných CAS a CAA v ČR			✓		
Tvorba výzkumných nástrojů			✓	✓	
<b>Dotazníkové šetření (Q1)</b>			✓	✓	
<b>Zúčastněné pozorování</b>			✓	✓	
<b>Dotazníkové šetření (Q2)</b>					✓
<b>Ohniskové skupiny</b>					✓
<b>Polostrukturované rozhovory</b>					✓
Zpracování a interpretace výsledků					✓
					✓

<sup>1</sup> Obrázek převzat z Korelace – Wikipedie (2016).

## 3 REALIZACE A VÝSLEDKY VÝZKUMU

V této kapitole jsou podrobně popsány realizace a výsledky výzkumného projektu. Popis realizace výzkumu včetně průběžných výsledků jsou zde předkládány v podkapitolách odpovídajících stanoveným dílčím úkolům. Uvedené výsledky z jednotlivých podkapitol je třeba vnímat jako materiál, který je dále podrobován další analýze a vztahován k novým kategoriím přítomným v dalších získaných datech. Komplexní souhrn výsledků případové studie je uveden až v závěrečné kapitole.

### 3.1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VYUŽÍVÁNÍ CAS A CAA VE VÝUCE MA NA VYSOKÝCH ŠKOLÁCH V ČR

V příspěvku (Berková 2014c) uveřejněném na konferenci DITECH byla představena tabulka (Tab. 3) výsledků průzkumu z listopadu 2013 zaměřeného na užívání matematického softwaru ve výuce MA<sup>1</sup>. Prostřednictvím e-mailové komunikace byly dotázány katedry zajišťující výuku předmětu MA v České republice. Kontakty byly vyhledávány podle seznamu (Matematické ústavy a katedry v ČR 2013) uvedeném na webových stránkách *České matematické společnosti*<sup>2</sup>. Návratnost byla velmi uspokojivá – 79 %<sup>3</sup> z oslovených kateder odpovědělo. Respondenti odpovídali na dvě otázky ohledně užívání matematického softwaru ve výuce MA:

- zda při výuce MA využívají matematický software (systémy počítačové algebry nebo dynamické geometrie).
- zda při výuce MA využívají systémy počítačem podporovaného hodnocení (CAA) nebo jiné e-learningové systémy (např. LMS).

Součástí e-mailu byla informace o probíhajícím výzkumu, podrobná vysvětlení k jednotlivým systémům CAA i CAS včetně příkladů a samozřejmě poděkování za spolupráci. Přehled o výsledcích průzkumu přináší již zmíněná tabulka (celé názvy jednotlivých fakult, resp. kateder nalezne čtenář v Příloze P).

---

<sup>1</sup> Matematické analýzy.

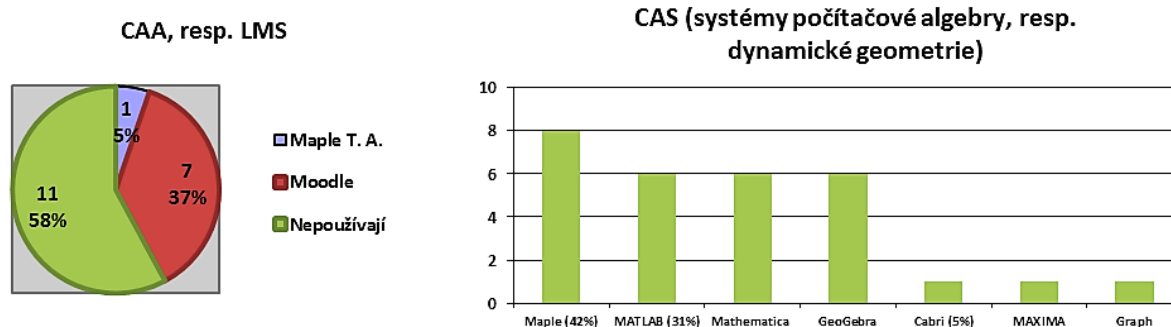
<sup>2</sup> <http://cms.jcmf.cz/departments.html> - v současné době již není seznam na webu k dispozici, pouze z archivu: <http://web.archive.org/web/20120823060847/http://cms.jcmf.cz/departments.html>.

<sup>3</sup> Což představuje 19 kateder.

Tabulka 3 Přehled užívaného matematického softwaru ve výuce matematické analýzy v ČR

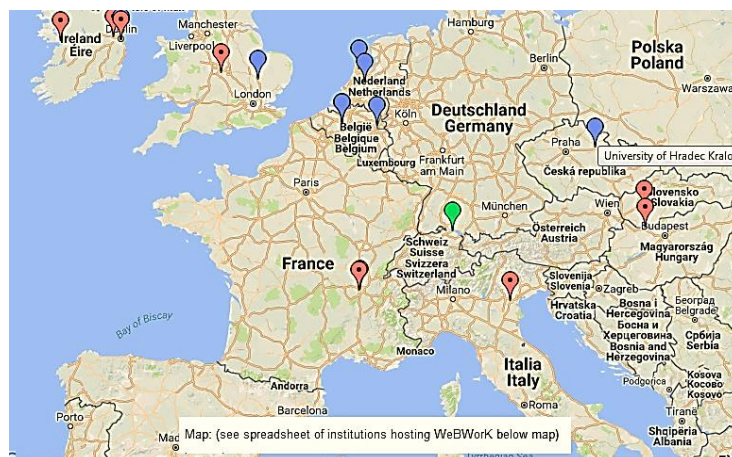
KATEDRY A ÚSTAVY MATEMATIKY DLE FAKULT	Webové výukové systémy, systémy počítačem podporovaného hodnocení (CAA, resp. LMS)	Systémy počítačové algebry, resp. dynamické geometrie (CAS)
KMA MFF UK	Moodle (ne při výuce, jen opora pro studenty)	Výjimečně Mathematica, Maple, spíše freeware Sagemath
KDM MFF UK	X	X
VŠE v Praze	X	X
FD ČVUT	X	GeoGebra, Matlab
FEL ČVUT	X	Maple
FJFI ČVUT	X	X
VŠCHT Praha	X	Mathematika, Maple, Matlab (ale ne v základním kurzu matematiky)
KAMI ESF MU	X	Maple, Matlab – při konzultacích
FEEC VUT Brno	Zatím ne, ale připravujeme úlohy v Maplu T.A.	Maple, Mathematica a Matlab
UJEP Ústí nad Labem	Moodle	Mathematica, GeoGebra, dříve i Derive.
TU v Liberci	Moodle (nepříliš intenzivně)	Matlab, Mathematica, (webMathematica)
PF JČU	X	Maple, GeoGebra, Cabri
PfF JČU	Moodle	Mathematica
PfF OU	Moodle	Maple, Mathematica, GeoGebra
PdF OU	X	GeoGebra, WX Maxima, Graph
VŠB-TUO	X	Matlab, GeoGebra
UPOL	X	Matlab
PdF UHK	Moodle	Maple
PfF UHK	Moodle	Maple
Značení: X - žádný software se nepoužívá V tabulce byly použity oficiální zkratky pro označení jednotlivých fakult, resp. kateder		

Z průzkumu vyplývá, že vysoké školy používají v omezené míře matematický software, jako jsou systémy Maple, Mathematica, Matlab, Geogebra a další. Nicméně platformy CAA nebyly v době průzkumu v ČR využívány (kromě VUT v Brně, kde ovšem došlo k zavedení systému Maple T.A. do výuky až později – plánováno na letní semestr 2014/2015). Systém Maple T.A. byl v době průzkumu jediným matematickým CAA distribuovaným v ČR. Obecně je poměrně hodně používán LMS Moodle, který se hodí pro sdílení materiálů a správu kurzů ve většině předmětů, ale v základní verzi nemá speciální funkce použitelné pro hodnocení matematických znalostí. Situaci přehledně ilustrují grafy z Obr 28.



Obrázek 28 Přehled užívaných CAA a CAS ve výuce Matematické analýzy v ČR

Po tomto průzkumu byl na katedře matematiky UHK implementován systém Maple T.A. v průběhu letního semestru 2013/2014 a následně pilotně vyzkoušen na 4 kurzech (předmětech) v zimním semestru 2014/2015 (tedy poprvé v ČR). Od Americké matematické společnosti (AMS) se mi následně podařilo získat zřízení také jednoho kurzu v prostředí platformy WebWork, který je na rozdíl od komerčního Maplu T.A. poskytován zcela zdarma. Na Obrázku je uvedeno aktuální<sup>1</sup> rozšíření platformy WebWork v Evropě. Jelikož jde o první použití těchto systémů v ČR, rozhodla jsem se hned od počátku sledovat v rámci své disertační práce jejich dopad na výuku MA na UHK. Další podobné platformy jako WebAssign nebo MuchLearning nejsou prozatím v ČR distribuovány.



Legend:

- Red pins represent institutions with their own WebWork servers
- Blue pins represent institutions with courses hosted on MAA WebWork servers
- Green pins represent institutions whose courses are hosted by neighboring universities or on unknown servers

Obrázek 29 Aktuální rozšíření platformy WebWork v Evropě

## 3.2 IDENTIFIKACE CHARAKTERISTICKÝCH SKUPIN STUDENTŮ MA NA ZÁKLADĚ JEJICH PŘÍSTUPŮ K UČENÍ A STUDIU

### 3.2.1 Dotazníkové šetření (Q1 – Přístupy studentů k učení a studiu)

Po pečlivém zvážení a porovnání stávajících nástrojů získávajících informace o přístupech studentů k učení a preferencích ve způsobu výuky ve vysokoškolském prostředí byly pro tento výzkum vybrány dotazníky připravené v rámci projektu ETL. Jak již bylo uvedeno v teoretické části práce, z ETL projektu byly zvoleny dotazníky SETLQ a ASSIST (Přílohy B, C), ze kterých byly do nově vzniklého dotazníku Q1 zařazeny položky

<sup>1</sup> aktuální ke dni 12. 9. 2016, staženo z (WeBWorK Sites - WeBWorK 2016)

relevantní pro tento výzkum. Navíc byly přidány položky zaměřené na užívání/neužívání ICT ve vzdělávání. Původní dotazník SETLQ obsahuje šest částí. První a třetí část byly vhodné pro použití v tomto výzkumu. První část zjišťuje motivaci, očekávání a cíle vysokoškolských studentů<sup>1</sup>, třetí je zaměřena na přístupy studentů k učení a studiu<sup>2</sup>. Z dotazníku ASSIST, který je také zaměřen zejména na přístupy studentů k učení a studiu, byla převzata pouze závěrečná část věnovaná preferencím studentů ve způsobu výuky<sup>3</sup>. Aby se zabránilo změnám ve složení hlavních měřítek původního SETLQ a ASSIST, byly tyto části převzaty zcela beze zbytku.

Dotazník Q1<sup>4</sup> se tedy skládá ze tří hlavních částí (Tab. 4). První, zaměřena na motivaci a cíle studentů ve vysokoškolském studiu, obsahuje 7 položek. Další část, věnovaná přístupům studentů k učení a studiu, má 19 položek. Závěrečná část obsahující otázky ohledně preferencí ve výuce sestává z 12 položek. V druhé a třetí části je vloženo celkem 6 položek zaměřených na preference studentů v práci ICT, užívání studijních opor (elektronické studijní opory nebo naopak klasické papírové) apod. U položek hlavní části dotazníku se měli studenti ztotožnit s daným výrokem zaškrtnutím odpovědi na bipolární škále 1-5, kde 5 znamená naprosto souhlasím, 4 = spíše souhlasím, 3 = nejsem si jist, 2 = spíše nesouhlasím, 1 = naprosto nesouhlasím. Hodnotu hlavních položek jsem vždy získala jako průměr z příslušných podpoložek.

---

<sup>1</sup> *What do you expect to get from the experience of higher education?*

<sup>2</sup> *Approaches to learning and studying.*

<sup>3</sup> *Preferences for different types of course and teaching.*

<sup>4</sup> Čtenář může nahlédnout v Příloze E.



Tabulka 4 Hlavní okruhy a položky dotazníku Q1

Okruhy a položky	Příklad výroku	č. výroku
<b>A. MOTIVACE A CÍLE VYSOKOŠKOLSKÝCH STUDENTŮ (orientace ve vysokoškolském studiu)</b>		
<b>Vnitřní orientace</b>	<i>Doufám, že to, co se zde naučím, mi pomůže rozvinout mou osobnost a rozšíří mé obzory.</i>	1, 4, 5
<b>Sociální a osobní důvody</b>	<i>Zajímám se zejména o univerzitní společenský život a/nebo sport.</i>	2, 3
<b>Kariérní důvody</b>	<i>Hlavně potřebuji kvalifikaci, abych mohl(a) získat dobrou práci, až skončím VŠ.</i>	6
<b>Nedostatek důvodů</b>	<i>Když se podívám zpátky, někdy si říkám, proč jsem se vůbec rozhodl(a) jít na VŠ.</i>	7
<b>B. PŘÍSTUPY K UČENÍ A STUDIU</b>		
<b>Hlubkový přístup</b>	<i>Nové myšlenky často zasazuji do kontextu praktického nebo reálného života.</i>	2, 5, 7, 8, 9, 12, 15, 17, 19
<b>Povrchový přístup</b>	<i>Mám ve zvyku vzít, co jsme se učili, tak jak je, bez kladení otázek.</i>	1, 4, 13, 18
<b>Organizační úsilí</b>	<i>Celkově pracuji docela systematicky a organizovaně při svém studiu.</i>	3, 6, 11, 16
<b>C. PREFERENCE VE ZPŮSOBU VÝUKY</b>		
<b>Podpora porozumění</b>	<i>Preferuji zkoušky, které mi umožňují ukázat, že jsem o probírané látce samostatně přemýšlel.</i>	1, 10, 6, 7
<b>Přenos informací</b>	<i>Preferuji učitele, kteří nám přesně řeknou, co si zapsat do našich poznámek.</i>	2, 12, 5, 8
<b>VLOŽENÉ POLOŽKY</b>		
<b>Tradiční výuka, papírové opory</b>	<i>Elektronické opory mi při výuce nepomáhají, potřebuji osobní kontakt s vyučujícím.</i>	B10, C4, C11
<b>Výuka s podporou ICT</b>	<i>Rád(a) pracuji s moderními informačními a komunikačními technologiemi.</i>	B14, C3, C9,

V úvodu dotazníku byl respondent osloven a požádán o vyplnění dotazníku. Následovala sekce osobních informací o respondentovi (věk, obor, pohlaví atd.) a dvě uzavřené otázky s výběrem odpovědi zaměřené na případné zkušenosti respondentů s CAA a CAS. V závěru dotazníku bylo uvedeno poděkování.

Kvalita výzkumného nástroje byla prověřena určením reliability a provedením faktorové analýzy u hlavních položek dotazníku (Berková 2014a). V listopadu 2013 byla poprvé distribuována anglická verze dotazníku studentům prvního ročníku v předmětu Calculus na Univerzitě Alberta v kanadském Edmontonu (*Cronbach's Alpha* 0,759856). Ve stejné době proběhla distribuce dotazníků Q1 mezi studenty prvního ročníku portugalské vysoké školy ISEP v Portu (*Cronbach's Alpha* 0,870202). Profesori i studenti tamějších univerzit projevíli ochotu podílet se na výzkumu a vyjádřili zájem seznámit se později s vyhodnocením výzkumu. První česká verze nestandardizovaného dotazníku Q1 byla pilotně vyzkoušena na malém vzorku šesti studentů již v září 2013. Na základě připomínek studentů došlo poté k drobným úpravám znění některých položek a pokynů s cílem objasnit význam těchto položek a zpřehlednit dotazník pro lepší pochopení respondentů. A konečně v lednu 2014 proběhlo výzkumné šetření u studentů prvního ročníku předmětu

Matematická analýza 1 na Univerzitě Hradec Králové v České republice (Cronbach's Alpha 0,797966).

### Výsledky shlukové analýzy dotazníkového šetření Q1

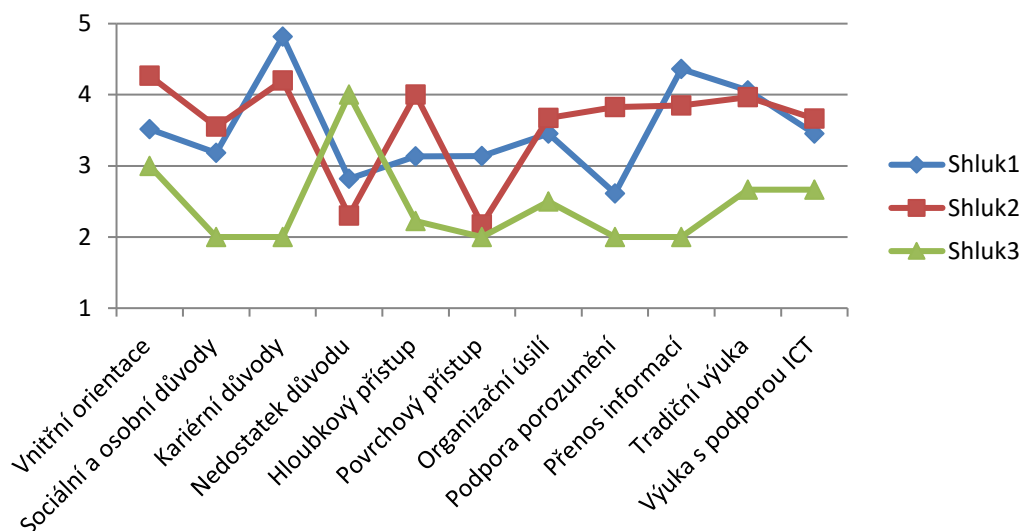
Na získaných datech z každé země zvlášť byla provedena Shluková analýza. Nyní se již podívejme na výsledky shlukové analýzy u 22 českých studentů. Data získaná z dotazníkového šetření byla zpracována metodou shlukové analýzy pomocí algoritmu K-průměrů (*K-Means Cluster analysis*) v programu NCSS.

Tabulka 5: Výsledky shlukové analýzy (Výstup z programu NCSS)

Shlukové průměry	Tři shluky			Čtyři shluky			
	Shluk1	Shluk2	Shluk3	Shluk1	Shluk2.1	Shluk2.2	Shluk3
Položky							
<i>Vnitřní orientace</i>	3,515152	4,266667	3	3,515152	4,444445	4,190476	3
<i>Sociální a osobní důvody</i>	3,181818	3,55	2	3,181818	4,166667	3,285714	2
<i>Kariérní důvody</i>	4,818182	4,2	2	4,818182	5	3,857143	2
<i>Nedostatek důvodu</i>	2,818182	2,3	4	2,818182	3	2	4
<i>Hlubkový přístup</i>	3,131313	4	2,222222	3,131313	3,851852	4,111111	2,222222
<i>Povrchový přístup</i>	3,136364	2,175	2	3,136364	2,833333	1,892857	2
<i>Organizační úsilí</i>	3,454545	3,675	2,5	3,454545	3,666667	3,678571	2,5
<i>Podpora porozumění</i>	2,613636	3,825	2	2,613636	4,083333	3,714286	2
<i>Přenos informací</i>	4,363636	3,85	2	4,363636	4,5	3,571429	2
<i>Tradiční výuka</i>	4,060606	3,966667	2,666667	4,060606	3,777778	4,047619	2,666667
<i>Výuka s podporou ICT</i>	3,454545	3,666667	2,666667	3,454545	4,444445	3,333333	2,666667
<b>Počet studentů</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>1</b>

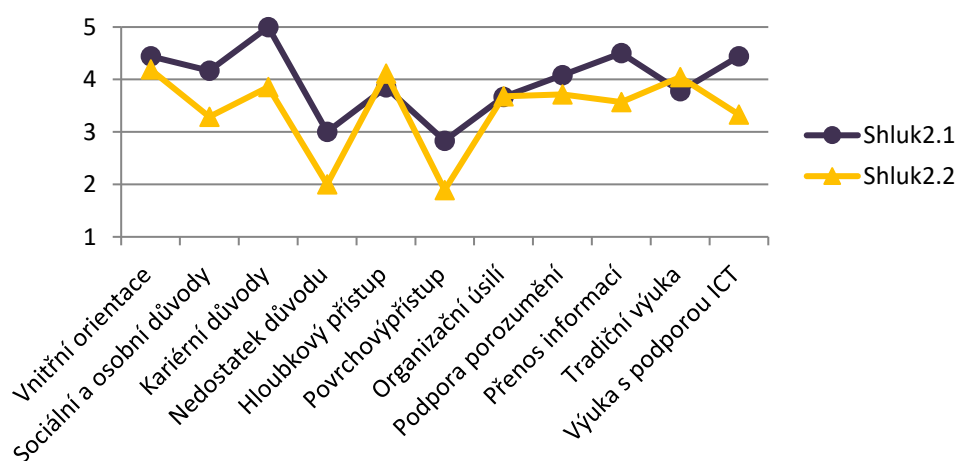
V tabulce jsou pro jednotlivé shluky studentů uvedeny průměrné skóry hlavních položek dotazníku. Podívejme se nejprve na část tabulky s rozdělením studentů na tři shluky. Shluk 3 je tvořen jedinou studentkou (Student 16). Z grafu jasně vyplývá, že jde o studentku s nedostatkem motivace (nejvyšší hodnota u položky *Nedostatek důvodů*). Zajímavé je, že právě Student(ka) 16 zanechal(a) v průběhu výzkumu studia. Shluk 1 tvořený 11 studenty má jednoznačně nejvyšší skóry u položky *Kariérní důvody* ze sekce **motivací a cílů**. V oblasti jejich **přístupů ke studiu** se jedná o nevyhraněné studenty, nejvyšší skóry zde mají u položky *Organizační úsilí*. Nicméně nejspíše mají jasno v oblasti **preferencí ve způsobu výuky** – jednoznačně preferují učitele, kteří jim pouze předávají informace (*Přenos informací*) před učiteli, kteří po nich chtějí pochopení daného učiva (*Podpora porozumění*). Na druhou stranu Shluk 2 je zřejmě tvořen silně motivovanými studenty (vysoké skóry u položek ze sekce **motivace a cíle** s propadem v položce *Nedostatek důvodu*). Těchto 10 studentů s vysokými skóry v *Hlubkovém*

*přístupu* a nízkými v *Povrchovém přístupu* se zřejmě při studiu snaží proniknout do hloubky studovaného učiva a pochopit ho. Naopak ve způsobu výuky nemají studenti ze Shluku 2 výrazné preference, zřejmě jim vyhovují různé způsoby výuky. Situaci ilustruje graf na Obr 30.



Obrázek 30 Rozdělení na tři shluky (Graf průměrů shluků 1, 2, 3 v hlavních položkách dotazníku Q1)

V předchozí tabulce můžeme vidět, že při jemnějším dělení na čtyři shluky jsme také získali velice zajímavé výsledky. Student 16 opět tvoří vlastní skupinu (pro přehlednost pojmenována stejně – Shluk 3). Studenti z první skupiny vytvořili opět stejný Shluk 1 a Shluk 2 se rozštěpil na dvě skupiny (pro přehlednost pojmenovány Shluk 2.1 a Shluk 2.2).



Obrázek 31 Rozštěpení Shluku 2 (Graf průměrů shluků 2.1 a 2.2)

Shluk 2.2 obsahuje 7 studentů, shluk 2.1 sestává ze tří studentů. Jak můžeme vidět, studenti ze Shluku 2.2 jsou vyhraněnější, pokud jde o jejich **přístupy ke studiu**. Shluk

2.1 je silně motivován kariérou, dále si u nich můžeme všimnout lehce vyšších skóre v položce *Přenos informací* v sekci **preferance ve způsobu výuky**. Studenti ze Shluku 2.2 preferují *tradiční výuku* před používáním informačních technologií, na rozdíl od Shluku 2.1, který dává přednost technologiím.

S ohledem na skutečnost, že studentka z třetího shluku (Student 16) zanechala krátce po začátku výzkumu studia, byly dále rozlišovány dvě charakteristické skupiny studentů (Shluk 1, Shluk 2) s přihlédnutím k jemnějšímu dělení na tři skupiny (Shluk 1, Shluk 2.1, Shluk 2.2) v případě potřeby.

### **3.2.2 Komparace s výsledky zahraničních studentů**

Srovnání přístupů ke studiu v mezinárodním kontextu bylo součástí plánu mé disertační práce, proto uvádím v této podkapitole stručný souhrn. Své závěry jsem podrobněji prezentovala na zahraničních konferencích (Berková 2014a) a (Berková 2014b). Jelikož je tato podkapitola jakousi nadstavbou, v případě nezájmu čtenáře je možné ji zcela vynechat bez ztráty souvislostí.

V článku (Berková 2014a) byly publikovány výsledky shlukové analýzy zvláště pro výsledky z Albertské univerzity a portugalské vysoké školy ISEP. Respondentů v Edmontonu bylo 35. V Portugalsku byla provedena rozsáhlejší studie u většiny oborů prvního ročníku. Pro tuto srovnávací studii byla vybrána studijní skupina 31 respondentů v odpovídajícím předmětu. S výsledky shlukové analýzy se může čtenář seznámit v Příloze G.

Pozornost byla dále věnována porovnání výsledků dotazníku Q1 v jednotlivých zemích (Berková, 2014b). Na základě výsledků vícerozměrné analýzy rozptylu (MANOVA<sup>1</sup>) byla vyvrácena hypotéza o shodném rozdělení výsledků dotazníku Q1 u studentů z různých zemí. Situaci ilustrují grafické výstupy v Příloze G. Studenti z České republiky dosahovali v dotazníku celkově nejnižších skóre. Naopak Portugalští studenti byli v hodnocení jednotlivých položek nejštedřejší. Výjimku tvořily otázky věnované jejich organizačním schopnostem, v těchto položkách se skóre studentů z Portugalska propadly. Za povšimnutí také stojí nápadná podobnost průběhu spojnicových grafů znázorňujících průměry hlavních položek u studentů z České republiky a kanadského Edmontonu.

---

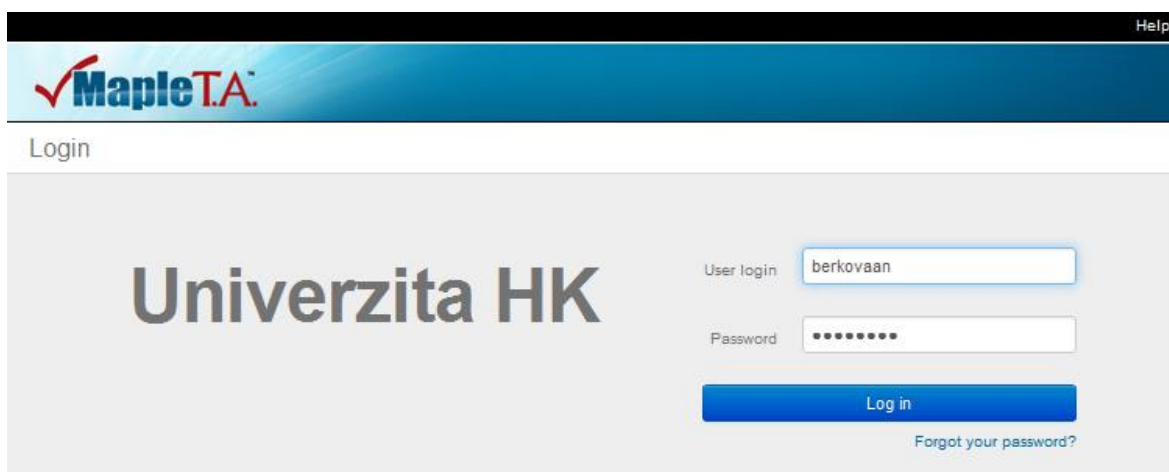
<sup>1</sup> *Multivariate analysis of variance.*

### 3.3 IMPLEMENTACE PLATFORMY CAA NA UHK

Pro další výzkum bylo samozřejmě nezbytné seznámit se s novým systémem CAA a vhodným způsobem ho nasadit do výuky. Následující pasáž tedy není věnována vlastnímu výzkumu, nýbrž několika zajímavým aspektům zavádění systému CAA, na které jsme při implementaci narazili.

Při instalaci nového softwaru je z pohledu technické podpory v několika ohledech příznivější instalace komerčního softwaru ve srovnání s volně dostupným softwarem. V první řadě proto, že je s provozovateli softwaru uzavřena smlouva, která představuje garanci zakoupených služeb. Předpokládá se také větší podpora ze strany distributorů a vyšší kvalita systému. Software Maple T.A. byl instalován na UHK z instalačního CD zasláného od společnosti Czech Software First<sup>1</sup> (autorizovaný distributor produktů firmy Maplesoft, Inc. v České a Slovenské republice, Slovinsku, Rumunsku a Bulharsku). Pro platformu Maple T.A. byla vytvořena vlastní doména:

<http://tia.uhk.cz:8080/mapleta/login/login.do> (viz Obr. 32)



Obrázek 32 Náhled webové stránky pro přístup do Maplu T.A. na UHK

Na UHK byla zakoupena licence Maplu T.A. pouze pro 120 studentů. Technický správce sítě UHK tedy vytvořil uživatelská jména Student1 až Student120. Přidělit uživatelské jméno a úvodní heslo musel následně vyučující<sup>2</sup> studentům ručně, což považuji pro dlouhodobé užívání za naprosto nepřijatelné. Omezená licence také vyžaduje každoroční obměňování uživatelských jmen a hesel, aby byl dodržen limit 120 studentů. Toto je jistě nevýhoda omezených licencí komerčního systému v komparaci s volně dostupným

<sup>1</sup> <http://www.maplesoft.cz/>

<sup>2</sup> Autorka a další kolegyně z katedry matematiky.

softwarem, který samozřejmě nijak neomezuje počty studentů, pokud je systém nainstalován na univerzitní server. U celouniverzitní verze CAA systémů pak může snadno dojít k propojení s univerzitními přihlašovacími údaji.

Dříve, než mohl být systém zaveden do výuky, bylo samozřejmě potřeba vytvořit kurz s kvalitní databází otázek. Jedná se o těžkou a časově náročnou práci. Ve většině platform existují knihovny již hotových otázek. Jak již bylo uvedeno v teoretické části, v Maplu T.A. k tomuto slouží *Maple T.A. Cloud*. Řazení otázek podle nějakých smysluplných kritérií zde ovšem nefunguje. Uživatel se snaží dohledat hotové otázky podle klíčových slov a názvů, ale často se to nedaří. Otázky jsou zde publikovány bez jakékoli kontroly (tedy i špatně naprogramované): „...z pohledu úloh, co vytvořili jiní, tak je to naprostý nepořádek a neutříděnost vlastně té databanky. Také jsem upozoroval, že jsou tam úlohy špatně naprogramované...“ (z polostrukturovaných rozhovorů). Situace v ČR je o to těžší, že otázky nemohou být jen převzaty, jak je tomu v anglicky mluvících zemích. V případě, že chce uživatel použít otázku z *Maple T.A. Cloudu*, musí ji přeložit nebo přeprogramovat. Více o tvorbě otázek nalezne čtenář v následující podkapitole 3.3.1.

V průběhu letního semestru 2013/2014 jsme se tedy s několika<sup>1</sup> kolegy z katedry matematiky snažili vytvořit databázi otázek pro naše předměty a jednotný systém námi připravovaného formativního hodnocení zabezpečený platformou Maple T.A. (pouze pro námi vyučované předměty), dohodli jsme se na společném konsenzu 4-5 domácích úkolů (průběžných testů) za semestr, domácí úkoly měly být otevřeny vždy minimálně na dva týdny. Pro úspěšné splnění úkolu bylo třeba získat 70 % bodů. Každý vyučující samozřejmě mohl využít systému k poskytnutí další zpětné vazby studentům (například další testy na procvičování, shrnutí průběžných testů apod.). V prvních měsících jsme se s ostatními vyučujícími pravidelně scházeli a též komunikovali naše nově nabyté zkušenosti prostřednictvím e-mailu. Systém byl též využíván pro písemnou část zkoušky (zde si již každý vyučující volil vlastní pravidla).

Platforma Maple T.A. byla poprvé využita při výuce v zimním semestru 2014/2015. Studenti dostali na první hodině přístupové údaje, potřebné informace k přihlášení a případné úpravě údajů v systému, na projektoru si mohli prohlédnout prostředí a úvodní test včetně ukázky, jak systém používat. Důležité informace, jako odkaz na doménu

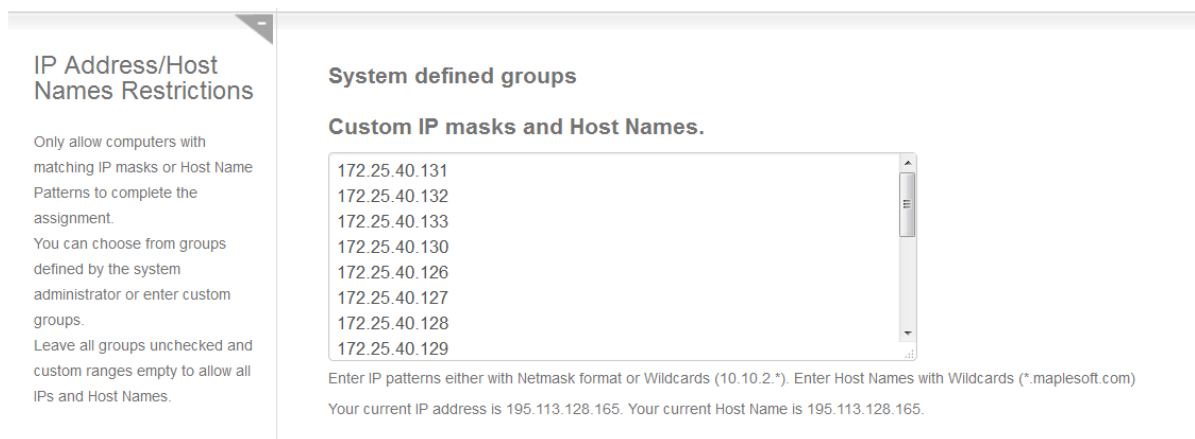
---

<sup>1</sup> Systém využívali celkem 4 vyučující.

systemu, dostali studenti též e-mailem. Doma se pak mohli se systémem seznámit podrobněji a zkusit si testy v systému neomezeně. Tuto instruktaž jsem považovala za dostačující<sup>1</sup>, nicméně jak se později ukázalo v ohniskových skupinách, studenti by přivítali podrobnější instruktaž například v počítačové učebně, kde by si mohli nástroje systému a testy rovnou vyzkoušet: „*A nebylo by ani na škodu vzít nás do počítačové učebny, ať si to osaháme*“ (z ohniskové skupiny).

Během semestru probíhaly konzultace s jednotlivými studenty, například při objevení nějakého problému s řešením příkladů v Maplu T.A. V případě potřeby se při hodině promítl příklad na projektor. Toto koresponduje s výsledky dotazníku Q2 (kapitola 3.5.1), kde studenti uvádějí, že během výuky docházelo k diskuzím o problémech vyskytujících se v systému CAA.

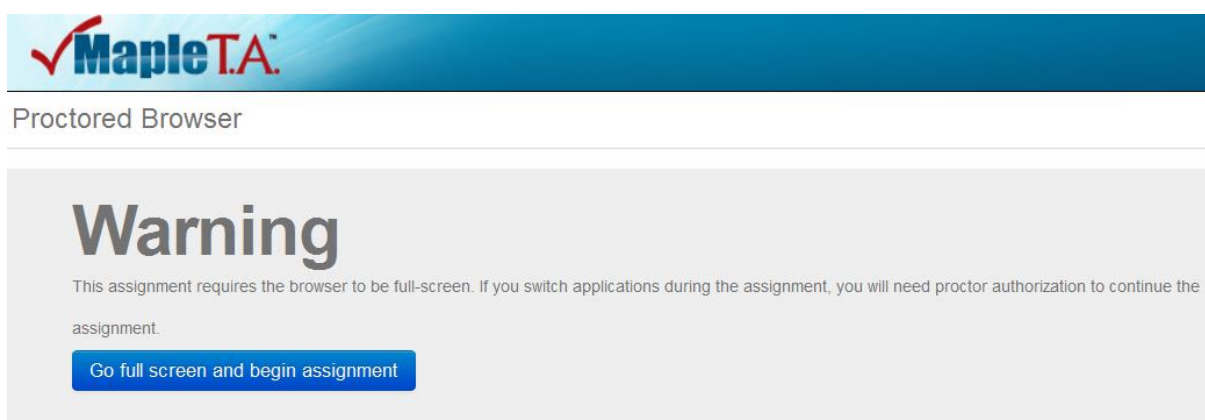
Implementace systému zahrnuje mnoho oblastí a není možné v rozsahu této práce všechny popsat. Proto jsem se rozhodla zmínit se zde podrobněji o oblastech, na které následně poukazovali studenti v ohniskových skupinách. První z nich jsou možnosti zabezpečení systému proti podvádění při zkuškových a zápočtových testech. Systém Maple T.A. samozřejmě umožňuje jistá zabezpečení. Příkladem je omezení otevření písemky jen pro počítače s jistou IP adresou – tato možnost byla při zkoušení na UHK vždy využívána (Obr. 33).



Obrázek 33 Náhled části šablony pro tvorbu testů v Maplu T.A. (omezení na dané IP adresy)

<sup>1</sup> Dovolím si zde poznámku porovnávající situaci u nás a na Albertské univerzitě, kde využívají systém WebAssign. Zde během výuky k žádným úvodním instruktažím nedochází, učitel pouze předá na první hodině studentům heslo k danému kurzu. Úvodní školení tedy buď vůbec neprobíhá nebo je zahrnuto v úvodních školeních k studijnímu informačnímu systému a dostupným e-learningovým nástrojům spíše na úrovni studijního oddělení (systém je využíván plošně v několika předmětech).

K zamezování přístupu k internetu v našem případě nedocházelo. Toto kontroloval pouze vyučující. Možností, jak zabránit používání internetu při zkoušce, je více. První z možností je vypnutí internetového připojení v počítačové učebně, v tom případě je nutné pracovat se systémem Maple T.A. off-line, což ovšem vyžaduje speciální instalaci systému (toto řešení je velice elegantní pro případy, kdy nastávají problémy s výpadky internetového připojení). Dalším řešením je v úvodní teoretické části zmiňovaná Proktorovaná zkouška (*Proctored exam*). Ta ovšem vyžaduje autorizaci proktora v závěru testu (případně i v úvodu), a pokud je studentům během testu zakázáno „přebíhání“ do jiných aplikací, systém použije pro zobrazení testu režim celé obrazovky a v případě, že toto studenti nedodrží, systém si vždy znovu vyžádá autorizaci od proktora (Obr. 34).



Obrázek 34 Spuštění úkolu/testu typu Proctored exam

Nutno zdůraznit, že obě popsané možnosti zamezování přístupu k internetu vyžadují další zapojení vyučujícího. K využívání Proktorované zkoušky v našem případě nedocházelo také z důvodu, že veškeré instrukce (varování před spuštěním testu – Obr. 34, oznámení o nutnosti autorizace proktora atd.) se studentům zobrazují samozřejmě v anglickém jazyce, což by mohlo vést k zbytečným komplikacím při zápočtu/zkoušce<sup>1</sup>.

Poměrně dlouhou dobu strávili studenti při ohniskové skupině diskuzí, zda by měly být všechny otázky domácího úkolu nebo testu zobrazovány pohromadě na jedné stránce nebo každá otázka na své vlastní stránce (více viz kapitola 3.5.2). V platformě Maple T.A. je automaticky přednastavena možnost jeden příklad na stránku, vyučující to samozřejmě může upravit (viz Obr. 35), nicméně tato možnost se zdála jako vhodná, proto nikoho z vyučujících nenapadlo nastavení měnit.

---

<sup>1</sup> Na rozdíl od průběžných domácích úkolů, při kterých se studenti s těmito instrukcemi neseťkají.



Assignment Properties

Max. # attempts allowed: Unlimited

Assignment is only visible to students when the advanced policies are met.

Passing score:  out of 3.0

[Edit feedback messages](#)

If you have set a passing score, the defined feedback will be displayed to the student.

If the final grade is shown

Time limit:  minutes

**Questions per page: 1**

**Scheduling**  
(Central European Time)

Start:  [clear](#)

End:  [clear](#)

Assignment is only visible to students when the date/time restrictions are met.

**Visibility**

Visible Assignment is visible to students when this box is checked.

Obrázek 35 Možnosti nastavení úkolu/testu v Maplu T.A. (počet otázek na stránku)

Umožnit studentům vyzkoušet si variantu zobrazení všech otázek najednou mne napadlo až ve chvíli, kdy jsem administrovala test v prostředí platformy WebWork (Obr. 36), kde byla přímo uvedena možnost zobrazit všechny příklady na jedné stránce (0=all). Pro zobrazení všech úloh v platformě Maple T.A. musí vyučující zadat do příslušného pole číslo odpovídající počtu příkladů v testu nebo vyšší.

**General Information**

Opens	01/23/2015 at 09:54am	<a href="#">calendar</a>
Answers Due	03/31/2015 at 10:54am	<a href="#">calendar</a>
Answers Available	03/31/2015 at 10:54am	<a href="#">calendar</a>
Visible to Students	Yes	<input type="text"/>
Hide Hints from Students	No	<input type="text"/>
Assignment type	gateway/quiz	<input type="text"/>
Gateway parameters	homework gateway/quiz proctored gateway/quiz just-in-time	<input type="text"/>
Test Time Limit (min; 0=infty)	<input type="text"/>	
Cap Test Time at Set Due Date?	<input type="text"/>	
Number of Graded Submissions per Test (0=infty)	<input type="text"/>	
Time Interval for New Test Versions (min; 0=infty)	<input type="text"/>	
Number of Tests per Time Interval (0=infty)	0	<input type="text"/>
Order Problems Randomly	Yes	<input type="text"/>
<b>Number of Problems per Page (0=all)</b>	<b>0</b>	<input type="text"/>
Show Scores on Finished Assignments?	Yes	<input type="text"/>
Show Problems on Finished Tests	Yes	<input type="text"/>

Obrázek 36 Možnosti nastavení úkolu/testu ve WebWorku (počet otázek na stránku)

Souvisejícím problémem je zobrazování výsledků, které ovšem uživatel v Maplu T.A. nemůže nijak ovlivnit. Po zobrazení Gradebooku jsou všechny výsledky a návody pohromadě na jedné stránce a jak uvedla jedna ze studentek ohniskových skupin, je to

velmi nepřehledné: „v tom rolování v Maplu jsem třeba koukala na výsledky – třeba jsem věděla, že jsem tam měla chybu, a jela, jela a už třeba začal jiný příklad a nemohla jsem ho tam najít.“ (z ohniskové skupiny). Z pozice vyučujícího to mohu potvrdit. Když jsem si se studenty při zápočtu nebo zkoušce procházela jednotlivé úlohy nebo sčítala studentům body, často se mi stávalo, že jsem při rolování nějaký příklad přehlédla, protože příklady nebyly dostatečně graficky odděleny. Jelikož se zde kromě výsledků k příkladům zobrazují též návody nebo řešení, stává se, že je jeden příklad kratší než jiný a může splynout s komentářem k předchozímu příkladu. Přehlednosti nepřispívá ani fakt, že se jednotlivé typy otázek při výpisu výsledků v Gradebooku celkem nelogicky nezobrazují stejně. Čtenář může porovnat na Obr. 37 (Obr. 38, Obr. 15).

Otázky v Gradebooku se zobrazují různě - nepřehlednost

**Question 8: Score 1/1**

Your response

Řada

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{7^k \cdot k^5}{k!}$$

konverguje z limitního podilového kritéria (100%)

**vybraná odpověď**  
- další možnosti (distraktory) se nezobrazí

**Correct**

**Comment:**  
Použijeme podilové kritérium

$$\left| \frac{a_{k+1}}{a_k} \right| = \left| \frac{7^{k+1} \cdot (k+1)^5}{(k+1)!} \cdot \frac{k!}{7^k \cdot k^5} \right| = \left| \frac{7}{k+1} \cdot \left( \frac{k+1}{k} \right)^5 \right|$$

Jelikož

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left( \frac{k+1}{k} \right)^5 = 1 \text{ dostáváme}$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left| \frac{a_{k+1}}{a_k} \right| = \lim_{k \rightarrow \infty} \left| \frac{7}{k+1} \right| \cdot 1 = 0.$$

Řada tedy konverguje.

**9** Question Grade: 0.0  
Weighted Grade: (0/1.0)

Také časté problémy se zobrazováním těchto symbolů

Vyberte všechny řady které konvergují.

Choice	Selected	✓/✗	Points
$1 + 4^{-1} + 4^{-2} + 4^{-3} + \dots$	Yes	✓	+1
$1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \dots$	Yes	✗	-1
$1 + \frac{1}{8} + \frac{1}{27} + \frac{1}{64} + \dots$	Yes	✓	+1
$1 - 1 + 1 - 1 + 1 - 1 + \dots$	No		
$1 + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{40} + \dots$	Yes	✗	-1
$1 + \left(\frac{1}{2}\right)^{-1} + \left(\frac{1}{2}\right)^{-2} + \dots$	No		

**Incorrect**

naopak zde vidíme všechny nabízené možnosti

Obrázek 37 Ukázka vyhodnocených otázek v Maplu T.A.

Dle očekávání docházelo při instalaci a zajištění chodu programu Maple T.A. k občasným technickým problémům. V této věci nejsem schopna rozhodnout, zda byla v těchto případech chyba na straně distributora nebo správce sítě UHK.<sup>1</sup> Z úst technického správce UHK jsem se dozvěděla, že nejprve žádal prostřednictvím e-mailu o pomoc s těmito problémy odpovědného technika českého distributora Czech Software First, nicméně bez úspěchu. Z tohoto důvodu jsem byla nucena aktivně komunikovat přímo s techniky firmy Maplesoft v Kanadě (prostřednictvím e-mailové komunikace, posíláním videí, obrázků apod.). Ochota z jejich strany byla velická, ovšem jistý „diskomfort“ tedy plynul ze samotného zavádění nové platformy v ČR. Protože takové platformy jsou v ČR novinkou,

<sup>1</sup> Na tuto problematiku narážel též dotázaný vyučující při polostrukturovaném rozhovoru.

neexistují zde odborníci nebo servis poskytující rady a zkušenosti v ČR nebo v českém jazyce. Dovolím si zde nyní uvést příklady technických problémů, se kterými jsme se setkali. Jsem přesvědčena, že by odstraňování těchto nedostatků mělo být pro systémové inženýry a instituce používající CAA prioritou.

Při provozu docházelo k velkým problémům s grafickou stránkou programu. Některé prohlížeče nezobrazovaly správně matematické symboly<sup>1</sup>, příkaz pro vykreslování grafů z počátku nefungoval vůbec (tento problém, který nastal zřejmě již při instalaci, odstranili až technici Maplesoftu).

V Maplu T.A. 9.5 docházelo k častým problémům a zdržování při práci s programem kvůli spouštění Editoru rovnic prostřednictvím rozhraní Java. Tento problém byl částečně odstraněn verzí Maple T.A. 10, nicméně práce s Editorem rovnic bez Javy není přílišným usnadněním, jak potvrdily také polostrukturované rozhovory s uživateli (viz kapitola 3.5.3).

Dále jsme při provozu neustále naráželi na problémy se špatným vyhodnocováním příkladů, špatně naprogramovanými příklady z Cloudu Maple T.A. apod. (Obr. 38). Samozřejmě k podobným problémům docházelo i v případě, že studenti v odpovědi špatně zapsali matematické symboly<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> K problémům docházelo s prohlížeči Opera, Safari i Google Chrome. Nejlépe systém fungoval v prohlížečích Internet Explorer a Mozilla FireFox, ovšem i zde docházelo k problémům (například se nám stalo, že nešly zobrazit matematické symboly v odpovědi studentky na otázku typu Essay).

<sup>2</sup> Příkladem může být problém s rozdílem mezi horním indexem a exponentem (mocninou) – na pohled vypadá zápis stejně, ale Maple je vyhodnotí jinak.

0.0 (0/2.0) Ve vektorovém prostoru  $R^2$  uvažujme dvě báze: kanonickou bázi  $E = (e_1, e_2)$ , kde  $e_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ ,  $e_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ , a bázi  $Q = (q_1, q_2)$ , kde  $q_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ ,  $q_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ . Která z těchto matic představuje matici přechodu od báze  $Q$  k bázi  $E$ ?

**Your Answer:**  $\begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$

**Correct Answer:**  $\begin{pmatrix} 2 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}$

**Comment:** Matice přechodu od kanonické báze  $E$  k bázi  $Q = (q_1, q_2)$  je tvořena sloupci  $q_1$  a  $q_2$ . Abychom získali matici přechodu od  $Q$  k  $E$ , stačí nalézt inverzní matici k matici přechodu od  $E$  k  $Q$ .

**Incorrect**

**Question 13: Score 0/2**

Je dána matice typu 2x2,  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$ . Vypočtete její mocninu  $A^4$ .

Výsledek zadejte v syntaxi: Matrix([[a,b],[c,d]]), kde [a,b] je první řádek a [c,d] je druhý řádek výsledné matice.

**Your Answer:** Matrix([[145,264],[176,321]])

**Correct Answer:** Matrix(2,2,[(1, 1) = 673, (1, 2) = 1227, (2, 1) = 818, (2, 2) = 1491], datatype = anything, storage = rectangular, order = Fortran\_order, shape = [])

**Comment:** Mocninu  $A^4$  nalezneme tak, že násobíme matici  $A$  se sebou postupně 4 -krát. Dostáváme tak  $A^4 = \begin{pmatrix} 673 & 1,227 \\ 818 & 1,491 \end{pmatrix}$ .

**Incorrect**

Obrázek 38 Ukázka problémů s otázkami převzatými z Maple T.A Cloudu z Lineární algebry, na které upozornili studenti (přeposláno od cvičícího Geometrie)<sup>1</sup>

Jak již bylo zmíněno, v následujícím semestru (letní semestr 2014/2015) byla na UHK vyzkoušena rovněž volně dostupná platforma WebWork. Jelikož byla správa tohoto systému zabezpečena Americkou matematickou společností (AMS), nedocházelo zde k problémům jako u Maplu T.A. Narazila jsem pouze na problém se zobrazováním českého textu (diakritická znaménka). Tento problém se mi nakonec podařilo při programování obejít, nicméně po čase se problém znovu objevil<sup>2</sup> a musela jsem úlohy opět nově „přeprogramovat“ (přepsat problematické symboly ve zdrojovém kódu otázek).

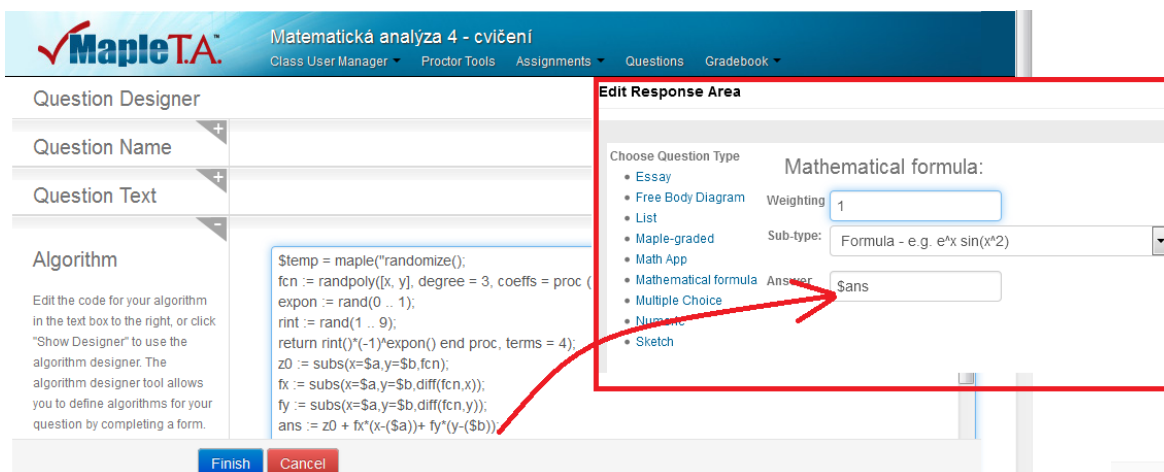
### 3.3.1 Tvorba databáze otázek v Maplu T.A.

Ukázalo se, že programování otázek v platformě Maple T.A. je poměrně náročné, jak dokládají též zkušenosti vyučujících popsané v rozhovorech (kapitola 3.5.3). Otázky jsou rozděleny na několik částí (Obr. 39). Nejdůležitější jsou tři – část s textem úlohy (*Question text*), část, kde tvůrce nadefinuje proměnné a vztahy mezi nimi (*Algorithm*), a část (*Feedback*), kde vyučující vytváří zpětnovazební text pro studenty obsahující návody,

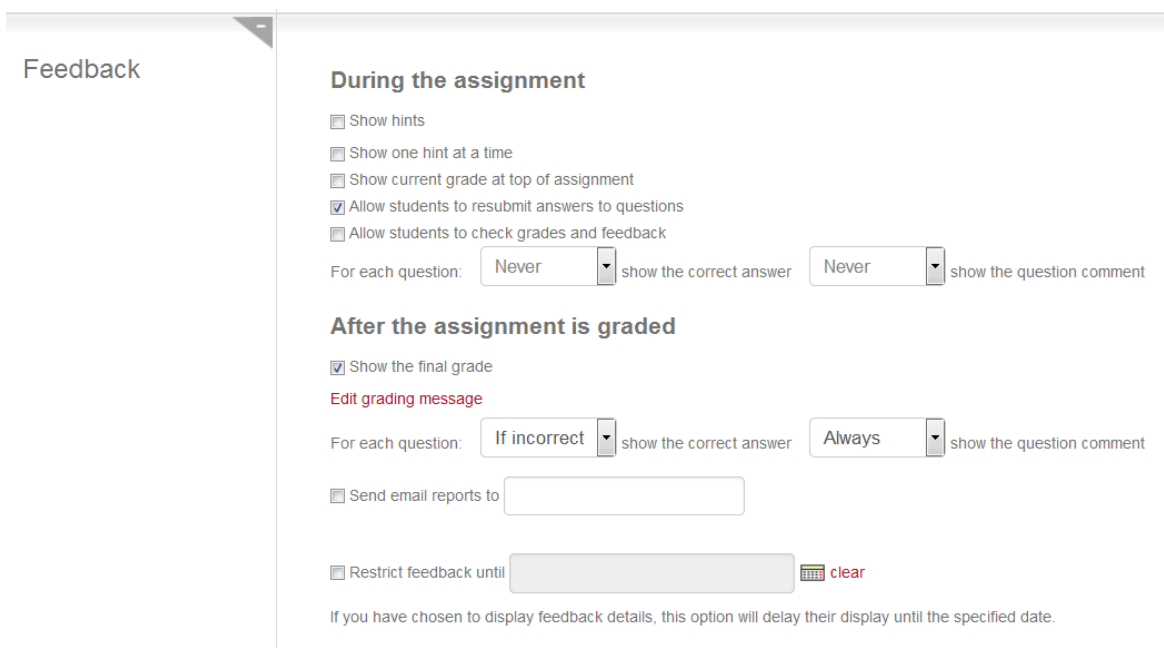
<sup>1</sup> Na obrázku nahoře je chybně vyhodnocený příklad (může jít o syntaktickou chybu, kterou udělali studenti při vyplňování otázky nebo je úloha špatně naprogramována). Na obrázku dole je špatně zobrazena správná odpověď (zřejmě je úloha opět špatně naprogramována nebo jde o systémovou chybu).

<sup>2</sup> Předpokládám, že to bylo způsobeno aktualizací systému ze strany AMS.

případně celá řešení úlohy (viz Obr. 40). V textu úlohy i odpovědi se mohou vyskytovat proměnné z Algoritmu, jak je naznačeno na Obr. 39.



Obrázek 39 Definování proměnných v algoritmu Maplu T.A.



Obrázek 40 Nabídka z nastavení zpětné vazby k otázce v platformě Maple T.A.

Jak již bylo uvedeno v teoretické části, program Maple T.A. umožňuje tvorbu celé škály různých typů otázek. Nyní si k jednotlivým typům (v členění podle Byčkovského 1982) uvedeme též ukázky konkrétních otázek včetně jejich základních položkových statistik (*Item statistics*).

Nejjednodušší případ tvoří otázky uzavřené dichotomické. U dichotomických úloh jsou studentovi předkládány dvě možné odpovědi, z nichž se jedna správná (Obr. 41).

Zjistěte, zda následující řada konverguje nebo diverguje.

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{10^n}{n^3 + 1}$$

(Click For List) ▼

(Click For List)

konverguje

diverguje

Success rate	p-Value	d-Value
0.667	0.667	0.5

Obrázek 41 Ukázka dichotomické otázky v platformě Maple T.A. (List)

Pro dichotomické úlohy jsou v Maplu T.A. vhodné zejména otázky s odpovědí (*Response area*) typu *List* (*Question designer – List*), *Multiple choice* (výběr ze dvou odpovědí), *True/False* (*Yes/No*). U dichotomických úloh je bohužel velká pravděpodobnost uhodnutí správné odpovědi i bez příslušných vědomostí. Nevýhodou systému Maple T.A. je u otázek s odpovědí typu *List* (viz Obr. 41) skutečnost, že pokud chceme test vytisknout, tak v tiskové verzi, kterou systém nabízí, se nezobrazí nabídka odpovědí. Proto pokud chce uživatel využívat též tištěné verze, musí tomu přizpůsobit již tvorbu příkladů.

Dalším typem uzavřených otázek jsou úlohy s výběrem odpovědi (*Multiple choice*) různých forem. U těchto otázek je klíčová tvorba distraktorů (špatných odpovědí). Pokud je distraktor evidentně nesprávný a student se nad ním nemusí zamyslet, tak je zbytečný. V Maplu T.A. je konstrukce těchto otázek velice snadná, jedná se o otázky typu *Multiple choice* (případně lze použít též *List*), pro které je zde vytvořena šablona. Maple T.A. umožňuje také volbu náhodného pořadí odpovědí. V nabízených odpovědích se taktéž mohou vyskytovat proměnné z algoritmu otázky (každý student tak obdrží trochu jiné distraktory). Nejjednodušším příkladem otázek s výběrem odpovědi jsou otázky s jednou správnou odpovědí (Obr. 42).

Pro každé reálné číslo  $\epsilon > 0$  existuje reálné číslo  $\delta > 0$  takové, že když  $0 < x - a < \delta$  pak  $|f(x) - L| < \epsilon$ .  
Toto je definice pro . . .

- $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$
- $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$
- $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$
- $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \infty$
- $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$
- $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = L$
- $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = -\infty$

Success rate	p-Value	d-Value
0.4	0.4	0.667

Obrázek 42 Ukázka otázky s výběrem odpovědi v Maplu T.A. (*Multiple choice*)

Jestliže má student v testové otázce vybrat několik správných odpovědí, hovoříme o tzv. vícenásobné odpovědi. Podobnými otázkami jsou úlohy přiřazovací (*Matching*). Tvoří se v Maplu T.A. v podstatě stejným způsobem pomocí šablony.

Otevřené otázky se stručnou odpovědí požadují od žáka vytvoření a uvedení vlastní krátké odpovědi (Obr. 43). Výhodou tohoto typu otázek je, že neumožňují žákům tak snadno uhodnout správnou odpověď bez příslušných vědomostí, jako je tomu u otázek s výběrem odpovědi. Většinou se předpokládá, že vytvoření odpovědi je pro žáka náročnější než pouhé rozpoznání správné odpovědi mezi nabídnutými alternativami (Chrzová, Maněna 2008).

Najděte Taylorův polynom  $T_7(x)$  funkce

$$f(x) = 7x^4 + 3x^3 + x + 8 \text{ v bodě } a = 1.$$

$$T_7(x) =  $$

Success rate	p-Value	d-Value
0.505	0.364	0.433

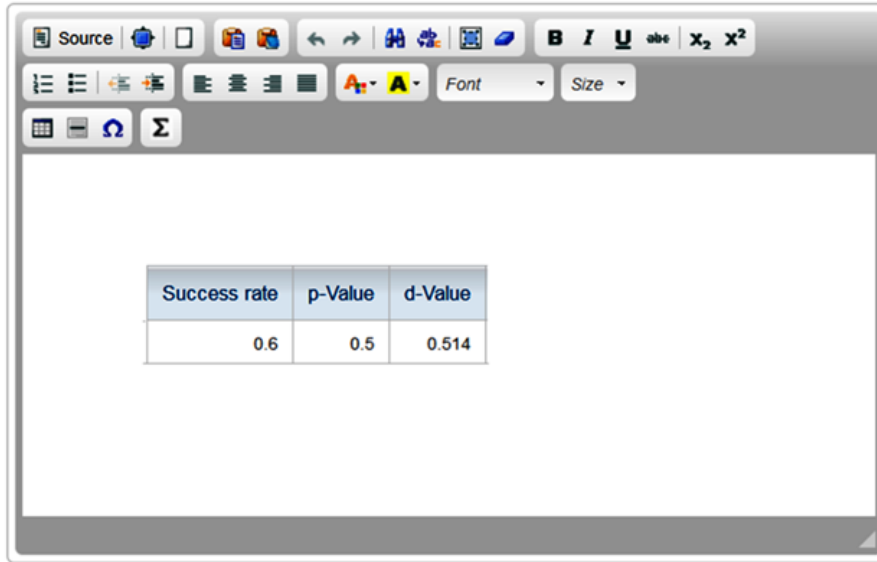
Obrázek 43 Ukázka otázky se stručnou odpovědí v Maplu T.A. (*Formula*)

Právě u otázek se stručnou odpovědí se nejvíce projevuje „síla“ matematických platform CAA, které jsou schopny ověřit správnost odpovědi, např. ve formě algebraického výrazu.

Ideálně program rozezná rovnost dvou algebraických výrazů. Možností tvorby otázky se stručnou odpovědí v Maplu T.A. je několik. Nejprve si musí instruktor rozmyslet, jak by měla odpověď vypadat. Maple T.A. nabízí otázky s číselnou odpovědí (*Numeric*), případně číselné odpovědi s danou tolerancí, nebo odpovědi ve formě výrazů (*Mathematical formula, Maple-graded*). Instruktor stejně jako u předešlých otázek naprogramuje znění otázky (opět například s měnícími se koeficienty pro každého studenta a s ohledem na tyto koeficienty je naprogramována i správná odpověď).

V případě, že je odpověď příliš složitá (například ve formě funkce definované po částech – viz Obr. 44), umožňuje Maple T.A. tvorbu otevřené otázky *Essay*, za kterou přiděluje body instruktor.

Pro  $x \in \langle 0, \infty \rangle$  najděte limitu  $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n =$



Success rate	p-Value	d-Value
0.6	0.5	0.514

(Pokud chcete zapsat nějaký matematický znak, stiskněte symbol sumy  $\Sigma$  - zobrazí se editor rovnic)

Obrázek 44 Ukázka otázky se stručnou odpovědí v Maplu T.A. (*Essay*)

Pro průběžné domácí úkoly samozřejmě není tento typ otázky vhodný. Tato forma byla používána pouze u sumativních testů zejména v teoretických otázkách (např.: vyslovte nutnou podmínku konvergence, definujte nekonečnou řadu apod.). Zkušenost s využitím tohoto typu otázky ovšem nebyla zcela pozitivní, protože pakliže studenti použili při vyplňování této otázky Editor rovnic, stávalo se, že se části jejich odpovědí nezobrazily správně (nebo vůbec). Toto zřejmě záviselo na prohlížeči a daném typu symbolu. Problém se dařilo řešit tím, že studenti psali své výpočty a poznámky u sumativních testů vždy paralelně na papír, což je samozřejmě nepříjemnost, která by měla být řádným otestováním systému odstraněna. Jeden z dotázaných učitelů při následných rozhovorech taktéž poukazoval na nevyhovující situaci a jistě nepohodlí pro studenty při vyplňování těchto



otázek za pomoci Editoru rovnic, nicméně přesto uvádí, že právě u těchto otázek vidí do budoucna veliký potenciál<sup>1</sup>.

U složitějších příkladů je často zapotřebí úlohu rozdělit na dílčí otázky. Pro tento účel je v Maplu T.A. vytvořena úloha *Multipart-question*. Tento typ však není příliš uživatelsky příznivý, neboť instruktor nejprve musí vytvořit jednotlivé otázky zvlášť a pak z nich teprve tvoří *Multipart-question*. Vhodnější je tvorba „celých“ úloh v *Question designeru* s postupným vkládáním daných typů odpovědí (*Response area*).

Mějme řadu  $\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n (x+2)^n}{9^n \sqrt{5n+1}}$ .

1. Poloměr konvergence R =   

2. Obor konvergence můžeme vyjádřit ve tvaru:

- $a \leq x < b$
- $a \leq x \leq b$
- $a < x \leq b$
- $a < x < b$

kde krajní body jsou:

$a =$    ,  $b =$    

Success rate	p-Value	d-Value
0.714	0.5	0.429

Obrázek 45 Ukázka „rozkouskované“ otázky v Maplu T.A. (Question designer)

### 3.4 DOPADY VYUŽITÍ SYSTÉMU CAA VE VÝUCE MA S OHLEDEM NA IDENTIFIKOVANÉ CHARAKTERISTICKÉ SKUPINY STUDENTŮ

K odhalení dopadů využití systému Maple T.A. byla využita metoda **nestrukturovaného zúčastněného pozorování** v rámci výuky Matematické analýzy 2 (MA2) a Matematické analýzy 3 (MA3). Během této výuky došlo také k **analyzování domácích úkolů a zápočtových testů** studentů. V hodinách MA2 a MA3 bylo sledováno:

<sup>1</sup> Komfort pro učitele, který nemusí „luštit“ písemné práce studentů na papíře.

- reakce a přístup k CAA
- aktivita studentů
- výkon studentů

Vyhodnocení bylo provedeno s ohledem na charakteristické skupiny studentů.

Nejprve byla výuka předmětu MA 2 vyučována bez podpory CAA a až následně výuka předmětu MA 3 byla vedena s využitím systému Maple T.A., aby mohly být sledovány a porovnány oba dva přístupy. V obou předmětech odevzdávali studenti pravidelně domácí úkoly (resp. formativní testy), v MA 2 bylo zadávání úkolů prováděno frontálně (všichni studenti měli stejné zadání) a studenti je odevzdávali papírovou formou, naopak v MA 3 je vyplňovali prostřednictvím počítače (v systému Maple T.A.). Každý student měl tedy v Maplu T.A. trochu jiné zadání díky náhodnému výběru otázek, pořadí otázek a randomizaci proměnných v otázkách. Studenti mohli v této druhé variantě navíc opakovat vypracování úkolu kolikrát chtěli, systém jim vždy nabídl nové zadání a po vypracování získali vždy okamžitou zpětnou vazbu. Snažila jsem se, aby byly podmínky výuky v obou semestrech srovnatelné. V případě absence nebo nemoci mohli studenti v prvním „tradičním“ semestru taktéž odevzdat domácí úkol elektronicky prostřednictvím LMS Moodle. Výuka byla vedena u obou předmětů pomocí stejných organizačních forem výuky. Výuka probíhala vždy 13 výukových týdnů a byla rozdělena do 4 tematických okruhů. Konkrétně v Matematické analýze 2 byly probírány následující tematické okruhy: Průběh funkce, Neurčitý integrál, Integrace racionálních funkcí, Určitý integrál. V rámci výuky Matematické analýzy 3 se probírala Kritéria konvergence řad s nezápornými členy, Absolutní konvergence řad, Funkční posloupnosti a řady, Mocninné a Taylorovy řady. Studenti měli možnost využít též konzultace.

### *Zvýšený zájem (strach, stres)*

---

Ve druhém ze sledovaných semestrů jsem pozorovala, že domácí úkoly prostřednictvím CAA vedly ke zvýšenému zájmu studentů (než v papírové podobě v předchozím semestru). Mnohem častěji se při hodině a konzultacích ptali na to, jakým způsobem úkoly řešit, proč třeba nějaké řešení v CAA nemají dobře.<sup>1</sup> Tento zvýšený zájem byl zřejmě zapříčiněn obavami z nového systému, z hodnocení počítače, termínu odevzdání apod.

---

<sup>1</sup> Samozřejmě nutno podotknout, že dotazy na úkoly v Maplu T.A. byly také často věnovány problémům se syntaxí a vlastnímu chodu programu.

Tento fakt se později potvrdil v ohniskových skupinách, kde se mimo jiné také ukázalo, že se dotazovaní studenti obecně během vysokoškolského studia s domácími úkoly příliš nesebkávají, takže i papírové domácí úkoly v prvním ze sledovaných semestrů byly pro studenty na VŠ vlastně ojedinělé: „*Popravdě jediný, kdo to po mně chtěl* (domácí úkoly v papírové formě – pozn. autorky), *jste byla Vy v Matematické analýze 2*“.<sup>1</sup> (z ohniskové skupiny).

Kromě výše zmíněného zájmu o úkoly v CAA nedošlo k významnějšímu zvýšení aktivity studentů při hodině. Během semestru jsem zaznamenávala aktivitu jednotlivých studentů. Nejvyšší aktivitu při cvičeních v obou semestrech projevovali 3 studenti (Student 5, Student 9 a student 20) ze Shluku 2.2, kteří byli následně zařazeni do ohniskových skupin. Nejnižší aktivitu projevovali studenti: Student 18 a Student 8 (Shluk 1), nízkou aktivitu při hodinách projevovala též studentka – Student 6 (Shluk 2.1), která ovšem hojně využívala konzultačních hodin.

### *Přenesení zodpovědnosti*

---

Pozitivním efektem počítacem podporovaného hodnocení je, že při vypracovávání úkolů a testů v systému CAA je odbourána diskuze zaměřená na nespokojenost studentů s hodnocením učitele, jelikož je **zodpovědnost za hodnocení** přenesena na „třetí objektivní entitu“ (v našem případě systém Maple T.A).

Na druhou stranu jsem ovšem vyzorovala, že někteří studenti začali přikládat počítači a příkladům v počítači přílišný význam. Měla jsem pocit, že začali věřit počítači více než sobě nebo vyučujícímu – zapsané postupy studentů na papíře pak naprosto odpovídaly uvedenému řešení v CAA systému včetně označení jednotlivých proměnných a symboliky. Přesto, že bych pochopitelně přivítala vlastní řešení studentů. V těchto případech šlo zejména o přebírání předložených návodů bez přemýšlení – viz Obr. 46 (tento přístup byl pozorován zejména u studentů ze Shluku 1, což koresponduje s povrchním přístupem k učení). Dokonce se při cvičeních nebo zápočtových testech stávalo, že studentům při výpočtu (zápisu postupu na papír) nějaká část řešení úplně vypadla, a tak jejich řešení

---

<sup>1</sup>Opět si zde dovoluji srovnání vycházející ze zkušenosti z Albertské univerzity, kde studenti odevzdávají domácí úkoly v různých formách pravidelně ze všech předmětů. Na katedře matematických a statistických věd zde existuje centrum doučování pro pomoc s domácími úkoly, tzv.: *Decima Robinson Support Centre*, kde pomáhají bakalářským studentům studenti magisterských a doktorských oborů, kteří mají tuto povinnost přímo v rámci svého studijního plánu (informace dostupné zde: <https://www.ualberta.ca/mathematical-and-statistical-sciences/undergraduate-studies/decima-support-centre>).

nedávalo smysl, nebo si spletli zadání s jiným příkladem (opět Obr. 46). Argumentace studentů v těchto případech zněla: „*ale v tom systému to tak je, já Vám to klidně ukážu*“.

Nechť  $f(x, y) = \sqrt{(2x + 3y + 1)}$ . Najděte Taylorův polynom 1. stupně funkce  $f$  v bodě  $(0, 0)$ .

$T_1 =$

**Incorrect**

Your Answer:  $2^{1/2} + 1/2 \cdot 2^{1/2}x + 1/2 \cdot 2^{1/2}y$  ← *správná odpověď k jinému zadání:*

Correct Answer:  $(1.0+(x))+(1.5*(y))$

Comment: Vypočítáme parciální derivace:

$$\frac{\partial}{\partial x} f = (2x + 3y + 1)^{-1/2}$$

$$\frac{\partial}{\partial y} f = \frac{3}{2} (2x + 3y + 1)^{-1/2}$$

v bodě  $(0, 0)$ :  $f(0, 0) = 1$ ,  $\nabla f(0, 0) = (1, \frac{3}{2})$ .

$$T_1 = 1 + x + \frac{3}{2}y$$

Nechť  $f(x, y) = \sqrt{(2x + 2y + 2)}$

Najděte Taylorův polynom 1. stupně funkce  $f$  v bodě  $(0, 0)$ .

$T_1 =$

Correct answer:  $\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{2}x + \frac{1}{2}\sqrt{2}y$

Obrázek 46 Typické chyby studentů v otázkách z Maplu T.A.

### Vývoj v pragmatický přístup

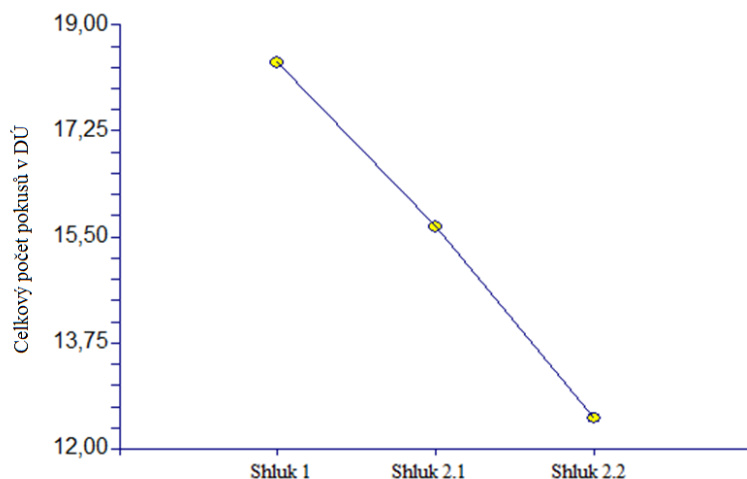
V průběhu semestru jsem zaznamenala, že počáteční obavy studentů z nového systému postupně slábly. Na počátku si studenti často stěžovali na anglické prostředí programu a problémy se zadáváním odpovědí (studenti špatně zadali symboly, systém nevyhodnotil otázku správně atd.), nicméně na konci semestru již brali úlohy v Maplu T.A. automaticky. Dá se říci, že **studenti si na systém zvykli** a začali k němu přistupovat více „pragmaticky“. Podobně jako u papírových domácích úkolů se mne často snažili přesvědčit, abych jim prodloužila datum odevzdání, ujišťovali se, že budou zápočtový test psát stejně jako domácí úkoly v Maplu T.A. Také jsem si všimla, že studenti velmi kvitují uvedené **návody a řešení u příkladů** v systému (viz např. Obr. 15), což ovšem možná v kontextu předchozího odstavce vedlo studenty k učení se z těchto uvedených řešení a odvádělo od studia jiných materiálů. Opět dodávám potvrzující úryvek z ohniskových skupin: „*Na ty materiály, co jste nám tam dávala, jsme pak ani nesáhli. Takhle jsme vlastně řešili oba ty kurzy – Geometrii i Analýzu.*“ (z ohniskové skupiny)

### Domácí úkoly

Celkově se dá říci, že se **výkony studentů v domácích úkolech v závislosti na formě odevzdání úkolu nezměnili**. Studenti, kteří odevzdávali domácí úkoly v papírové podobě

kvalitně vypracované, zpravidla neměli problém s vypracováváním úkolů v Maplu T.A. a naopak. Jak se také později potvrdilo v ohniskových skupinách, u papírového i elektronického odevzdávání domácího úkolu docházelo k občasnému opisování. U papírových úkolů dokonce došlo k velmi nepříjemnému případu, kdy student odevzdal identické (oskenované) řešení domácího úkolu spolužáka.

V druhém ze sledovaných semestrů umožnil systém Maple T.A. navíc sledovat práci studentů při vyplňování úkolů v systému. Na následujícím Obr. 47 můžeme vidět průměr počtu provedených pokusů v pěti domácích úkolech pro jednotlivé charakteristické skupiny studentů (shluky). Jak je již z obrázku patrné, rozdíly mezi shluky<sup>1</sup> se ukázaly jako statisticky významné ( $p\text{-hodnota} = 0,013842$ )<sup>2</sup>. Z výsledků vyplývá, že **studenti ze Shluku 1 potřebovali větší počet pokusů k dosažení potřebné bodové hranice pro splnění daného úkolu** (což bylo vždy 70 % bodů z DÚ).



Obrázek 47 Celkový počet pokusů v DÚ za semestr (v předmětu MA3) - průměry pro jednotlivé shluky

<sup>1</sup> Dělení na dva shluky (Shluk 1, Shluk 2) i jemnější dělení na tři shluky (Shluk 1, Shluk 2.1, Shluk 2.2).

<sup>2</sup>  $P\text{-hodnota}$  v parametrických testech: pro dva shluky  $p = 0,013842$  (t-test), pro tři shluky  $p = 0,024727$  (ANOVA).  $P\text{-hodnota}$  v neparametrických testech: pro dva shluky  $p = 0,025588$  (Mann-Whitney test), pro tři shluky  $p = 0,039122$  (Kruskal-Wallis test). Připomeňme, že pokud je  $p\text{-hodnota}$  menší než hladina významnosti  $\alpha=0.05$ , rozdíly jsou statisticky významné.

Na konci obou sledovaných semestrů plnili studenti zápočtový test.<sup>1</sup> Zápočtové testy Z1 a Z2 posuzují úroveň znalostí z daného semestru (8 otázek) a odborných matematických kompetencí (8 otázek). Znalosti z daného semestru jsou rozděleny dle jednotlivých tematických okruhů po 2 otázkách (tj. 4krát 2 otázky). Otázky zaměřené na odborné matematické kompetence („matematický aparát a vzhled do problematiky“) obsahují podpoložky označené Nerovnosti (2 otázky), Limity (2 otázky), Aritmetické a geometrické posloupnosti a řady (2 otázky) a Pochopení/aplikace nových matematických tvrzení (2 otázky). V poslední zmiňované podpoložce najdeme aplikační otázky obsahující znění jednoduchých matematických vět (příp. definic), které studenti ještě neznají (z následujícího semestru), přičemž mají studenti prokázat, že znění věty pochopili.

Otázky byly skórovány maximálně jedním bodem s přidělením poměrné části bodu za částečně správnou odpověď (týká se zejména uzavřených otázek s více správnými odpověďmi). Reliabilita testů byla ověřena výpočtem Cronbachovy alfy v programu NCSS pro jednotlivé testy (test Z1 – *Cronbach's Alpha* 0,825213, test Z2 – *Cronbach's Alpha* 0,853111). Obsahová validita zápočtových testů byla zajištěna konzultacemi s kolegy, členy katedry matematiky, a hlavně garantem předmětů Matematická analýza 1–4 doc. Dušanem Bednaříkem.

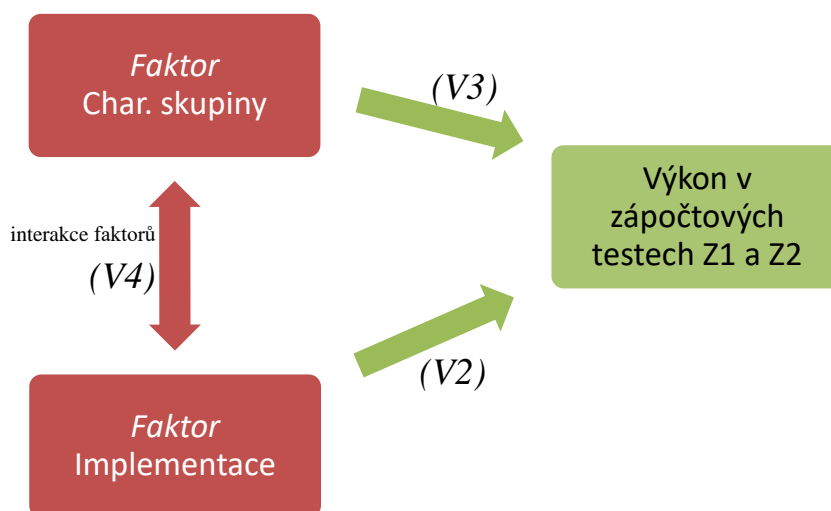
U obou zápočtových testů si mohli studenti zvolit, zda budou test vypracovávat papírově nebo elektronicky, proto byly pro dodržení objektivity voleny pouze otázky uzavřené a otevřené s krátkou odpovědí. Jelikož v prvním semestru studenti ještě neměli se systémem zkušenosti, zápočtový test Z1 byl pro studenty z platformy Maple T.A. vytištěn. U zápočtového testu Z2 naopak volili všichni studenti práci v prostředí Maple T.A. Na vypracování testu byl použit dostačující limit 60 minut. Zápočtové testy byly vyhodnoceny s ohledem na charakteristické skupiny studentů.

Uvědomuji si, že rozdílné výsledky studentů v zápočtových testech z předmětu MA2 a MA3 mohou být způsobeny kromě implementace nového systému také obsahem jednotlivých předmětů a přirozeným vývojem studentů. Nicméně analýzu zápočtových testů bereme jako jedno z vodítek k zodpovězení *výzkumných otázek V2-V4 (znění viz kapitola 2.1)*, které pátrají po vlivu implementace systému CAA do výuky a po

---

<sup>1</sup> Zápočtový test Z1 – Matematická analýza 2, zápočtový test Z2 – Matematická analýza 3.

vlivu přístupů studentů k učení (dle char. skupin) na výkon studentů v zápočtových testech. Pomocí analýzy rozptylu, která byla pro tento účel zvolena, můžeme také určit, zda se tyto dva faktory neovlivňují navzájem (*interakce faktorů*).



Obrázek 48 Schéma dvoufaktorové ANOVY pátrající po vlivu faktorů na výkon studentů v zápočtových testech (V2, V3, V4 – označení výzkumných otázek z kap. 2.1)

Postup při dvoufaktorové analýze rozptylu je takový, že nejprve testujeme *výzkumnou otázku V4* (o interakci mezi faktory), a pokud se interakce neprokáže, můžeme pokračovat v testování hlavních efektů, tedy *otázky V2* (o vlivu implementace CAA) a *V3* (o vlivu přístupů ke studiu). V Příloze J jsou uvedeny výsledky včetně podrobného komentáře.

Z výsledků uvedených v příloze vyplývá, že mezi faktory zřejmě neexistuje vztah<sup>1</sup>, neboli že **implementace systému CAA do výuky zřejmě ovlivnila výkony studentů ze všech charakteristických skupin stejným způsobem**. Dále se neukázal jako statisticky významný vliv přístupů studentů k učení na jejich celkový výkon v zápočtových testech. Ale pokud jde o položky zaměřené na pochopení a aplikace nových matematických tvrzení, tam si vedli statisticky významně lépe studenti zaměřeni na hloubkový přístup k výuce (Shluk 2). Naopak vliv použití/nepoužití systému CAA na celkové výsledky se projevil jako statisticky významný. Po implementaci systému Maple T.A. se výkony studentů v zápočtových testech zlepšily ( $Z2 > Z1$ ) ve všech charakteristických skupinách.

Výše uvedené výsledky odpovídají pozorováním. Zaznamenala jsem pozitivní přístup k využití systému napříč všemi charakteristickými skupinami studentů. Přesto, že se

<sup>1</sup> Interakce mezi faktory se neobjevila.

studenti ze Shluku 1 stavěli zpočátku k zavedení systému odmítavěji, ke konci semestru se tato nevyváženost mezi charakteristickými skupinami spíše vyrovnala (více viz kapitola 3.5.1). Důvod, proč studenti prospívali v zápočtovém testu Z2 lépe než v zápočtovém testu Z1, byl také diskutován v ohniskových skupinách. Studenti paradoxně považují za obtížnější látku probíranou v druhém ze sledovaných semestrů (test Z2, ve kterém dopadli lépe). Nicméně uvádějí, že pro ně po soustavném<sup>1</sup> vyplňování otázek v domácích úkolech prostřednictvím Maplu T.A. byl zápočtový test snazší: „...*tím opakováním jsme se dobírali k tomu, jak to má tedy být. Takže nám pak i ty opakovací zápočtové testy přišly trochu jednodušší*“ (z ohniskové skupiny). Nutno podotknout, že přesto studenti z ohniskové skupiny nejsou přesvědčeni, že by díky Maplu T.A. došlo k skutečnému nárůstu jejich znalostí (což také odpovídá zjištěním dotazníku Q2 – kapitola 3.5.1).

## 3.5 POSTOJE STUDENTŮ A UČITELŮ K SYSTÉMŮM CAA (ZÍSKANÉ NA ZÁKLADĚ JEJICH ZKUŠENOSTI S NIMI)

### 3.5.1 Dotazníkové šetření (Q2 – Postoje k užívání online systému CAA)

Výzkumný nástroj použitý v této etapě výzkumu představuje speciálně navržený dotazník vyvinutý izraelskými autory (Pundak et al., 2013), který je zaměřený na zjištění postojů studentů k využívání systémů „*online kontroly úkolů*“<sup>2</sup> (původní název: *Attitudes Questionnaire concerning Online Assignment Checking*). Dotazník je sestaven ze 6 okruhů a obsahuje 28 tvrzení. Autoři uvádějí, že byly původní položky dotazníku posouzeny pěti specialisty v oblasti vzdělávání. Následně došlo k vyloučení položek s méně než 80 % shodou mezi těmito odborníky. Při tomto postupu bylo vybráno stávajících 28 z původních 35 položek. Konečná verze dotazníku tedy obsahuje 18 položek vyjadřujících kladný přístup k CAA a 10 položek s negativním postojem k CAA.

Se svolením prof. Pundaka byl dotazník přeložen a upraven pro naše potřeby. Česká verze dotazníku (Dotazník Q2) obsahuje zmíněných 28 tvrzení rozříděných podle šesti okruhů uvedených v následující tabulce. Tvrzení vyjadřovala pozitivní i negativní postoje studentů k užívání CAA ve výuce MA (Tab. 6).

---

<sup>1</sup> opakované vyplňování DÚ v Maplu T.A. na rozdíl od papírových DÚ v předešlém semestru.

<sup>2</sup> Překlad autorka.



Tabulka 6 Hlavní okruhy dotazníku Q2

okruhy	Příklad výroku	č. výroku
<b>1. Zapojení do kurzu a zájem o studovanou problematiku</b>	<i>Díky práci se systémem CAA považuji lekce za zajímavější.</i>	3, 10, 18, 24
<b>2. Pochopení studované problematiky</b>	<i>Průběžné úlohy v systému CAA mi pomáhají pochopit odborné termíny probírané v tomto předmětu.</i>	7, 8, 22
<b>3. Přístup vyučujícího (k pochopení obtíží studentů)</b>	<i>Vyučující se během výuky nevěnuje problémům, které se objevují v systému CAA.</i>	5, 21, 23, 26
<b>4. Úspěšnost v kurzu</b>	<i>Mé šance na úspěch v tomto předmětu jsou větší díky procvičování v systému CAA.</i>	6, 11, 17, 19, 20
<b>5. Tradiční úlohy ve srovnání s online úlohami</b>	<i>Pro studenty 21. století je vhodnějším způsobem zadávání úloh prostřednictvím systému CAA než papírovou formou.</i>	1, 4, 12, 13, 14, 16, 25
<b>6. Nedostatek integrity (tendence podvádět)</b>	<i>Občas využívám řešené domácí úkoly svých přátel, aniž bych předtím odpověděl(a) na otázky v systému CAA samostatně.</i>	2, 9, 15, 27, 28

U všech 28 hlavních položek se měli studenti podobně jako u dotazníku Q1 ztotožnit s daným výrokiem zaškrtnutím odpovědi na škále tentokrát 0-5 (viz Tab. 7).

Tabulka 7 Odpovědi v dotazníku Q2

1	2	3	4	5	0
Naprostě nesouhlasím	Nesouhlasím	Neutrální	Souhlasím	Naprostě souhlasím	Nepodstatné

Nulové hodnocení vyjadřuje, že položku shledává respondent nepodstatnou. Při statistických výpočtech byla v souladu s metodikou původních autorů tato nulová hodnocení považována za chybějící hodnoty.

V dotazníku dále následovaly tři otevřené otázky. První otázka pátrá po počtu předmětů, které studenti do současné doby studovali za pomoci CAA. V druhé otázce měli studenti hodnotit grafickou a uživatelskou stránku Maplu T.A. (zda jsou matematické symboly přehledné, jak se jim s programem pracovalo, zda nastaly nějaké problémy apod.). Třetí otázka komparuje předložení domácích úkolů prostřednictvím systému CAA a v papírové formě – studenti měli zvolit a zdůvodnit svou volbu. V dotazníku samozřejmě nechyběla úvodní část, kde byli respondenti osloveni a požádáni o vyplnění dotazníku. V závěru bylo uvedeno poděkování.

## Výsledky dotazníkového šetření Q2

---

První verze nestandardizovaného dotazníku Q2 byla opět pilotně vyzkoušena na malém vzorku studentů pro kontrolu srozumitelnosti výroků. Oficiální dotazníkové šetření (Q2) bylo provedeno na začátku letního semestru 2014/2015 při hodině Matematické analýzy 4. Šetření se zúčastnili všichni studenti zařazení do výzkum<sup>1</sup>. Návratnost byla tedy 100 %. Pro vyhodnocení každé z 28 hlavních položek byla vždy formulována nulová hypotéza, že v průměru by studenti vyjádřili neutrální postoj vůči CAA, tedy  $\forall_{n=1...28}$ :  $H_0: \bar{X}_n = 3$ .  $\bar{X}_n$  označuje průměrnou odpověď studentů v n-té položce. Tyto hypotézy byly testovány pomocí jednovýběrového t-testu. Podrobněji viz Příloha M, kde je uveden přehled odpovědí studentů pomocí sloupcových grafů (*Percent bar chart*).

Statisticky významně se postoj studentů k CAA prokázal u 10 položek<sup>2</sup>, které si nyní shrneme. U položek třetího okruhu (výroky č. 5, 23, 26) studenti uvádějí, že během výuky v rámci daného předmětu docházelo k diskuzím o problémech spojených s úlohami v CAA. Ve svých odpovědích studenti dále potvrzují, že úkoly zadávané v CAA se shodují s obsahem studovaného předmětu. Studenti jsou také přesvědčeni, že vyučující považuje procvičování příkladů během kurzu za důležité, protože pomáhá identifikovat problémy spojené s příslušnou látkou. Tyto odpovědi byly pozitivním signálem, že implementace CAA na katedře matematiky UHK proběhla úspěšně.

Studenti dále souhlasí s výrokem č. 13, že zpětná vazba poskytovaná CAA představuje účinnější metodologický prostředek, než je tomu u zpětné vazby v jiných předmětech. Statisticky významného potvrzení se dočkal také výrok č. 14, který říká, že možnost opravit chyby při vyplňování úloh prostřednictvím CAA jim pomáhá lépe pochopit látku probíranou v příslušném kurzu. Dále se ukázalo, že okamžitá zpětná vazba poskytovaná systémem CAA motivuje studenty k plnění zadaných úloh (výrok č. 16). Studenti se domnívají ve shodě s výrokem č. 25, že otázky v systému CAA umožňují rozvíjet pokročilé myšlenkové operace přinejmenším stejně dobře jako klasické úkoly v jiných předmětech. Podle výroku č. 28 studenti obvykle kompletně vyřeší všechny otázky, a teprve potom zadávají konečná řešení do CAA. Studenti se dále domnívají, že je důležité odpovědět na všechny otázky samostatně, aby lépe pochopili podstatu studované látky

---

<sup>1</sup> tj. 20 studentů, neboť z původních 22 studentů zanechaly 2 studentky studia.

<sup>2</sup> Výroky č. 5, 23, 26, 13, 14, 16, 25, 28, 2, 19.

(výrok č. 2). Z hlediska osobního rozvoje studentů je pro ně důležitý úspěch v tomto předmětu, proto se domnívají, že je nezbytné opravdu se samostatně naučit odpovídat na předkládané otázky (výrok č. 19). Žádný z výroků vyjadřujících negativní postoj nebyl statisticky významně potvrzen, studenti tedy vyjadřovali neutrální či pozitivní postoj k CAA.

Pro výpočet reliability a dalších výpočtů byly odpovědi studentů v dotazníku u položek vyjadřujících negativní postoj a pozitivní postoj sjednoceny – u deseti položek vyjadřujících negativní postoj byly odpovědi studentů započítány jako opačné<sup>1</sup>.

Tabulka 8 Rovnice vysvětlující převod odpovědí:

$X_{\text{nové}} = 6 - X_{\text{staré}}$
<b>1 ↔ 5</b>
<b>2 ↔ 4</b>
<b>3 ↔ 3</b>

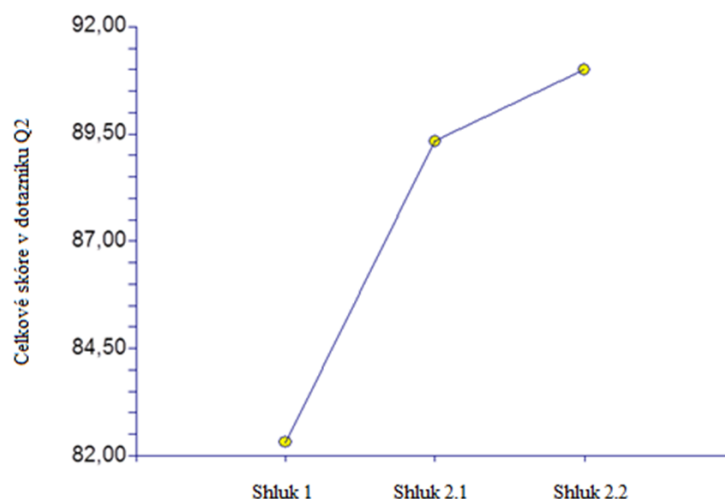
Reliabilita dotazníku byla opět prověřena pomocí Cronbachovy alfy (*Cronbach's Alpha* 0,835281). Přesto, že studenti ze Shluku 2 hodnotili CAA v dotazníku Q2 pozitivněji než ze Shluku 1 (Obr. 49), neukázaly se tyto rozdíly jako statisticky významné. Signifikance<sup>2</sup> byla tentokrát  $p = 0,165252$ .<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Po této úpravě tedy celkové skóre v dotazníku zjednodušeně řečeno odpovídá: „čím vyšší skóre, tím pozitivnější postoj k CAA“.

<sup>2</sup> tj. *p-hodnota* by musela být menší než hladina významnosti  $\alpha=0.05$ , aby byly rozdíly statisticky významné.

<sup>3</sup> *p-hodnota* v parametrických testech: pro dva shluky  $p = 0,165252$  (*t-test*), pro tři shluky  $p = 0,386055$  (*ANOVA*). *P-hodnota* v neparametrických testech: pro dva shluky  $p = 0,197411$  (*Mann-Whitney test*), pro tři shluky  $p = 0,437892$  (*Kruskal-Wallis test*).



Obrázek 49 Průměrné skóre v dotazníku Q2 pro jednotlivé shluky

Dále byla sledována závislost mezi výsledky studentů v zápočtovém testu Z2 a v odpovědích dotazníku Q2. Ukázala se zde slabá pozitivní korelace, která by naznačovala, že čím lepší výsledky studenti v zápočtovém testu dosahovali, tím pozitivnější postoj k CAA vyjadřovali v dotazníku Q2. Dosažená hladina testu (o korelačním koeficientu<sup>1</sup>) ovšem na odpovídající F statistice činí 0,0502<sup>2</sup>. Lineární závislost tedy nebyla statisticky významně potvrzena. Pearsonův korelační koeficient vyšel 0,368366, pro nějž vyšla signifikance tedy  $p = 0,0502$ . Spearmanův korelační koeficient je 0,225490 se signifikancí  $p = 0,1629$ .

V dotazníku dále následovaly tři otevřené otázky. Odpovědi na tyto otázky byly zpracovány pomocí obsahové analýzy. První otázka pátrá po počtu předmětů, které studenti do současné doby studovali za pomoci CAA. Studenti jednotně odpovídali 2-3 zkušenosti v Maplu T.A. (konkrétně předměty Matematická analýza a Geometrie na katedře matematiky). Pouze jeden student uvádí též zkušenosti ze SŠ, kde probíhalo automatické hodnocení prostřednictvím Moodle. Z těchto odpovědí vyplývá, že tato **zkušenost s platformou Maple T.A. v oblasti počítačem podporovaného hodnocení je pro studenty nová.**

<sup>1</sup> Testována nulová hypotéza o nezávislosti (o rovnosti korelačního koeficientu číslu nule).

<sup>2</sup> Připomeňme, že by hodnota musela být menší než hladina významnosti  $\alpha=0.05$ , aby byla závislost statisticky prokázána.

V druhé otevřené otázce dotazníku měli studenti hodnotit grafickou a uživatelskou stránku Maplu T.A. 35 %<sup>1</sup> studentů zde označilo **prostředí Maplu T.A. jako přehledné**. Přesněji 10 % z nich hodnotí grafickou stránku jako velmi jednoduchou (základní), ale přehlednou. Jako další výhodu studenti uvádí možnost okamžité kontroly chyb po vyplnění úkolu nebo testu a hlavně možnost **zadávání matematických symbolů** (konkrétně 20 % studentů zmiňuje výhodu matematického zadávání). Zajímavé je, že 10 % studentů uvádí, že **nepoužívali Editor rovnic**, jelikož jsou zvyklí na řádkový zápis matematických symbolů (díky využívání Wolfram Alpha). 15 % studentů hodnotí práci s CAA jako bezproblémovou. Dalších 30 % dokonce uvádí, že je **využití CAA vhodné**, že se jim líbí nebo že jsou rádi, že byl systém Maple T.A. zaveden. Například jedna ze studentek píše: „*Obávala jsem se toho systému, ale nakonec jsem docela spokojená.*“

Na druhou stranu 30 % z dotázaných studentů poukazuje na **technické problémy se systémem Maple T.A.** Předně studenti uvádějí problematiku zadávání matematických symbolů – konkrétně zasekávání při spouštění Editoru rovnic pomocí Javy, komplikace se závorkami, mocninami, problémy se zobrazováním některých symbolů v prohlížeči. Studenti kritizovali také celkovou funkčnost programu v prohlížeči Internet Explorer<sup>2</sup>, poukázali na problém se zobrazováním starších úkolů v některých prohlížečích a zobrazování testů na mobilním telefonu (Android). Jedna studentka v dotazníku dále uvádí konkrétní příklad, kdy vyplnila test, ovšem kvůli technickým potížím se odpovědi v systému neuložily. Studenti taktéž zmiňují problém se špatným vyhodnocováním otázek, kdy je i správná odpověď vyhodnocena jako chybná. Zajímavý argument uvádí jeden ze studentů: „*symboly jsou jasné, přehledné, ovšem je to zátěž pro oči – každý den se učít z PC*“.

Poslední otevřená otázka byla věnována porovnání odevzdávání úkolů v CAA a papírové formě. U této otázky se 50 % studentů vyjádřilo ve prospěch CAA a naopak 35 % preferuje papírovou formu. Zbývajících 15 % otázku nezodpovědělo nebo nepreferovalo žádnou z nich. Podrobněji viz následující Tab 9.

---

<sup>1</sup> z celkového počtu 20 respondentů

<sup>2</sup> v porovnání s Mozillou Firefox

Tabulka 9 Analýza odpovědí studentů v dotazníku Q2 (Systém CAA vs. papírová forma)

Preference	Počet studentů v % (N=20)	Ukázka zdůvodnění
Systém CAA	50 %	<p>„CAA – výhodnější, méně práce, rychlejší“</p> <p>„CAA – nemůže se stát, že bych úkol ztratil. Je hned vidět evidence a hodnocení úkolu.“</p> <p>„Ve škole většinou nebývá mnoho času na to, aby vyučující mohl se studenty podrobněji procházet postup a řešení příkladů z domácích úkolů, proto preferuji práci s CAA, pakliže učitelé budou psát k příkladům v CAA komentáře“</p> <p>„Papírové odevzdávání je náročnější kvůli kontrole postupu, počítač krapet pomůže při přehledu a máme možnost si tipnout.“</p>
Papírová forma	35 %	<p>„Snadnější je předkládání DÚ v papírové podobě, neboť obsahují veškeré postupy. Zadání do Maple T.A. mi sice ihned ukáže výsledek, ale nekontroluje, kde konkrétně jsem udělal chybu (např. úpravy matic).“</p> <p>„Rozhodně papírovou formou – nemám ráda PC.“</p>
irelevantní / bez odpovědi	15 %	<p>„Nejraději žádnou, DÚ nemám rád.“</p>

Pro porovnání výsledků s izraelskými studenty jsem zjišťovala statistickou významnost šesti hlavních okruhů (vzala jsem vždy průměr z položek příslušejících danému okruhu). V tomto případě na rozdíl od studentů základů fyziky v Severním Izraeli, dopadali čeští studenti spíše neutrálně (s výjimkou 3. okruhu<sup>1</sup>). U izraelských studentů se objevila statisticky významná pozitivní evaluace také u automatizovaných úloh ve vztahu k úspěchu v kurzu. Podobně jako izraelští studenti, čeští studenti v tomto okruhu<sup>2</sup> také souhlasí s tím, že jim procvičování v CAA pomůže uspět v kurzu, ovšem nejsou přesvědčeni, že by se výrazně zlepšily jejich znalosti. Izraelští studenti dále na rozdíl od českých studentů statisticky významně potvrdili, že se snaží nepodvádět v rámci online domácích úloh.

V otevřených otázkách skončilo skóre u izraelských studentů v otázce, zda preferují úkoly v systému CAA nebo papírově – 25 % pro úkoly v CAA ku 39 % pro tradiční odevzdávání DÚ. Navíc zde bylo 12 % studentů pro kombinaci těchto způsobů. V této otázce se jejich výsledky od výsledků našeho dotazníku Q2 významně liší, rozdíly mohou být způsobeny samozřejmě mnoha faktory (využití jiného systému, rozdílné edukační prostředí, odlišný předmět). Autoři v článku (Pundak et al. 2013) uvádějí, že by bylo vhodné jejich výzkum rozšířit a vyhodnotit například vzhledem k učebním stylům studentů, o což jsem se

<sup>1</sup> Statisticky významný pozitivní postoj u českých studentů.

<sup>2</sup> U českých studentů ovšem nejde o statisticky významná zjištění.

pokusila v tomto výzkumu (vyhodnocení s ohledem na přístupy studentů k učení), a navázala tak na předešlý výzkum také dle připomínek autorů výzkumného nástroje.

### 3.5.2 Ohniskové skupiny

Podstata této metody kvalitativního výzkumu byla stručně vystižena již výše (kapitola 2.2). Pomocí této metody lze získat bezprostřední pohled diskutujících na daný problém díky vzájemné interakci a dynamice skupiny. Cílem této metody bylo v našem případě zjistit postoje a zkušenosti studentů ohledně využívání systému CAA ve výuce matematiky.

K realizování ohniskové skupiny došlo v dubnu 2016. Skupina byla sestavena ze šesti studentů tak, aby obsahovala dívky i chlapce a zástupce všech charakteristických skupin. Podmínkou účasti ve skupině byla taktéž zkušenost s oběma systémy Maple T.A. a WebWork. Stručná charakteristika<sup>1</sup> jednotlivých účastníků diskuze je uvedena v následující Tab. 10.

Tabulka 10 Charakteristika studentů zařazených do Ohniskové skupiny

Student	Pohlaví	Q1 (Shluky)	Z1 (body)	Z2 (body)	Q2 (body)	Citace
Student 5	Ž	Shluk 2.2	9,2	16	82	„...naučil mě ten systém hlídat si chybovost“
Student 9	M	Shluk 2.2	11,5	14,5	79	„...když ty e-learningové systémy jsou naplněné kvalitními daty – je to skvělá věc k procvičení“
Student 11	Ž	Shluk 1	6,5	8,5	71	„...když jsem nevěděla, jak dál, tak jsem třeba dva testy proklikala naprázdno“
Student 12	Ž	Shluk 2.1	9	10,5	91	„...nevýhoda, že to nebere ty postupy“
Student 15	Ž	Shluk 1	7,2	12,5	79	„...v angličtině si nejsem jistá, bojím se pak kliknout“
Student 20	M	Shluk 2.2	7,5	13,5	73	„S WebWorkem to byla naprosto intuitivní práce – stačilo se podívat a všechno jsem tam našel“

Jako moderátorka diskuze jsem si připravila pro studenty klíčové otázky (tematické okruhy), které jsou uvedeny v Příloze N. Ve shodě s instrukcemi týkajícími se moderování ohniskových skupin (Miovský 2006) byl studentům před vlastní diskuzí v ohniskové skupině vysvětlen princip této metody a základní pravidla skupinové diskuze (viz například Hendl 2005, s. 183).

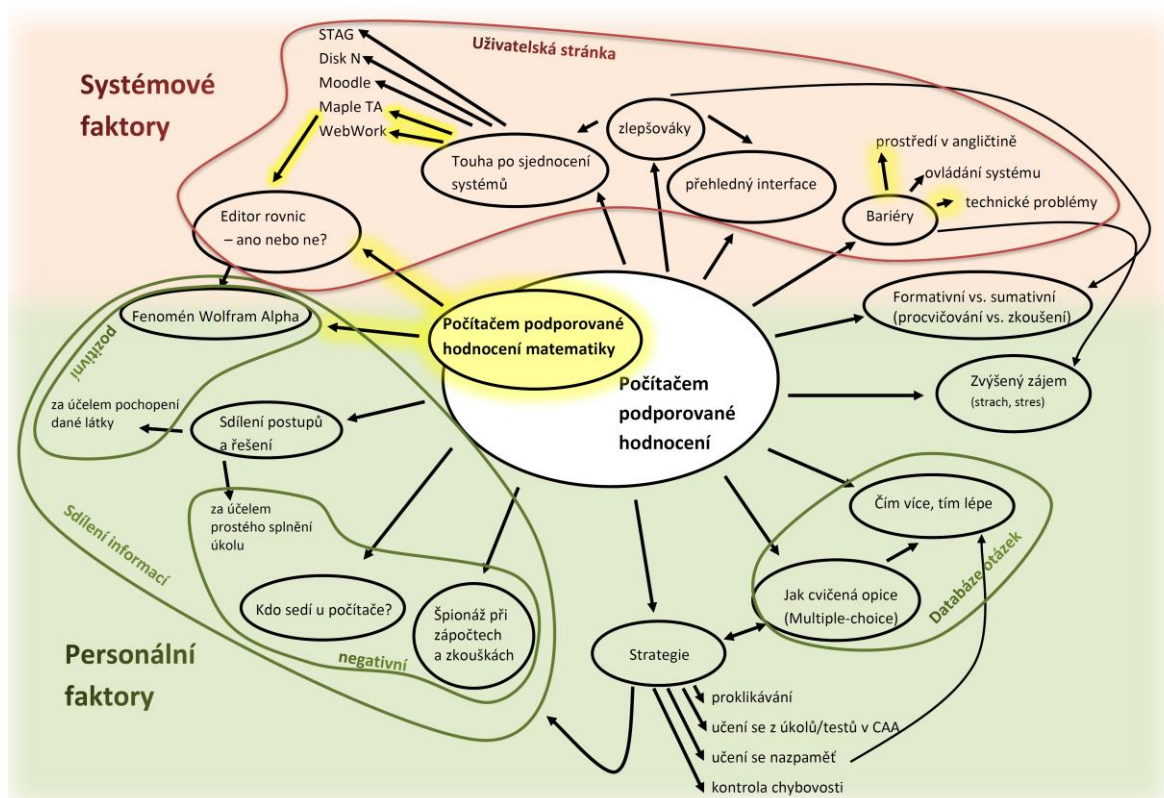
Za zmínku stojí aktivita studentů při realizaci ohniskové skupiny. Studenti se ke všem otázkám nadšeně vyjadřovali (jako budoucí pedagogy je tematika CAA systémů velmi

<sup>1</sup> V tabulce je uvedeno u Q1 zařazení do shluků, u Z1, Z2 dosažené body v testu z MA2, MA3 a u Q2 celkový počet bodů vyjadřujících pozitivní postoj k CAA.

zajímá). Zdálo se, že obecně mají dojem, že na VŠ není jejich názor slyšet, a proto brali tuto výzvu vážně. Byli kritičtí i sebekritičtí, při diskuzi mířili často i do vlastních řad, ukázali tak velkou schopnost vcítění se do role učitele a sebereflexe.

Hned u prvních dvou otázek se studenti velmi rozpovídali. Jelikož jsem viděla očividný zájem diskutujících vyjádřit se k daným tématům a nechtěla jsem měnit tempo diskuze, před vyslovením třetí otázky jsem se zeptala účastníků, zda by souhlasili se setkáním ohniskové skupiny též příští týden, aby mohly být následující otázky probrány stejně podrobně a aby mohla diskuze pokračovat ve stejném tempu. Dá se říci, že studenti rádi souhlasili. Došlo tedy ke dvěma hodinovým sezením (vždy před výukou předmětu MA4<sup>1</sup>).

Diskuze byly nahrávány na diktafon a přepsány (plná transkripce záznamu). Poté proběhl výpis identifikovaných významových jednotek, které byly zpracovány do postupně budované struktury – určení kategorií a subkategorií a jejich dimenzí (vztahů mezi kategoriemi) včetně zpracování výsledků analýzy do celkového schématu (Obr. 50).



Obrázek 50 Schéma klíčových komponentů počítačem podporovaného hodnocení matematiky z pohledu studentů.

<sup>1</sup> Matematická analýza 4.



Klíčové kategorie počítačem podporovaného hodnocení vzešlé z ohniskových skupin jsem rozdělila na systémové faktory (související s daným systémem CAA a jeho uživatelskou stránkou) a personální faktory (související s uživateli systému a jejich strategiemi). Personální faktory se samozřejmě mohou objevovat i v souvislosti s jinými formami hodnocení, naopak systémové faktory lze spojovat pouze s elektronickým hodnocením. Žlutě jsou na obrázku označeny kategorie a dimenze, které odpovídají speciálně počítačem podporovanému hodnocení **matematiky**. Jednotlivé kategorie schématu jsou zde shrnuty v následujících odstavcích obsahujících autentické výroky studentů. Pomlčky použité mezi jednotlivými citacemi označenými uvozovkami a kurzívou jsou použity pro označení změny diskutující osoby.

### *Touha po sjednocení systémů*

---

Předchozí zkušenosti studentů ohniskové skupiny s e-learningem byly rozmanité. Dva studenti měli již poměrně rozsáhlé zkušenosti s využitím LMS Moodle ze SŠ, ostatní se s e-learningovými nástroji setkali až na VŠ. Jedna studentka dokonce uvádí, že byla zkušenost s Maplem T.A. její v podstatě první intenzivní zkušeností s e-learningovým prostředím, jelikož si do té doby vystačila v podstatě jen s e-mailem. Uvádí: „*Někteří vyučující do toho Moodlu něco dávají, ale většinou například teď v pedagogice to dávají i na společný e-mail. Takže já když do toho Moodlu vyloženě nemusím, tak do něho nejdu. E-mail je pro mě pohodlnější, jednodušší, znám ho od základky...jdu po tom, co znám.*“ V návaznosti na toto tvrzení studenti poukazovali na nynější **roztříštěnost dostupných e-learningových nástrojů**: „*Já si myslím, že totiž kdybychom měli všechno na jednom místě, tak do toho systému (řekněme Moodlu) budeš chodit častěji a ty materiály tam prostě hledat budeš. Takhle já když chci materiály, tak jdu na disk N<sup>1</sup>, když jdu dělat DÚ, tak jdu na Maple T.A., když jdu odevzdat práci ze sazby matematických textů, tak jdu do kurzu na Moodle a je to teď takové rozbité.*“ Všichni studenti se shodují, že by jim nejvíce vyhovovalo **spojení jednotlivých e-learningových nástrojů** s jednotnými přístupovými údaji – například integrace Maplu T.A. do Moodlu, případně též propojení se STAGem<sup>2</sup>. Později jeden ze studentů upřesňuje: „*Ten celkový systém by musel být v češtině – jako je Moodle. Já bych si nedokázal představit Moodle v angličtině, já anglicky umím, ale*

---

<sup>1</sup> disk N:\ - síťový disk UHK pro ukládání materiálů pro studenty UHK, které se nacházejí v adresáři UKAZKY.

<sup>2</sup> v době výzkumu ještě fungoval systém FIS, ale studenti již měli informace o novém systému IS/STAG.

*představa, že bych tam měl všechno hledat v angličtině, je hrozná. Ale kdybych v Moodlu kliknul na procvičovací testy a ono mě to odkázalo na něco, jako je ten Maple T.A. a tam ty dva tři výrazy v angličtině – to už by nevadilo“. Studenti též poukazují na roztržitost učitelských oborů, proto by propojení e-learningových nástrojů mělo proběhnout nejen v rámci katedry nebo fakulty, ale též mezifakultně. Jedna studentka poznamenala, že na FF<sup>1</sup> UHK (kde studuje svou druhou kombinaci dějepisu), mají webový portál, kde má každý učitel svůj profil obsahující sylaby a materiály k předmětům: „Stačí jen překlikávat mezi jednotlivými lidmi a přijde mi to strašně pohodlné... jsou to klasické webové stránky s tím, že je tam možnost stáhnout položku. Je tam k tomu třeba i text, takže vidím hned, co stahuji. Takže ne jako na N, kde odvozuji, co to asi je jen podle názvu.“*

### ***Přehlednost prostředí***

*(Moodle nebo Maple T.A.? <sup>2</sup>)*

---

Čtyři ze šesti studentů velmi pozitivně hodnotí LMS Moodle. Jeho hlavní přednost vidí v **českém prostředí** systému<sup>3</sup>, dále u něho pozitivně hodnotí **strukturovanost** a možnost **ukládání materiálů**. Studentská hodnocení e-learningových nástrojů má často komparační charakter: „Moodle mi přišel takový přehledný, jak je strukturovaný. Ale na druhou stranu v tom Maplu T.A. se dají přes tu Javu popisovat ty vzorce.“ – „U Moodlu mi vyhovuje, že je to v té češtině, protože jakmile vidím něco v angličtině, tak jako ano přeložím si to, ale nejsem si tím úplně jistá jako v češtině a pak se bojím na něco kliknout“ – „Ten Moodle je fajn, že se tam dají nahrávat materiály, ale s testy jsem se v tom nesešla tedy.“ – „Mám tedy zkušenosti s Maplem, s Moodlem a teď s WebWorkem a mně se tedy práce s Moodlem moc nelíbí. Je tam sice struktura, ale pro mě je to jen na sdílení informací, to testování mi tam přišlo takové zbytečné.“

Jak naznačil poslední úryvek, s elektronickými testy v matematice neměli studenti před zavedením Maplu T.A. příliš pozitivní zkušenosti: „Dělali jsme v Moodlu matematiku a informatiku na SŠ. Je pravda, že to bylo spíš jako testové zkoušení, jen na A, B, C, D, ale měli jsme tam i otevřené otázky, když ty výsledky vycházely celočíselně nebo na desetiny. Samozřejmě to vyžadovalo, aby se na to paní učitelka pak podívala a myslím, že je to škoda toho Moodlu, že si to neumí přeložit ty odpovědi.“ – „My jsme taky měli na SŠ, ale jen na

---

<sup>1</sup> Filozofické fakultě UHK

<sup>2</sup> Podobně porovnání systému Maple T.A. a WebWork nalezne čtenář v kapitole 3.6.

<sup>3</sup> v porovnání s Maplem T.A.

nahrávání úkolů.“ – „V Moodleu jsem s matikou nic neměla. Mám zkušenost s Moodleem jen z těch společenských věd – to máme hodně zkušeností, měli jsme tam i testování.“ Tato studentka dále vysvětluje, že se zde setkala s otevřenými i uzavřenými otázkami s tím, že otevřené pak kontroloval vyučující.

Podobně jako u LMS Moodleu **prostředí systému Maple T.A. studenti hodnotí jako přehledné:** „Nevím, jestli to bylo tím, že jsme si zvykli, ale přišlo mi to docela přehledné.“ – „Já nemám, na co bych si stěžoval. Co jsem chtěl, to fungovalo... Barvičky se mi zdály příjemné a líbily se mi, když jsem to otevřel. Velikost písma dobrá a to jde změnit prohlížečem.“ – „Nic navíc. Dalo se v tom dobře orientovat, což je důležité proto, že to nebylo v češtině pro nás.“

### *Editor rovnic – ano, nebo ne?*

---

Možnost zápisu „matematických“ odpovědí do systému CAA považují studenti za jednoznačný přínos a to i směrem k objektivitě hodnocení: „Na papíře vám uznají zápis půl na půl... jsou učitelé, kteří řeknou: jo, máte to špatně „matematicky“, ale uznám Vám to. Kdežto ten Maple chce nějak strukturovaný, jasný výsledek.“

V oblasti sazby symbolů se mezi přístupy studentů objevují dva proudy. Jedni využívali pro zápis matematických symbolů Editor rovnic, druzí využívali raději textový mód (zápis do řádku). Z řad studentů, kteří alespoň občas **využívali Editor rovnic**, zaznělo: „Já radši Editor. Nějak to napíšu na papír matematicky, když to počítám. Tak mám jakoby zpětnou tu, že to na první pohled vypadá stejně v tom Editoru. Já mám třeba problém v tom řádku, jako třeba na druhou na třetí ano, ale třeba taková odmocnina – jak se píše odmocnina, to jsem právě pochopila, až v tu chvíli, když jsem měla ten Editor<sup>1</sup>.“ – „Jediné, co byl problém, ta Java. Měla jsem problémy, že když jsem překlíkávala na Editor rovnic – jednou třeba v pohodě, ale pak ta Java chtěla jakoby potvrdit, aby pracovala, a občas jsem si nevšimla, že mám na liště tu Javu a musím ji potvrdit, a nevěděla jsem, proč mi to nefunguje... Střídala jsem to intuitivně. Tak podle toho, co jsem potřebovala zapsat.“ – „Co se týče Analýzy – tam Editor. A v Geometrii – řádkový přístup, tam ani jiná možnost nebyla.“ Zde by bylo dobré poznamenat, že formu sazby textu může volit vyučující – dovolit studentům, aby si vybrali nebo naopak povolit jen Editor rovnic, nebo naopak jen

---

<sup>1</sup> zřejmě díky přepínání mezi Editorem rovnic a textovým módem

textový mód. Jak vyplývá z úryvku, takto to měli studenti v Geometrii (povolen pouze textový mód).

Tři ze šesti studentů ohniskové skupiny (zajímavostí je, že šlo právě o studenty ze Shluku 2.2) uvádějí, že **Editor rovnic vůbec neužívali**: „*Nepracoval jsem teda s Javou – vše jsem psal do řádku... Já jsem na to prostě zvyklý, i když třeba něco píšu do prohlížeče. Já třeba ani nepíšu b na druhou, ale  $b*b$  – třeba b na sedmou, tak bych to tam napsal sedmkrát. U poloviny programů jsem stejně pochopil, že Vám tu stříšku ani nevezmou, když to správně neuzávorkujete, když to třeba někdo psal do Maplu, tak tam měl problém, tam třeba dáte navíc mezeru nebo něco. Kdežto já jsem s tímhle neměl problém.*“ – „*Já editor rovnic taky nepoužívám – jsem zvyklý zapisovat v Open office – mají editor, kde se zapisují přímo ty tvary, teď píšeme v TeXu opět nějakým způsobem dost podobným jako v Maplu, podobně se to dá zapisovat třeba do Wolfram Alphy nebo jiných kalkulaček, takže jsem se naučil zapisovat do tohoto řádkového systému, potom jsem si akorát dal Preview – kde jsem si dal zobrazit, jestli to mám dobře, jestli třeba ta odmocnina není dlouhá nebo naopak kratší, než potřebuji. Jinak, že bych to přepínal do toho Javového režimu, pro mě to bylo nepohodlné, že bych musel tu Javu zase povolit, mezitím to mám dávno zapsané, stejně v tom řádkovém zápisu rozumím, zkontroluji si to, takže tam nebyla žádná potřeba.*“ – „*Javu jsem používala jednou a než jsem to zapnula, tak mi to komplet všechno spadlo. Tak jsem se poučila a od té doby... řádkový zápis mi nedělal problém. Když si nepamatuji zkratky, tak tam napíšu na  $1/2$  místo odmocniny... navíc do Wolframu se to taky musí psát řádkově. Takže jsem to použila jednou a pak jsem to psala jen řádkově a pak opět Preview a zobrazit si výsledek.*“

### **Bariéry**

---

Během rozhovorů se „vynořilo“ několik bariér v používání systému CAA:

- prostředí v angličtině,
- ovládání systému,
- technické problémy.

Podle výpovědí studentů se zdá, že **anglické prostředí CAA systémů** je překonatelný problém. Dokonce se přiznávají, že bariérou byly spíše jen jejich počáteční pochyby: „*Ta angličtina dělala problém. Ale spíš na začátku – ha, angličtina – veřejné zlo. Ne že bych to nezvládala nebo tak, ale prostě odpor k cizím jazykům.*“ – „*Ale zase těch možností, kam se dalo dostat, tak jich nebylo až tolik, abych se nedokázala za těch půl roku dostat, kam*

potřebuji.“ – „Čím víc by tam bylo těch věcí, tím víc by mně ta angličtina tam dělala problém.“ Naopak jeden ze studentů oponuje: „Angličtinu umím, s tím jsem žádný problém neměl.“

Výpovědi naznačují, že pro některé studenty (v ohniskových skupinách studenti ze Shluku 1 a Shluku 2.1) může být počáteční bariérou **práce s novým systémem**: „A kromě angličtiny mi i v tom Maplu přišlo, že jsme se tak v semestru učili – abychom mohli dát test vyhodnotit, tak u každé otázky musíme mít nějakou odpověď, pak jsme se ale dozvěděli, že stačí vyplnit jednu a ono nám to vyhodnotí, i když ostatní okýnka necháme volná, což jsme se dozvěděli až během semestru. Já teda minimálně.“ Samozřejmě je velmi důležité, aby byl systém pro studenty co nejlépe ovladatelný – aby se studenti místo problémů s ovládáním systému mohli soustředit na řešení daných úloh. Přesto, že jsem považovala instruktáž na první hodině za dostačující, jsem si vědoma toho, že tyto poznámky nemohou být brány na lehkou váhu. Podrobná úvodní instruktáž může být vhodným pomocníkem také při odstraňování počátečních pochyb studentů, které byly v tomto případě umocněny anglickým prostředím systému.

**K technickým problémům**, které během užívání systému Maple T.A. nastaly, studenti uvádí: „...třeba v Geometrii se nám stalo, že jsme dali vyhodnotit test a my jsme byli přesvědčeni, že ten Maple to má špatně. A nevím, jestli ten cvičící, co tvoří ten test, tam zadává na konkrétní otázku konkrétní odpověď?“ V tomto případě šlo zřejmě o špatně naprogramovanou otázku, kterou vyučující převzal z Maple T.A. Cloudu (viz kapitola 3.3.1). Otázka studentky v posledním úryvku demonstruje, že se studenti v rámci diskuze nejen vyjadřovali k danému tématu, ale taktéž je jako budoucí učitele velmi zajímalo, jakým způsobem systémy fungují. Dalším zmiňovaným problémem bylo zobrazování úkolu prohlížeči Opery: „... když jsem poprvé najela do Maplu přes prohlížeč Opery a dostala jsem se na první otázku – když jsem chtěla na druhou, tak mi naběhla na dvě sekundy a vrátila se, takže jsem se nemohla dostat na další otázku, ale pak přes Explorer mi to šlo.“ Všichni ostatní účastníci využívali prohlížeče Mozilla FireFox nebo Internet Explorer.<sup>1</sup>

V protikladu k negativnímu postoji z uvedených bariér nutno zmínit, že obavy studentů z nového systému, z hodnocení jejich výkonu počítačem a možná i z výše jmenovaných

---

<sup>1</sup> Více viz kapitola 3.3.

bariér vedly k **zvýšenému zájmu studentů** o předkládané úkoly (jak bylo již vyloženo v kapitole 3.4), což studenti hodnotí pozitivně. Ilustrujícím dokladem je výpověď studentky: „*Já když srovnám ty domácí úkoly v té dvojce a trojce<sup>1</sup> – ty elektronické byly významnější.*“

### ***Jak cvičená opice***

---

U tématu elektronického testování se v diskuzi často vynořoval termín „jak cvičená opice“. Tento fenomén se objevil například v souvislosti s elektronickými **testy v autoškole**, které studenti hodnotí takto: „*Ten test mi přišel o ničem, protože někde na stránkách Ministerstva dopravy byl blok všech otázek, takže když si to člověk x-krát projel, tak pak už si šel ten test jen odklikat – nemusel nad tím nějak přemýšlet, nic vytvářet, prostě když se to člověk doslova nadrtil jak cvičená opice, tak to pak udělal.*“ Jako důvod studenti uvádí podobnost otázek: „*Ono jich je několik tisíc, ale jsou všechny stejné nebo podobné.*“ Podobná nebezpečí jako u testů v autoškole samozřejmě hrozí u jakéhokoli testování s výběrem odpovědí z nabídnutých variant.

Kritika studentů v této věci je spojena zejména s otázkami typu **Multiple choice** (s výběrem odpovědi). Příkladem může být zkušenost studentky s příkladem z MA3: „*...u otázky Multiple choice vybrat, proč daná řada konverguje (Obr. 51), tak mě to spíš zmátlo a pak jsem vyloženě jela – vzala jednu odpověď vyšlo/nevyšlo... a to jsem dělala spíš, než že bych vzala tu řadu a skutečně počítala, zda mi konverguje/diverguje.* Na mou otázku, zda přece jen není pozitivní, že si jednotlivé možnosti takto zkoušela, studentka odpověděla: „*No není, protože když pak dostanu příklad a nebudou tam ty možnosti, tak nevím... Cílem je to spočítat a ne řešit, jak to spočítat!*“ Závěrečná věta tohoto tvrzení mne poměrně zaujala, protože ji považuji za kontroverzní i ve vztahu ke studenty dále neustále artikulovanému problému chybějící kontroly postupů při elektronickém hodnocení.

---

<sup>1</sup> předměty Matematická analýza 2, Matematická analýza 3

### - Question 6

1 point

How did I do?

#### Feedback

Řadu můžeme přepsat

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-3)^{k+1}}{2^{2k}} = (-3) \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \left(\frac{3}{4}\right)^k$$

Jelikož  $\lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{3}{4}\right)^k = 0$  řada konverguje z Leibnitzova kritéria pro alternující řady.

Nezapomeňte ale, že řada konverguje absolutně, protože řada absolutních hodnot je geometrickou řadou s  $q < 1$ .

Řada

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-3)^{k+1}}{2^{2k}}$$

- konverguje z Leibnitzova kritéria pro alternující řady
- diverguje z integrálního kritéria
- konverguje relativně, ale ne absolutně
- diverguje, protože jde o geometrickou řadu s  $q > 1$
- diverguje ze srovnání s řadou  $\sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{3}{2}\right)^k$

Obrázek 51 Otázka typu *Multiple choice* (konvergence řad) v systému Maple T.A.

### *Čím více, tím lépe*

Studenti se shodují, že jeden z nejdůležitějších aspektů elektronického hodnocení je databáze úloh: „*Já mám největší zkušenosti s tím Moodle... je pravda, že když se ten test otevře podruhé, tak tam nebývá tolik otázek, aby se ty otázky neopakovaly. Takže tam ty otázky pak byly buď ve stejné nebo podobné podobě. A to samé mi přijde v tom Maplu. Tam těch variant je tedy hodně, protože jestli jsem to dobře pochopil, tam to přímo generuje – ale jen se změní číslo nebo něco a typově jsou stejné, ale o to tedy vlastně asi i jde.*“

Podobně jako u testů z autoškoly se studenti domnívají, že **zásadní je velikost databáze otázek**: „*Z hlediska toho, že bychom se to měli naučit a pochopit to, tak je mnohem lepší mít více úloh, aby se neopakovaly ani mezi studenty.*“ Pozitivním zjištěním bylo, že studenti byli schopni objektivní reflexe situace a to jak z pohledu studenta, tak též učitele, což dokládá výrok: „*Já jako programátor amatér bych teď i dokázal pochopit, kdyby se teď odešlo od Maplu T.A. a přešlo k WebWorku (nebo jinému systému), kde je větší databáze úloh. Jen z toho důvodu, aby byla prostě větší databáze úloh. Pokud jsou tam ty příklady řazeny smysluplně a je pro Vás tam snazší najít úlohy a nasdílet je dalším vyučujícím. Tak to je podle mě mnohem důležitější než to, že my se třeba budeme učit s dalším systémem.*“

Studenti velmi otevřeně hovořili o svých strategiích při vyplňování domácích úkolů a testů v CAA. Za pozitivní se dá považovat **kontrola správnosti vlastního postupu**, ke které byli studenti „donuceni“ kontrolou výsledků systémem CAA: „*Jakmile se zapisuje výsledek, tak ač mám třeba postup dobře, tak když tam nasekám dvě chyby, tak je výsledek blbě... Tohle mě donutil ten systém kontrolovat dvakrát.*“ V diskuzi se ovšem vynořily také tři „negativní“ strategie, které studenti využívali:

- proklikávání,
- učení se přímo z úkolů/testů v CAA,
- učení se nazpaměť.

Prvním příkladem je proklikávání testů, což dokládá následující úryvek z vyjádření studentky: „*Když jsem nevěděla, jak dál, tak jsem třeba dva testy **proklikala naprázdno** – z toho se dalo pochopit, že když se změní tenhle koeficient, tak mi to udělá tohle, ale byly i příklady, kde jsem to z toho nepochopila.*“ Reakce na tento příspěvek od spolužáků na sebe v diskuzi nedala dlouho čekat: „*To ale vede k tomu, že ty se naučíš závislost mezi nějakým číslem a odpovědí a nikoli, proč to tak je.*“ Podobné reakce pro mne byly pozitivním signálem, že studenti nad problematikou přemýšlí. Podotkneme, že popsané strategii může vyučující částečně zamezit, pokud studentům v systému nezpřístupní návody a správné odpovědi (čímž ovšem dojde k omezení zpětné vazby).

Jak již bylo zmíněno v kapitole 3.4, dalším aspektem spojeným s procvičováním v systému CAA je u některých studentů odlišný způsob učení a přípravy na zápočtový nebo zkouškový test (než při běžné výuce bez CAA). Studenti se soustřeďují na správné odpovědi v konkrétních testech a **neučí se z materiálů** obsahujících kontext a strukturu předmětu. Hlavním motivem je pravděpodobně úspěch v testu. Studenti přistupují na nejsnazší cestu, jak tohoto úspěchu dosáhnout. Zároveň přiznávají, že v případě, kdy mají během semestru možnost procvičovat v Maplu T.A., je potom mnohem **snazší uspět u zápočtového testu**, který je v podstatě „výcucem“ z těchto průběžných úkolů: „*Podíváme se na čtyři průběžné testy a známe typové příklady*“, což je podobná argumentace jako u testů z autoškoly. Nicméně je to velice zajímavé zjištění, protože



zápočtový test bývá vždy jakýmsi shrnutím procvičených příkladů. Studenti to ovšem vnímají rozdílně<sup>1</sup>.

K této strategii, kdy se studenti neučí postup pomocí materiálů z hodin, ale prostě vypočítávají pravidel u jednotlivých příkladů v CAA, dodávají: „...*když někoho nezajímá postup, tak se naučím pravidla na to, abych dostal výsledek co nejrychleji, protože jsem časově omezen, abych se nad tím nezasekl.*“ Jedna ze studentek tento trend potvrzuje dvěma příklady z její zkušenosti. V prvním případě jí prý spolužák ukázal u jednoho příkladu v Matematické analýze, jak přijít na výsledek bez dlouhého počítání: „...*ted' když to počítám, tak vím, tohle je vyšší, tohle nižší, přidám jedna a už se mi na to stačí jen podívat a nemusím to dlouhosáhle počítat.*“ Druhým příkladem studentka popisuje přístupy spolužáků k úlohám z Geometrie: „...*dimenze byla vždycky trojka, tak já už tam píši automaticky trojku, snad to jinak nebude. A tak to tam psali, aniž by to vůbec počítali.*“<sup>2</sup> Na druhou stranu v diskusi zazněl názor, že v podstatě i to, že jsou studenti schopni najít si pravidla v zadáních příkladů, může být v jistých případech pozitivní: „...*na jednu stranu není špatné, když si člověk najde vlastní pravidlo a ono funguje.*“

Posledním nešvarem v oblasti strategií učení je **učení se nazpaměť**. Zatímco předchozí dvě strategie jsem zaznamenala u studentů všech shluků, strategie učení se nazpaměť provozují zejména studenti ze Shluku 1 (příp. Shluk 2.1). Jedna z účastnic diskuze se podělila o svou zkušenost ze zkoušky z Geometrie v následujícím úryvku: „*Já jsem na zkoušku šla s tím, že jsem to uměla nazpaměť, jak básničku. Takže, když jsem věděla, že dostanu tohle zadání – mám s tím dělat tohle a tohle. Ale ty příklady na sebe logicky navazovaly a bylo jasné, že pokud člověk vypočítal jen jeden z těch dvou, že se ho naučil nazpaměť. A přesně to mi i pan docent řekl, že je to na tom vidět.*“ Tento úryvek opět nádherně ilustruje celou problematiku. Studenti často poukazují na fakt, že elektronické testování není schopno ověřit správnost postupu studenta. Na druhou stranu je již v tomto úryvku naznačeno jisté řešení – když si vyučující se studentem po vyplnění elektronického testu prochází řešené úlohy, pozná tak, zda tomu studentu skutečně rozumí – tento způsob se ukázal jako velmi cenný.

---

<sup>1</sup> znají znění typových úloh a tento pocit jim při papírovém hodnocení paradoxně chybí (ačkoliv jsou s typovými úlohami samozřejmě seznamováni v každém případě).

<sup>2</sup> Studenti k tomuto dodávají: „*Když se na to přišlo, tak pak už začala lítat úplně jiná čísla*“

Studenti ke kontrole postupu dále navrhuji: „... *kdyby byly třeba tři body, které tam musíme napsat z postupu nebo otevřená úloha, kde chcete postup vidět – pak se budu učit postup a strukturu... to donutí myslet totiž.*“<sup>1</sup>

### ***Formativní vs. sumativní (procvičování vs. zkoušení)***

---

Studenti se shodují, že pro domácí úkoly je využívání CAA skvělá věc, ovšem s využíváním CAA při zápočtech a zkouškách zcela nesouhlasí zejména kvůli zmiňované kontrole postupů a korektního zápisu. Studenti tedy navrhuji, aby během semestru probíhalo procvičování prostřednictvím CAA, ale zápočty a zkoušky, aby probíhaly písemně s kontrolou postupu: „... *v těch procvičovacích testech bych to klidně nechala tak, jak to bylo v té Analýze... a potom ten závěrečný, kde bychom věděli, že tam už to tak nebude, ale museli bychom to vědět dopředu.*“ Studenti taktéž navrhuji, aby i v průběhu semestru docházelo ke kontrole korektního postupu studentů od učitele. Zajímavé je, že samotné počítání příkladů při cvičeních studenti za kontrolu korektního postupu (nebo seznámení s korektním postupem) nepovažují. Tento fakt dokládají „...*v geometrii jsme tedy dělali ty průběžné testy – když jsme šli na zápočet, tak pro cvičícího bylo důležité – máte splněno, nemáte splněno, neřešil jak. Ale pak jsem přišla na zkoušku, na počítači se objevilo 100 % a pan docent: přineste mi poznámky, a že mám nekorektní postup – to uznávám, ale šťve mě, že za celý semestr nás na to někdo neupozornil.*“ Získaná data tedy naznačují, že postoje studentů jsou do značné míry ovlivněny způsobem využití systému CAA.

### ***Sdílení návodů a řešení***

---

V průběhu analýzy dat se několikrát „vynořila“ otázka spolupráce, pomáhání si a potažmo podvádění studentů. V diskuzi se ukázalo, že studenti aktivně sdílí návody a řešení příkladů z Maplu T.A. a to ze dvou důvodů:

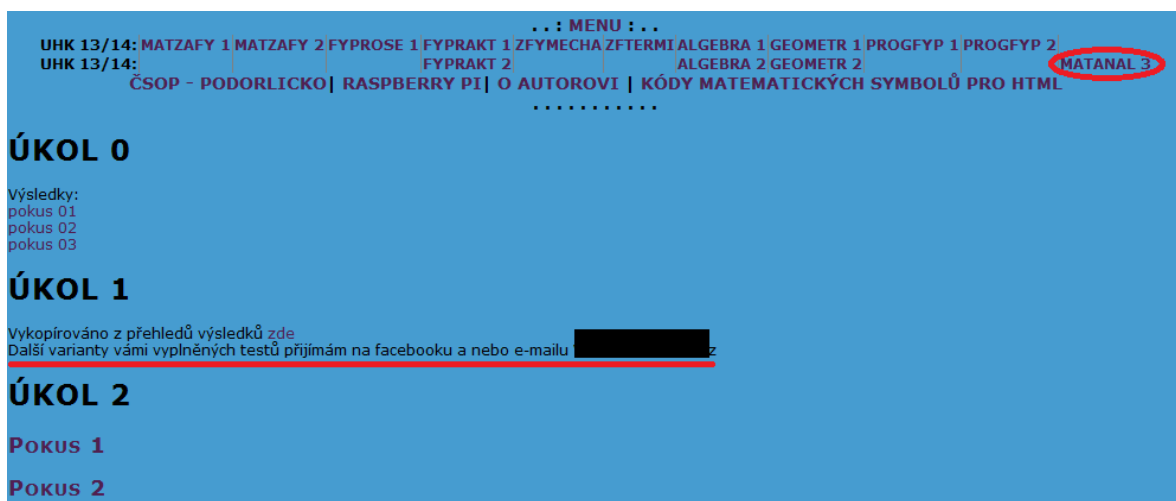
- za účelem prostého splnění úkolu
- za účelem pochopení dané látky

Jeden ze studentů přiznává, že nahrává výsledky s řešením příkladů na své webové stránky. Začal s tím již na střední škole u již zmiňovaných testů v Moodle: „*Ano,*

---

<sup>1</sup> Uvedený způsob umožňuje v Maplu T.A. typ otázky Essay, který ovšem musí obodovat vyučující.

normálně vytažený z Moodle pomocí zdrojových kódů tak, aby se daly prohlížet ty výsledky. A teď tedy i v Maplu.“ Na Obr. 52 můžete vidět ukázkou z náhledu **webové stránky** tohoto účastníka ohniskové skupiny. Na jeho webovou stránku jsem narazila v podstatě náhodou při zadání jistých klíčových slov do vyhledávače Google. Po kliknutí na jednotlivé úkoly se čtenáři zobrazí obrázky vyhodnocených testů včetně učitelských komentářů obsahujících návody nebo přímo řešené postupy k příkladům. E-mail účastníka skupiny byl v obrázku záměrně začerněn pro dodržení anonymity.



Obrázek 52 Webová stránka studenta Ohniskové skupiny určená ke sdílení vyplněných úkolů v Maplu T.A.

Na otázku, zda tím skupině pomáhá, či nikoliv, odpověděl: „*Pomáhám skupině odpovědět na otázky, nikoli se to naučit. Ale to už je na zodpovědnosti každého.*“ Další studentka dodává: „*Já většinou vyplnila testy dřív než kluci, pak print screen, naskenovala jsem to do nějakého wordu nebo pdf a pak se to rozeslalo dál. S tím, že kolega to hodil na web ty svoje testy, plus moje testy, takže jich tam třeba bylo já nevím pět, další lidi z těch pěti už pak neměli problém to na těch 70 % dát.*“ Ostatní studenti taktéž přiznávají, že testy spolužáků jim pomáhaly spíše projít, než se látku naučit.

Na druhou stranu prý studentům testy spolužáků **pomáhaly také při učení**: „*...když se člověk na ten test podíval, dělal ty testy samozřejmě poslední den, a pak koukal, jak se přišlo na tohle a tohle a tím se to člověk naučil. A i ta společná komunikace, tím spíš se to naučil.*“ U předešlé ukázkou bych zdůraznila poznámku, že student dělal **testy poslední den**. Na otázku, proč studenti nechávají úkoly na poslední chvíli, odpovídali, že z lenosti. Podobné zkušenosti přiznávají v rámci diskuze i další studenti: „*Já jsem to většinou moc nechápala a pak taky jsem to dělala až takové ty dva dny před tím nebo den před tím, takže pak už pro mě hrál i ten čas roli, takže pak jsem také sáhla po nějakých těch testech jiných,*

*ale tedy když jsem už byla bezradná – když jsem měla test, zkusila jsem ho sama, pak druhý sama, a když jsem pak i tam selhala, tak abych to pak už měla z krku, tak jsem se dívala na ta řešení v tom třetím. A pak vlastně až teprve zpětně jsem se učila ty postupy a jak to má být správně.“ Další rovinu představuje motiv nalezení vlastních chyb a eliminování počtu pokusů při vyplňování domácích úkolů: „Já třeba když jsem ty testy dostal do rukou nebo ty výsledky, já stejně neopisoval slepě ty výsledky, já jsem se snažil to vypočítat a pak jsem si kontroloval, jestli je to správně, a když ne, tak jsem hledal chybu – takže mně šlo spíš o to eliminovat počet pokusů a počet příkladů, které budu muset spočítat.“*

Mozaiku spolupráce studentů doplňuje příspěvek studentky, která počítala příklady ve spolupráci se spolužačkou: „...nepočítaly jsme každá zvlášť, spíš jsme vzaly ten test té jedné a obě jsme počítaly stejné příklady a snažily jsme se dojít ke stejnému výsledku. Většinou se nám to tedy nedařilo, došly jsme každá k jinému. Ale zase jsme pak zjišťovaly, kde má ta jedna chybu, a tím jsme se pak dobíraly k tomu, jak to má tedy být... Geometrie se třeba dala řešit tak, že jsme si řešily každá test svůj, analýza ta byla složitější, tak jsme ji pak řešily společně.“

### ***Fenomén Wolfram Alpha***

---

V oblasti sdílení informací stojí rovněž za povšimnutí **užívání internetu**: „U té geometrie třeba test splněný mám, ale chci ho dát na 100 %, tak to bylo prostě klikání – když třeba matice byla 5x5, tak to šlo do Wolframu. Takže i tohle tam je – ten přímý přístup k internetu.“ Především úryvek naznačuje, že si studenti spojují elektronické domácí úkoly s možnostmi, které nabízí přístup k internetu. Paradoxem je, že v případě papírových domácích úkolů mají studenti možnost využít internet samozřejmě také, ale zřejmě si ji tolik neuvědomují a nevyužívají ji jako v případě elektronických úloh. Studenti uvádí, že tuto možnost využívali hojně v Geometrii, okrajově pak i v Matematické analýze, jak uvádí student, jemuž se podařila velmi zdařilá reflexe na toto téma: „je nesmysl spoléhat na to, že to strčím do Wolframu. Kvůli tomu do školy nechodím. Samozřejmě, že si to můžu zkontrolovat, to nikomu nevadí, ale já se to potřebuji naučit vypočítat, protože až to po mně bude někdo chtít a já nebudu sedět u počítače, tak to nezjistím.“ V souvislosti s užíváním internetu studenti ve svých výpovědích poukazují na pozitivní přínos užívání dostupných internetových kalkulaček: „My jsme také v té geometrii ten Wolfram brali, až když jsme třeba už měli třetí test a chtěli jsme to třeba na 100 % a už se nám u toho nechtělo další hodinu sedět... já si myslím, že to je taky dobré, naučit se s nějakým takovým

*internetovým portálem, když se člověk zasekne a nemá zrovna někoho kolem sebe, ono ho to nakopne a může se odrazit.“* Jsem přesvědčena, že právě seznámení studentů s dostupným matematickým softwarem na internetu a vůbec schopnost zadávat matematický text do počítače, je jedním z hlavních přínosů zavedení CAA v matematice.

Důležitým aspektem je odlišení užívání internetu při vyplňování domácích úkolů a při zápočtech a zkouškách. Studenti nejsou podrobně obeznámeni s možnostmi zabezpečení systému, jejich výpovědi v diskusi tedy vychází pouze z jejich zkušenosti.<sup>1</sup> Studenti se shodují, že by mělo **zkoušení probíhat bez možnosti internetového připojení**: *„Maplu chybí jedna věc – a to některé testy mají – jakmile se otevře jiné okno, mělo by to začít rvát a nepovolit to.“*

### ***Kdo sedí u počítače?***

---

Další rovinu v obrazu spolupráce studentů představuje opisování. Studentka k tomuto tématu vyzdvihla **výhody většího počtu dostupných příkladů** v systému CAA: *„...ve chvíli, kdy má celá třída jeden úkol, tak to udělají tři lidé a pak to jde těmi cestičkami, že to opíšou... ale tadyhle alespoň ta čísla jsou jiná, takže alespoň trochu nad tím člověk přemýšlet musel.“* Reakce na toto pozitivní hodnocení CAA na sebe nedala dlouho čekat v podobě přiznání, že i zde jsou cestičky, jak systém obejít: *„Ten člověk to třeba třikrát, čtyřikrát zkoušel a byl na třiceti procentech. Tak pak v posledním týdnu nebo v posledním dnu: ‚prosím, prosím, udělej to za mě‘. Ale alespoň je tam ta snaha, že to tam člověk třikrát, čtyřikrát zkoušel, i když zoufale.“* Studenti došli při svých úvahách tak daleko, že dokonce o domácích úkolech v systému Maplu T.A. podotýkají: *„Je to **větší práce pro toho chytřejšího**, že musí počítat sedm typů domácích úkolů, protože i když typ úkolu je stejný, jsou tam jiná čísla... když pak v rámci jednoho večera dělá úkol dalším pěti lidem krom sebe.“* Na druhou stranu studenti uznávají, že toto není opravdová pomoc: *„...když to takto někdo chytřejší spočítá hloupějšímu, nevím, jak lépe to pojmenovat, tak mu tím nepomůže. On pak ten zápočet musí udělat sám za sebe.“* – *„Přesně tak, jsme dospělí, máme zodpovědnost sami k sobě. A když jsem tak hloupý, že si ty úlohy nechám dělat, tak se nic nenaučím, je mi to k ničemu. To je nemusím dělat vůbec.“*

---

<sup>1</sup> Této problematice jsem se věnovala v kapitole 3.3.

Mottem následující kategorie je s jistou nadsázkou Špionáž při zápočtech a zkouškách. Začneme příběhem studenta, který své spolužačce údajně spočítal veškeré úlohy v Maplu T.A. z jednoho předmětu včetně zápočtového testu, kdy seděla vedle něj. K tomu student dodává: „*Tady je právě to, že chybí ústní zkouška.*“ Jak již bylo zmíněno, při zkouškách se ukázala jako velmi vhodná následná kontrola postupů vyučujícím. Studenti, kteří splnili dostatečný počet bodů, postoupili k jakési „ústní“ části, kdy vyučujícímu předložili své výpočty a diskutovali je s ním.

O šancích opisovat v elektronické i papírové formě se studenti vyjadřovali velmi otevřeně. Například jedna ze studentek popsala případ, kdy naopak při papírovém vypracování zkoušky nemohla najít jeden ze svých papírů, který, jak zjistila později, koloval třídou. Přesto, že možnosti opisování jsou v obou formách zkoušení, studenti se shodli na tom, že elektronické testování je pro ně celkově lehčí. Jedním z důvodů je již výše zmíněný fakt, že zápočtový test je podobný průběžným domácím úkolům. Dále je opisování při testech v elektronické podobě podle některých studentů snazší, neboť stačí **opsat pouze výsledek**, a ne celý postup. Argumenty ve prospěch CAA ohledně generování odlišných otázek pro každého studenta byly v diskuzi částečně podlomeny: „*Obrazovku vyfotí každý a pošle Vám ji.*“ – „*Ano, vypnete přístup k internetu, tím zvýšíte obtížnost, ale počítačové učebny jsou řadové. Úplně na férovku – vidíte zadání příkladů dobře. A stačí říci: vrať to zpátky nebo syknout, ukázat na úlohu, kroutit hlavou, kejvat a každý ví. A kdo vidí do daleka, tak zkoukne šest počítačů a je to.*“

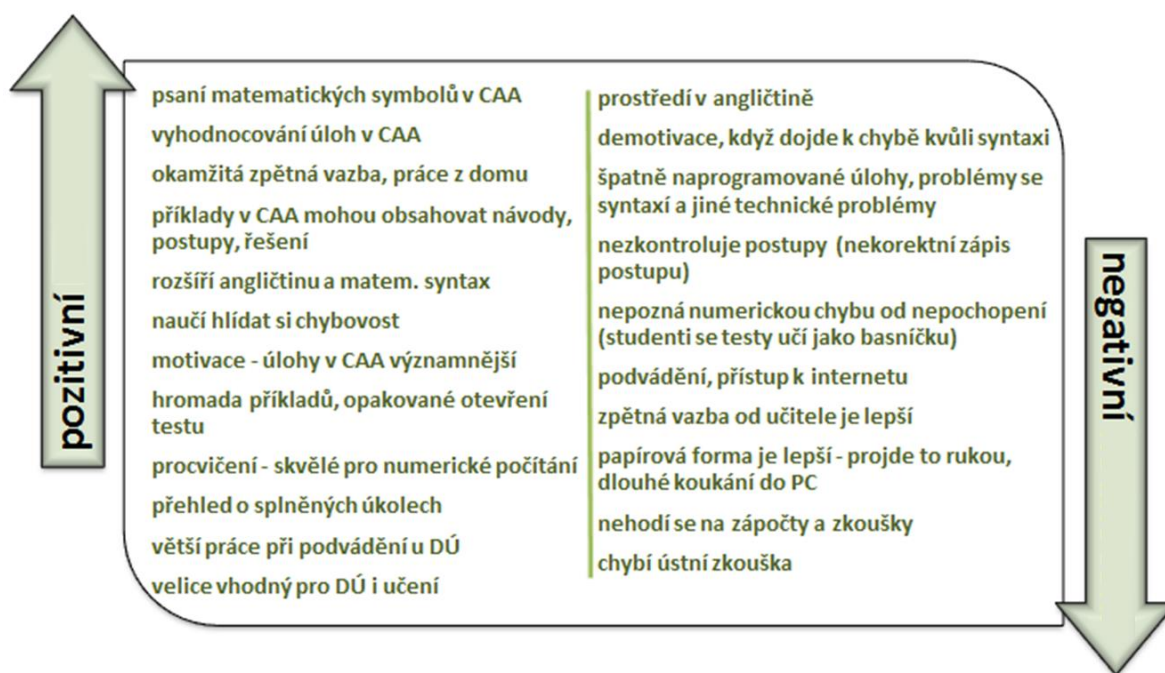
Opisování se dá tedy částečně zamezit již výše zmíněnými opatřeními v oblasti internetu. Nicméně, jak bylo uvedeno v příspěvku, monitory jsou v počítačových učebnách rozestavěny do řad a předejít jakékoli spolupráci nebo komunikaci mezi studenty při zkoušce se zřejmě nedá při žádné formě testování (papírové i elektronické). Proto i když je logicky lehčí vyplnit pouze výsledek do CAA, než opisovat celý postup, může vyučujícího utěšovat fakt, že se daří při generování odlišných otázek pro každého studenta alespoň trochu ztěžovat opisování. Jak bylo popsáno výše, alespoň v domácích úkolech je to údajně těžší (minimálně pro ty „chytřejší“ studenty). Při zkouškách se pak skutečné porozumění ověří dodatečnou diskuzí. Studenti se při rozebírání tohoto tématu tak otevřeli, že nakonec projeví obavy, zda jejich komentáře nebudou mít vliv na další průběh výuky předmětu MA4, nicméně byli ujištěni, že nemusí mít obavy.

Poslední kategorie, která se nám z diskuze vynořila, je spojena s konstruktivní snahou studentů vylepšit stávající situaci. Kromě již v předchozích odstavcích zmíněných „zlepšováků“ (spojení systémů, vypnutí internetu, kontrola postupů aj.), studenti též navrhovali vylepšení uživatelské stránky systému. Například by se jim líbilo, kdyby byly při vyplňování testu nějak **označeny již vyplněné otázky**. Tuto možnost nemá ani jeden z námi užívaných systémů CAA. Další vylepšení, které studenti navrhují, je označení již splněných domácích úkolů: „*Mně by se líbilo, když ten test splním, aby se tam objevila zelená fajfka. A ne že mám 16 z 18 bodů.*“ – „*Je pravda, že to chybělo no – zelená fajfka nebo zeleně podbarvit.*“

Poměrně dlouhou dobu strávili studenti diskuzí, zda mají být všechny otázky zobrazovány pohromadě na jedné stránce, nebo každá otázka na své vlastní stránce (viz kapitola 3.3). Studenti na toto téma často naráželi. Zpočátku se neshodli, která z variant je lepší, jak naznačují jejich argumenty: „... *myslím, že je lepší, jak je každý příklad zvlášť. Alespoň tam člověk nepřehlídne nějaký jiný příklad.*“ – „... *zas pro mě bylo lepší projet si všechny otázky najednou – když dostanu písemný test, tak si pročtu co a jak, synchronizuji si, co jak budu řešit, který příklad mi přijde jednodušší. Takhle než překlíkám celý ten test po jedné, tak to zabere hodně času, protože se to dlouho načítá a než projet příklady, tak řeším aktuální příklad, i když tam vzaději mohou být lehčí, které bych řešila... myslím, že to šetří čas a že je to přehlednější pohromadě...*“ – „*Já souhlasím s oběma – měla bych strach při tom rolování, že nějaký přehlédnu, ale já také když dostanu papírový test, ráda nejprve projedu všechny příklady – od nejlehčích k nejtěžším... Ale v tom rolování v Maplu jsem třeba koukala na výsledky – třeba jsem věděla, že jsem tam měla chybu, a jela, jela a už třeba začal jiný příklad a nemohla jsem ho tam najít.*“ (nepřehlednost výsledků v Gradebooku, taktéž diskutovno již v kapitole 3.3). Studenti nakonec došli ke shodě, že nejlepší by byla možnost **překlíkávat mezi jednotlivým zobrazením** jako v případě sazby textu. Shrnuje jeden ze studentů: „*Nejlepší by bylo, kdyby si to každý mohl nastavit podle sebe. To by bylo nejlepší, protože každému vyhovuje něco jiného. Ideálně, kdyby se mezi tím dalo přepínat, abych si nejprve ano mohl projet na jedné stránce všechny a pak si je nechat každý zvlášť.*“ Tuto možnost bohužel nenabízí ani platforma WebWork ani platforma Maple T.A.

## Pozitivní a negativní faktory implementace CAA

V teoretické části práce bylo již podrobně vyloženo, jaké výhody a případné nevýhody zavedení systémů CAA může přinést, byl uveden i seznam uváděných kladů a záporů v zahraničních studiích. Zajímalo mě, které z nich se projeví v českém prostředí, které z uváděných výhod a nevýhod mají pro naše studenty reálný význam a do jaké míry ovlivňují celkové hodnocení systému. Na otázku, jaké vidí ve využívání CAA klady a zápory, studenti většinou uvádí jako první klad okamžitou zpětnou vazbu v protikladu s nedostatečnou kontrolou postupu. Na následujícím Obr. 53 může čtenář vidět identifikované pozitivní a negativní faktory, které zazněly během rozhovorů v ohniskových skupinách, ve stručných heslech. Za obrázkem je potom ke každému heslu uveden krátký úryvek z diskuze.



Obrázek 53 Pozitivní a negativní faktory implementace systému CAA z pohledu studentů

- **psaní matematických symbolů v CAA:**  
„...v tom Maplu se dají přes tu Javu popisovat ty vzorce. To si myslím, že je nezpochybnitelná výhoda toho Maplu.“
- **vyhodnocování úloh v CAA:**  
„...je to škoda toho Moodlu, že si to neumí přeložit ty odpovědi“
- **okamžitá zpětná vazba, práce z domu:**  
„Mně třeba oproti papírové přijde v Maplu super to, že Maple to dá vyhodnotit a mám okamžitou zpětnou vazbu.“  
„...je to skvělá věc k procvičení, protože si to můžu kdykoli otevřít doma.“



- **příklady v CAA mohou obsahovat návody, postupy, řešení:**  
*„...v Maplu, když jsem projížděla, co jsem měla špatně a co ne, tak jsem brala jako velký přínos, že jste nám tam dávala ta řešení – když jsem třeba úplně nevěděla – ano tady ten krok dobrý, pak tady jsem měla nějaké špatné úpravy. To mi vyhovovalo, i když jsem měla jiný postup, tak jsem to brala jako plus“.*
- **rozšíří angličtinu a syntax matematických programů:**  
*„Mě třeba Maple naučil ten zápis do řádku – nikdy před tím jsem to nepotřebovala, a najednou zápis do řádku. Já jsem z toho prvně byla vyjevená, ale teď když potřebuji Wolfram, tak mě nezaskočí, že je tam řádek. Občas si na něco nemohu vzpomenout, ale to se najde.“*  
*„rozšíří angličtinu a syntaxi matematickou – protože tady některý koukají, co je sqrt.“*
- **naučí hlídat si chybovost:**  
*„Hlavní plus, co asi bych brala u mě – naučil mě ten systém hlídat si chybovost, dělat méně chyby... Učitel v písemné podobě přimhouří oka, možná strhne nějaké body za špatný výsledek, ale nemám celý příklad špatně.“*
- **motivace – zvýšení zájmu (úlohy v CAA významnější):**  
*„Já když srovnám ty domácí úkoly v té dvojce a trojce<sup>1</sup> – ty elektronické byly významnější.“*
- **hromada příkladů, opakované otevření testu:**  
*„Procvičíme si mnohem víc příkladů.“*  
*„Mně se líbilo, že ten test, co jsme dostali v rámci domácího úkolu, tak když nám učitel zadal papírově – většinou já nevím tři příklady a ty jsme spočítali a byl konec. Kdežto tady jsem si ten test mohla otevřít třeba 6x po sobě a pokaždé ta čísla byla jiná – více zadaných příkladů, než bych měla od učitele, a když jste to otevřela na 3 neděle, tak jsem do toho pořád mohla chodit.“*
- **procvičení – skvělé pro numerické počítání:**  
*„...tam byly matice, a vedlo to tedy k jednoduchému generování matic. Tam bylo ale dobré, že to bylo na numerické počítání. To bylo vynikající na procvičení.“*
- **přehled o splněných úkolech:**  
*„Když mají všichni stejný domácí úkol, odevzdávají ho papírově a pak člověk ani neví, jestli ho odevzdal.“*
- **větší práce při podvádění u DÚ:**  
*„...tohle je v rámci domácích úkolů mnohem větší výhoda, protože ve chvíli, kdy má celá třída jeden úkol, tak to udělají tři lidé a pak to jde těma cestičkama, že to opišou.“*  
*„Je to těžší pro podvádění u domácích úloh.“*
- **velice vhodný pro DÚ i učení:**  
*„Jinak na domácí úlohy a na výuku je vhodnější Maple (než papírová), protože a poněvadž těch příkladů vypočítáte víc a jednou za čas bych se podíval, jestli máte správné postupy.“*  
*„Mám tam příklady, které se mi generují.“*
- **prostředí v angličtině:**  
*„Problém ta angličtina. Ale jak bylo řečeno, člověk se naučil, co má zmáčkout.“*  
*„Angličtina určitě nevýhoda je, české stránky pro nás stále působí poněkud příznivěji.“*

---

<sup>1</sup> předměty Matematická analýza 2, Matematická analýza 3

- **demotivace, když dojde k chybě kvůli syntaxi:**  
*„Člověka to spíš tak jako štve, když to nemá, musí to dělat znova, a když se na to podívá, kde měl chybu, tak vidí, že to měl třeba dobře, jen ten systém to prostě nepřečetl. Takže to mi ze začátku hodně vadilo třeba.“*
- **špatně naprogramované otázky, problémy se syntaxí a jiné technické problémy:**  
*„Třeba v geometrii se nám stalo, že jsme dali vyhodnotit test a my jsme byli přesvědčeni, že ten Maple to má špatně.“*
- **nekontroluje postupy (nekorrektní zápis postupu):**  
*„...ještě ta nevýhoda, že to nebere ty postupy, v geometrii jsme tedy dělali ty průběžné testy – když jsme šli na zápočet, tak pro cvičícího bylo důležité – máte splněno, nemáte splněno, neřešil jak. Ale pak jsem přišla na zkoušku, na počítači se objevilo 100 % a pan docent: přineste mi poznámky, a že mám nekorrektní postup – to uznávám, ale štve mě, že za celý semestr nás na to někdo neupozornil.“  
*„My třeba provádíme nekorrektní úpravy a v tomto typu příkladu to zrovna funguje, ale nemusí vždycky.“**
- **nepozná numerickou chybu od nepochopení – studenti se testy učí jako básničku:**  
*„...to bylo to, co jsem říkala, že ten systém nepozná, jestli máte numerickou chybu nebo tomu nerozumíte.“  
*„Já jsem na zkoušku šla s tím a uměla jsem to nazpaměť, jak básničku.“**
- **podvádění, přístup k internetu:**  
*„... když třeba matice byla 5x5, tak to šlo do Wolframu.“  
*„Zase ne že by tady v případě Maplu to nešlo udělat – prostě pošlou se údaje – přihlas se za mě.“**
- **zpětná vazba od učitele je lepší:**  
*„...zpětná rychlá vazba, ale bez té bych se klidně obešla a počkala na učitele... oni ti učitelé, když to kontrolují, tak nad tím třeba stráví více času. Ale udělají tu poznámku k tomu – tady to bylo dobré, tady by to bylo potřeba vylepšit. Ten systém to pošle všem, takže ten systém má třeba jiný postup vypočítávání než já. Prostě papírová podoba mně vyhovuje víc“.*
- **papírová forma je lepší – projde to rukou, dlouhé koukání do PC:**  
*„Papírová forma – já ji radši. Na tom počítači je to jen vizuální, to, že mi to projde rukou, je plus.“  
*„...když to dělám u počítače, tak mě bolí oči.“**
- **nehodí se na zápočty a zkoušky:**  
*„Postup mi to samozřejmě nekontroluje, ale to zas může udělat vyučující v různých písemkách a podobně. Podle mě e-learningové systémy nejsou vhodné na zápočty, zkoušky.“*
- **chybí ústní zkouška:**  
*„A obzvlášť u matematiky musí být ústní zkouška. Jsme učitelé, musíme umět mluvit a měli bychom to dokázat interpretovat a vysvětlit.“*

### **Závěrem k ohniskovým skupinám**

---

Souhrnně lze říci, že ohniskové skupiny předčily očekávání moderátorky, diskuze byla živá a bohatá, což ovšem kladlo dosti velké nároky na schopnosti moderátorky. Poměrně dobře se dařilo dodržovat střídání studentů v diskuzi a zásadu, že musí mluvit vždy jen jeden účastník, ovšem občas jsem si všimla i jisté nonverbální komunikace mezi studenty

vyjadřující souhlas či nesouhlas s daným výrokiem. Několikrát během rozhovoru studenti prokázali zájem o více informací o možnostech CAA systémů.

Studenti učitelství mohli vidět, jaké mohou být názory a obavy jejich budoucích studentů. Protože se sami brzy dostanou do pozice vyučujících, prováděli reflexi nejen z pozice studenta, ale i z pozice učitele. Ohnisková skupina měla pro všechny zúčastněné (tj. i pro mne jako moderátorku diskuze) také formativní přínos.

Studenti se naprosto shodují v tom, že systém je nejvhodnější například na numerické počítání. Tam je systém nejlepší, tam jsou přesvědčeni, že jde o nezpochybnitelný přínos, který vede k lepšímu procvičení, a tedy i lepšímu pochopení látky. Přínos použití systému vidí i ve výuce jiných partií matematiky včetně teorie, nicméně v tomto případě už si nejsou jisti, zda systém pomůže se danou problematiku naučit lépe. I v tomto případě se shodují, že pro domácí úkoly je využití CAA vhodné. Za problémovou oblast využívání systému CAA studenti označují kontrolu postupu a korektního zápisu, z tohoto důvodu je podle nich pro zápočty a zkoušky vhodnější papírová a hlavně ústní forma zkoušení. Tuto podkapitolu věnovanou ohniskovým skupinám bych ráda ukončila úryvkem z hodnocení studenta, které myslím velmi pěkně shrnuje názory studentů:

*„Já myslím, že když ty e-learningové systémy jsou naplněné kvalitními daty – je tam dostatek příkladů a je to správně – je to skvělá věc k procvičení, protože si to můžu kdykoli otevřít doma. Mám tam příklady, které se mi generují. Tedy ne v Moodle, tam se mi moc generovat nemůže nebo nevím. To je jedno, generují se ty příklady, mám okamžitě zpětnou vazbu, pokud je to tam nasázený správně, tak si můžu ověřit, jestli ten výsledek mám správně. Postup mi to samozřejmě nekontroluje, ale to zas může udělat vyučující v různých písemkách a podobně. Podle mě e-learningové systémy nejsou vhodné na zápočty a zkoušky. Já myslím, že ta kombinace těch písemných testů, kdy to kontroluje učitel, a může odhalit různé chyby v postupech a nekorektních úpravách, je zároveň s úkoly přes CAA dobrá, ale nemělo by se říci – bude se všechno dělat jen na počítači nebo jen papírově.“*

### **3.5.3 Polostrukturované rozhovory**

Pro zjišťování postojů a zkušeností vyučujících s danou tematikou byly využity polostrukturované rozhovory provedené v letním semestru 2014/2015 se dvěma kolegy z katedry matematiky, kteří spolu s autorkou tohoto výzkumu začali na UHK systém

využívat. V Příloze O se může čtenář seznámit s vybranými úryvky z těchto rozhovorů. Dotazovaní jsou označováni iniciálami DB a ZD.

Celkově hodnotili dotazovaní využití systému pozitivně – shodují se, že je systém vhodné využít v prvních ročnících bakalářského studia zejména v oblasti procvičování: „*člověk je může naučit více toho drilu a opravdu je otestovat takovým spolehlivým způsobem*“. Nicméně DB (na rozdíl od názoru studentů ohniskové skupiny) uvádí, že mnohem větší přínos vidí právě u zkoušení, kde se tímto eliminuje ovlivňování zkoušejícího zkoušeným: „... *nemá tendenci ovlivňovat ten výsledek... prostě akceptuje to hned a je to mnohdy daleko méně emotivní*“. Přesto, že uvádí, že zkoušení za pomoci počítače představuje pro učitele stres (obava z technických problémů) a je si vědom i dalších nedostatků: „*Studenti se nám to malinko učí nazpaměť*“. Opět zde bylo zmíněno jako možné řešení – generování zápočtových, resp. zkouškových testů prostřednictvím CAA, ovšem s následnou ústní kontrolou výpočtů zkoušeného s vyučujícím. Nedosáhne se takto té časové efektivity, kterou bychom si přáli, nicméně i tak se dosáhne úspory času, který by byl jinak věnován studentům, kteří testem neprojdou vůbec. Vyučující tak neztrácejí čas „drilováním“ jednoduchých úloh a mají více času na práci s připravenými studenty.

Přesto, že ZD uvádí, že rozdíl ve výuce s/bez CAA je hlavně v domácí přípravě studentů, DB poukazuje na možnosti přizpůsobení výuky na základě monitorování práce studentů prostřednictvím CAA. Učitel může například vidět, které otázky dělají studentům potíže, vidí aktivitu jednotlivých studentů atd.

Při obou rozhovorech se objevila poznámka o potřebě širší podpory, potřebě práce nejlépe celého týmu na přípravě kurzů v CAA. ZD dokonce zmiňuje kromě objektivitu při zkoušení jednotlivých studentů též rozdílnost při zkoušení na straně vyučujících: „*Takže my máme jeden systém, ale zkoušíme každý jinak, takže ta unifikovanost tam pořád chybí...*“ Příprava kurzu k danému předmětu by měla být jakýmsi konsenzem několika vyučujících.

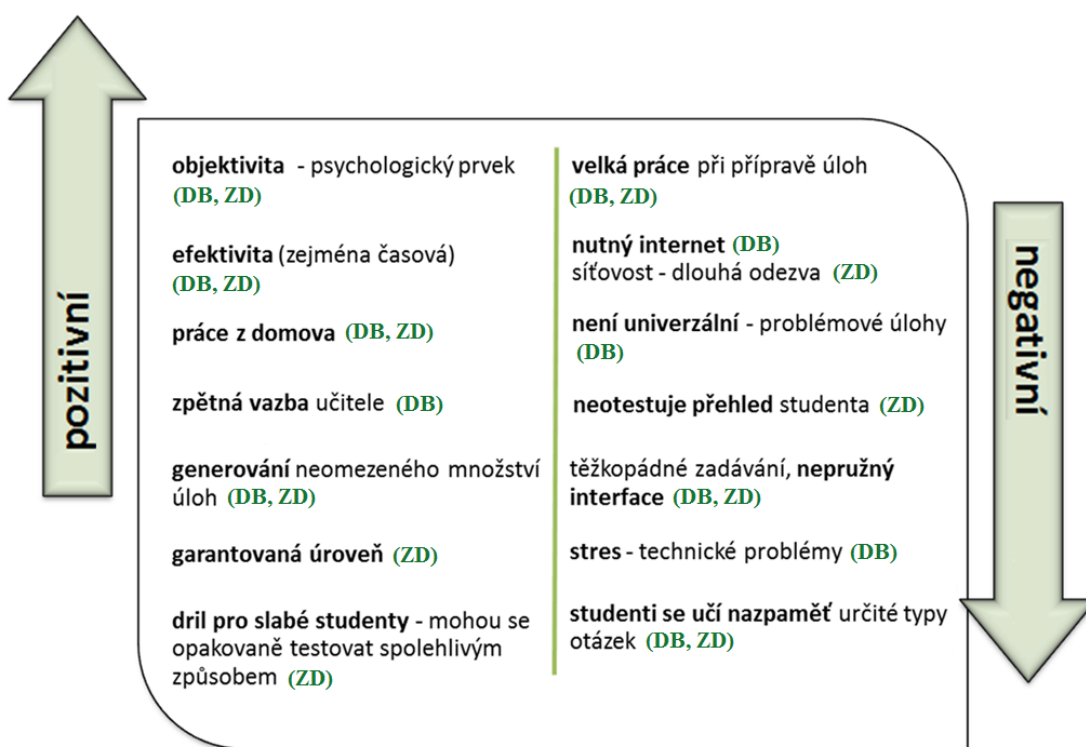
Jako významné téma vyvstal u obou dotazovaných postoj učitelů a studentů k tomu systému. Vypadá to, že studenti jsou poměrně svolní (což vyplývá i z ohniskových skupin), nicméně ukázalo se, že se uživatelé Maplu T.A. setkávají s chladným přijetím, až nevolí u kolegů z katedry matematiky.

Dotazovaní se shodují, že je s tvorbou příkladů v systému velká práce a že systém Maple T.A. není zcela ideální – konkrétní jmenované výhrady se týkaly Editoru rovnic v nové

verzi Maple T.A.10 a nepružného vnitřního prostředí programu při tvorbě otázek, kde je šablona otázky rozdělena na několik odvětví. Tato struktura, která jistě vznikla z důvodu přehlednosti, tak paradoxně uživatelům ztěžuje práci při tvorbě otázek a úpravě otázek. Na rozdíl od studentů se dotazovaní vůbec nezmiňovali o jazykové stránce programu.

Dále bylo zajímavé zamyšlení DB nad problémovými úlohami, které by studenti řešili prostřednictvím CAA jako otázku formou Essay. DB vidí v této alternativě komfort pro zkoušejícího, který čte lépe strukturovaný text, a větší objektivitu. To je ovšem vykoupeno nepohodlím studentů plynoucím ze zadávání delšího textu do počítače.

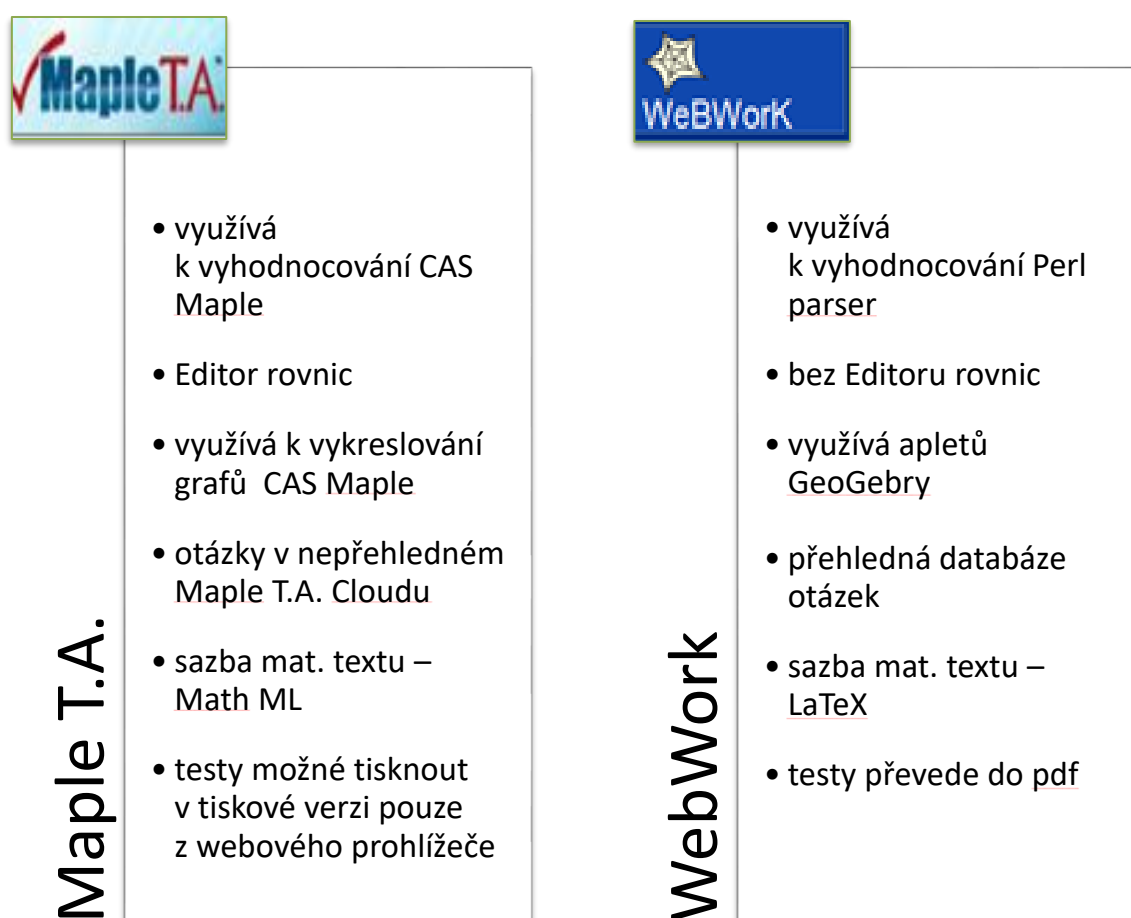
Následující Obr. 54 shrnuje uvedené pozitivní i negativní faktory implementace systému Maple T.A. , které zazněly při rozhovorech:



Obrázek 54 Výhody a nevýhody systému CAA z pohledu učitelů

### 3.6 POROVNÁNÍ CAA SYSTÉMŮ MAPLE T.A. A WEBWORK Z POHLEDU STUDENTŮ

V teoretické části této práce již došlo ke stručnému seznámení se systémem WebWork a hlavně systémem Maple T.A. Na následujícím Obr. 55 jsou uvedeny hlavní rozdíly těchto systémů z mého pohledu.



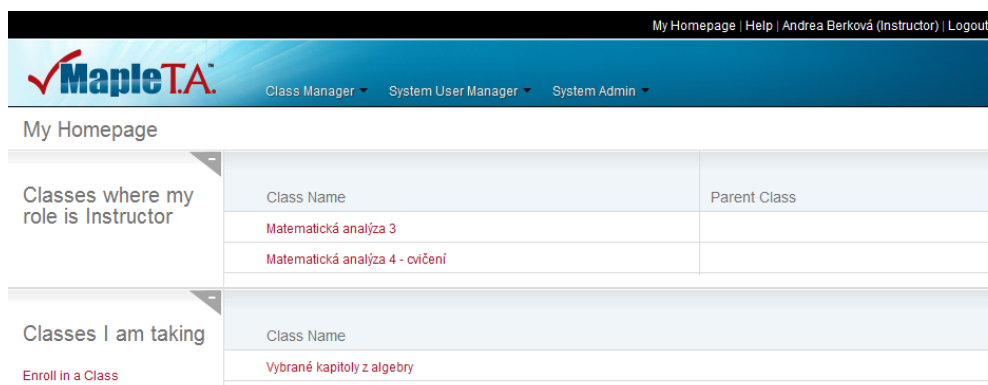
Obrázek 55 Porovnání platforem Maple T.A. a WebWork

K porovnání těchto dvou platforem z pohledu studentů došlo v rámci ohniskových skupin popsaných v kapitole 3.5.2. Jsem si vědoma, že studenti nemohou zcela objektivně porovnat platformy Maple T.A. a WebWork, jelikož s platformou Maple T.A. mají nejen delší, ale také rozsáhlejší zkušenosti z více předmětů. Komparace bývá ovšem při hodnocení velice důležitá a zkušenost s více systémy může přinést studentům určitý nadhled. Také se domnívám, že zejména pro studenty, kteří se brzy dostanou do role

učitelů matematiky, je dobré seznámit se s dostupnými matematickými nástroji v oblasti e-learningu, jako jsou Maple T.A. nebo WebWork. Zajímalo mě, jaké postřehy a názory během diskuze zazní. Zejména pak, jaké aspekty v porovnání systémů budou pro studenty důležité.

### Maple T.A. nebo WebWork?

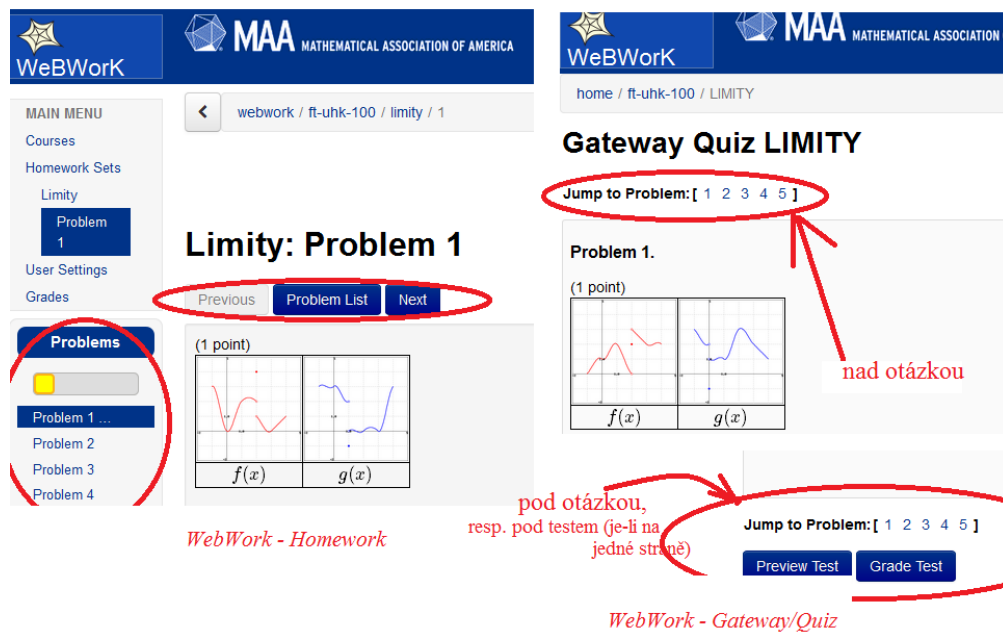
„Na první pohled jsem pro Maple T.A. Je vizuálně přehlednější, takový čistší.“ – „Ten Maple T.A. mi docela vyhovoval, protože sice je tam angličtina jako v tom WebWorku, ale už jsem se naučila, na co mám kliknout, když něco chci. Teď ten WebWork byl pro mě úplně nový, musela jsem si otevřít prohlížeč vedle, abych si překládala, co s tím mám dělat. A ten Maple T.A. mi přijde takový uspořádanější – organizovanější vevnitř...“ Opět se zde potvrzuje zkušenost této studentky, která již v úvodu diskuze vysvětlovala, že dává přednost systémům, které zná. Na rozdíl od těchto názorů se některým studentům více zamlouval systém WebWork: „Budu asi oponovat. Mně se líbil WebWork jakožto příjemnější, přijatelnější i jako orientačně přehlednější. Prostě jsem se v něm vyznal. A skoro intuitivní – prostě když jsem něco hledal, tak jsem měl nalevo lištu, kde jsem všechno našel. Třeba se mnou budou programátoři nesouhlasit, ale mně přišel propracovanější.“ – „...co se mi líbilo ve WebWorku, když už jsem v tom procvičování musela potvrdit každou úlohu – tak ten sloupeček vlevo, který byl hezky přehledný – že jsem to měla takové jako pěkně odstupňované, byly tam ty limity, řady, procvičování. Měla jsem třeba otevřenou nějakou úlohu a přitom jsem ji měla v tom sloupečku. Nevím, jestli by něco takového šlo nastavit v tom Maplu.“ Jak úryvky z diskuze naznačují, platforma WebWork je na všech úrovních organizována prostřednictvím lišty umístěné vlevo. Maple T.A. využívá složitější členění (viz Obr. 56).



Obrázek 56 Náhled prostředí platformy Maple T.A.

## Pohyb mezi otázkami

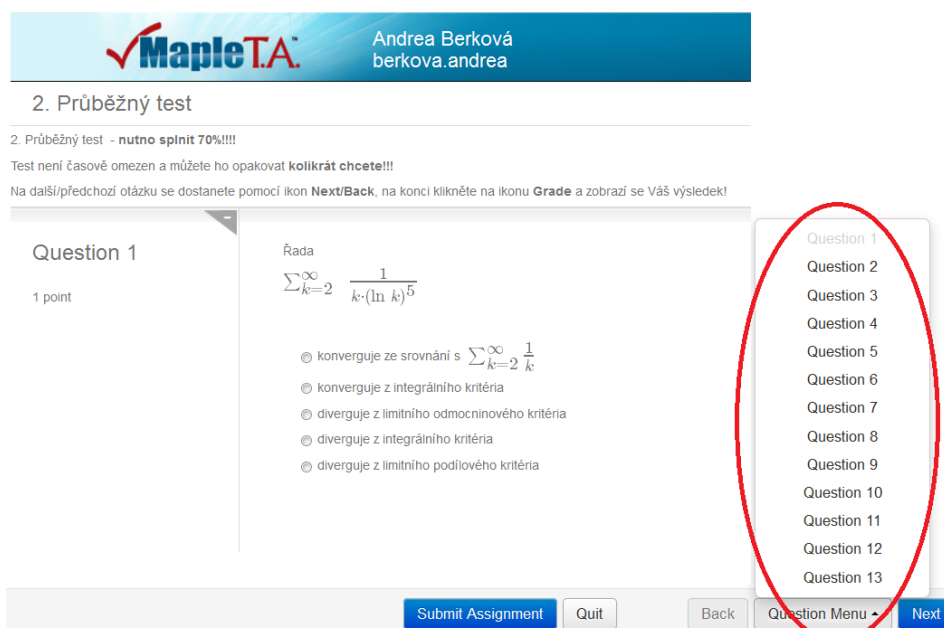
V posledním úryvku také zaznělo, že pohyb mezi otázkami v testu je ve WebWorku snadný, přehledný a umožněn z několika míst. (Obr. 57).



Obrázek 57 Pohyb mezi otázkami v platformě WebWork

WebWork tak umožňuje studentovi lepší orientaci a mít stále dostupné informace o aktuálně řešené otázce. Podobně se dá samozřejmě pohybovat mezi otázkami v testu v platformě Maple T.A., nicméně uživatel již musí kliknout na pole Question Menu a teprve potom se mu zobrazí seznam otázek (viz Obr. 58).





Obrázek 58 Pohyb mezi otázkami v platformě Maple T.A.

Další, trochu skrytá poznámka studentky z posledního úryvku poukazuje na fakt, že v platformě WebWork musí dojít k **uložení odpovědi**, jinak se odpovědi neuchovají pro opětovné otevření testu. V platformě Maple T.A. se odpovědi uchovávaly automaticky.<sup>1</sup> Na tento nedostatek platformy WebWork si stěžuje i další studentka, která podotýká, že po zkušenosti s Maplem T.A. ji toto velmi překvapilo: „...*jsem to musela vždy uložit, jinak by se mi to ztratilo a musela bych to vyplňovat znova... spousta lidí to nečeká po tom Maplu*“.

Nutno podotknout, že v úloze označované v platformě WebWork jako typ Homework jsou vyhodnocovány jednotlivé problémy každý zvlášť, a odpovědi se tedy automaticky neukládají ani při pohybu mezi jednotlivými problémy. Tento typ úkolu se samostatnými problémy v platformě Maple T.A. vůbec není.<sup>2</sup> (Obr. 59).

<sup>1</sup> Až na jeden technický problém při zkoušce, kdy se studentce náhle vypnul počítač.

<sup>2</sup> V platformě Maple T.A. by nejlépe odpovídal typ úlohy *Anonymous practice*.

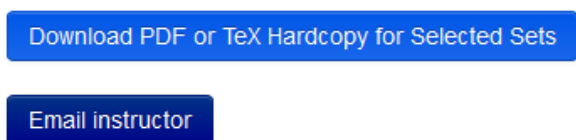
## LIMITY

Homework Sets				
Name	Attempts	Problems		
		Remaining	Worth	Status
Problem 1	0	unlimited	1	0%
Problem 2	0	unlimited	1	0%
Problem 3	0	unlimited	1	0%
Problem 4	0	unlimited	1	0%
Problem 5	0	unlimited	1	0%

Obrázek 59 Úkol typu Homework v platformě WebWork (samostatné otázky, ne jednotný test)

### *Tisk do PDF (výhoda WebWorku?)*

„Já třeba dojíždím a domů přijedu dlouho, tak už nemám čas se na testy podívat. Tady třeba dřepím dvě hodiny ve škole, mám volno. Já jsem vždycky musela rozkliknout všechny otázky, opsat si je, pak jsem si je vypočítala a pak až třeba za tři dny nebo za týden jsem je do toho počítače zadávala zpátky do systému, protože zaprvé, když to dělám u počítače, tak mě bolí oči, a když do toho budu zírat, stejně nic víc nevymyslím, než když to budu mít na papíře, protože ta papírová forma je pro mě přijatelnější ... já bych rozhodně volila WebWork, a navíc to tisknutí.“ (Obr. 60).



Obrázek 60 Nabídka tisku úkolu/testu ve formě PDF (náhled z prostředí platformy WebWork)

System WebWork umožňuje zobrazit test ve formátu PDF, který je potom možné tisknout nebo uložit. Možnost vytisknout si úkol nebo test studenti vítají, protože je to pro ně při vypracování domácího úkolu pohodlnější: „... vytisknout si ty čtyři testy, a ne tam pořád překlikávat mezi okýnkama.“ Nutno podotknout, že systém Maple T.A. také umožňuje tisk úkolu nebo testu. Vyučující v tomto systému tisk studentům musí povolit – studentům se pak před zobrazením vlastního testu zobrazí *test vytisknout* nebo *vyplňovat online* (viz Obr. 61).<sup>1</sup> Nicméně jak již bylo popsáno (v kapitole 3.3.1), verze pro tisk v platformě Maple T.A. je dosti nešikovná – u odpovědí typu List (výběr odpovědi z rozbalovací

<sup>1</sup> Abychom studenty před zapnutím testu nemátli, tato možnost nebyla na UHK vůbec využívána.

nabídky) se v tiskové verzi možnosti vůbec nezobrazí. Zobrazení matematických symbolů je opožděno, takže pokud si uživatel nedá pozor, může dojít k tisku bez zobrazených symbolů, některé symboly se dokonce vůbec nezobrazí (záleží na prohlížeči). Test je také rozložen do mnoha stran, proto je možnost tisku ve formě PDF v systému WebWork rozhodně lepší. Tisková verze v Maplu T.A. navíc umožňuje pouze vytisknutí otázek testu, ne odpovědi studentů, nápovědu od vyučujícího nebo výsledky.

This assignment gives you two options:

1. print it first, work through it off-line, and then copy your answers into the online assignment later, or
2. work online right now.

If you choose to print the assignment, you will still need to submit your answers using the system. When you are ready to submit your work, you will:

1. select this assignment from the Class Homepage and log in,
2. enter your answers and select "Grade"

Make your selection now:

[Print assignment for off-line work](#) | [Work assignment on-line right now](#)

Obrázek 61 Náhled spuštění úkolu/testu s možností tisku v platformě Maple T.A.

V našem případě nebyl tisk studentům povolen, z tohoto důvodu jeden ze studentů na tyto argumenty poznamenává: „*Když to se zase dá brát jako obrana Maplu, abychom nedělali to, co jsme dělali (to podvádění).*“ Pravdou je, že na rozdíl od Maplu T.A. se v platformě WebWork nedá zobrazení tiskové verze studentům zakázat. S tím, že by nemožnost tisku zabránila podvádění, ovšem zbytek ohniskové skupiny nesouhlasí: „*Obrazovku vyfotí každý a pošle Vám ji. Vůbec nevadí, že to nejde uložit do PDF, to vůbec nevadí v tom podvádění.*“

### ***Editor rovnic – jen pro zelenáče?***

---

Smýšlení většiny shrnuje student ve svém příspěvku, kde podotýká, že mezi systémy nevidí významný rozdíl, a to ani v oblasti zápisu matematických symbolů. Přesto, že v systému WebWork není Editor rovnic: „*Ale jak říkáte ten tisk v PDF, toho jsem si všiml – to není špatná věc, jinak mi to přišlo celkem podobné. Že tam není Editor, to mi nevadilo, já ho moc nepoužívám... Pro mě v těch systémech není významný rozdíl.*“ Studentky, které před tím uváděly, že Editor rovnic v Maplu T.A. využívaly, byly též dotázány, jak se staví k tomuto nedostatku platformy WebWork: „*Radši bych ho měla... ale to není tak velký přínos*“ – „*Vzhledem k tomu, že Maple mě naučil psaní do řádku, tak mně to u WebWorku tolik nevadilo.*“ Z diskuze vyplývá, že je Editor rovnic pro studenty (Shluk 1) důležitý zejména v počátcích (než se naučí symboly pro zápis matematického textu bez Editoru). V diskuzi se také ukázalo, že ačkoliv Editor rovnic může studentům usnadnit práci, není

v této formě pro studenty natolik důležitý jako například stránkování testů (viz kapitola 3.5.2). Toto je poměrně překvapivé zjištění.

### *Kam s vyhodnocenými testy?*

---

K porovnání systémů Maple T.A. a WebWork jeden ze studentů uvádí následující úvahu nad způsobem vyhodnocování testů ve prospěch WebWorku: „*V tom WebWorku, tam Vám to třeba řeklo, máte tam jednu chybu, ale neřeklo jakou, jen, že tam je, a vy si ji najdete, což je podle mě lepší z výukového hlediska. To v tom WebWorku bylo dobré a dalo se s tím WebWorkem pracovat... ono Vám to ukázalo chybu – Vy jste ji mohla opravit už v průběhu testu, ale nakonec jste musel dát vyhodnotit celý test... Takže tě to třeba upozornilo, a ty sis mohl uvědomit třeba, že ses překlíkl.*“ Proti tomuto názoru oponuje kolega: „*Já mám právě radši, když už udělám chybu, tak bych chtěl být upozorněn na to, kde – aha, tady to mám špatně, tady jsem si to špatně zafixoval, a ne to, že někde je nějaká chyba.*“ K těmto poznámkám je třeba ujasnit, že systém WebWork neumožňuje zobrazení správných výsledků před konečným datem pro odevzdání úkolu. Tato restrikce se dá samozřejmě obejít. Studenti zde mohou mít stejně jako v Maplu T.A. k dispozici různé nápovědy (kde může vyučující napsat třeba i správný výsledek) a bodová hodnocení. V systému se dá nastavit, zda student vidí pouze celkový počet bodů, nebo i obodování jednotlivých otázek, takže v tomto druhém případě student ví, ve kterém příkladu udělal chybu, ovšem nemá do konečného data pro odevzdání k dispozici po každém vyplněném testu správnou odpověď jako v Maplu T.A. Na rozdíl od Maplu T.A. může student vyplňovat identický test (bez randomizace) vícekrát. Toto je zřejmě případ, který popisuje student v úryvku – během vyplňování jedné verze testu může dát student test skutečně vyhodnotit, zjistit tak, kde udělal chyby, a poté vyplnit stejnou verzi testu ještě jednou (opravit své chyby). Počet pokusů u jedné verze testu ve WebWorku koriguje opět vyučující, takže pokud by zvolil jeden pokus, je to stejné, jako v platformě Maple T.A. Vyučující zde může také korigovat počet nových verzí daného testu pro jednoho studenta.

Dalším probíraným tématem bylo umístění již vyplněných testů. V platformě WebWork jsou všechny vyplněné testy na hlavní stránce, v platformě Maple T.A. musí uživatel přejít do Gradebooku, kde teprve vybírá, který test chce zobrazit. Studenti k tomuto uvádějí: „*V Maplu T.A. mi to přišlo přehlednější, protože se mi nemotaly splněné a nesplněné testy... trochu mě to mátló (ve WebWorku – pozn. autorky), že tam mám ty testy a pod tím ty vyřešené...*“ Student, který byl po celou dobu ohniskové skupiny zarytým zastáncem

platformy WebWork, na toto poznamenává: „A zase mi to přišlo graficky oddělené – byly na jedné stránce, ale nemíchaly se... to mi přišlo jako marginální problém.“

S porovnáním systémů Maple T.A. z pohledu učitele se může čtenář seznámit v následující kapitole zaměřené na formulace doporučení pro využití CAA systému.

### 3.7 FORMULACE DOPORUČENÍ PRO VYUŽITÍ SYSTÉMU CAA VE VÝUCE MA V ČESKÉM EDUKAČNÍM PROSTŘEDÍ

Podobně jako autoři Novotná, Krabsová (2013) a Starý (2016) se domnívám, že je třeba hledat vhodné nástroje a metody pro zavádění formativního hodnocení do českého edukačního prostředí. Právě jedním z takových nástrojů je systém CAA. Dle provedených rozhovorů lze říci, že učitelé používají CAA systém spíše intuitivně, případně se učí od kolegů (kterých je v ČR zatím málo, takže zejména zahraničních). Škola, resp. univerzita jim zatím neposkytuje významnější podporu. Jelikož jde o nově zavedený systém, neexistuje pro jeho využívání v českém prostředí žádná metodologická podpora. Inspirace ze zahraničí může vést ke zkvalitnění výuky na českých školách, ovšem samozřejmě nelze přenášet metody, které fungují v jedné zemi, bezmyšlenkovitě do druhé země. Proto je třeba hledat vhodné způsoby využití systémů CAA (v oblasti formativního i sumativního hodnocení) také na základě spolupráce odborníků i samotných učitelů z praxe v ČR. Při zavádění systémů CAA do praxe může pomoci také informovanost. Přesto, že zejména kvůli anglickému prostředí zatím nejsou systémy CAA zcela ideální pro využití na nižších stupních škol (SŠ, ZŠ), dle vývoje v zahraničí lze i toto v ČR předpokládat.<sup>1</sup>

Profesor Sangwin (2014) uvádí, že kromě celkové vyšší kontroly studia pro studenty i učitele, zvýšení kvality zpětné vazby a motivace studujících, je hlavním přínosem užívání systémů CAA, sledování, ukládání, zpracovávání a vizualizování aktivit a výsledků studenta, čímž jsou tyto procesy dosažitelné pro různorodé studijní účely a konkrétnější pro formativní hodnocení. Podstatou formativního hodnocení je v tomto případě tedy poskytování kvalitní zpětné vazby, zobrazování pokroku studentů a na základě těchto

---

<sup>1</sup> Na Summitu Maple T.A. (Maple T.A. User Summit 2014) představily kolegyně z Itálie národní projekt, který je spojen se zaváděním Maplu T.A. na italské střední školy. Univerzitní odborníci (většinou doktorandi) na SŠ pomáhají učitelům a dohlížejí na zavádění systému. Podobný trend můžeme již sledovat i v ČR, neboť na Gymnáziu Pardubice byla v současné době (akademický rok 2016/2017) zakoupena celoškolská licence Maplu T.A. Brzy tedy uvidíme, jak se tento systém osvědčí ve středoškolském prostředí.

informací přizpůsobení výuky potřebám studentů (jak popisuje též DB v polostrukturovaných rozhovorech).

Z ohniskových skupin vyplynulo, že ohledně využívání jakýchkoli výukových systémů lze doporučit co největší zjednodušení pro studenty. Nejlépe integrace systému CAA do využívaného LMS (např. LMS Moodle). Samozřejmě pokud daná instituce LMS nevyužívá, pak by měly být alespoň sjednoceny přístupové údaje do systému CAA s přihlašovacími údaji do jiných aplikací. Naopak se rozhodně nedá doporučit omezená licence systému CAA.

Instruktoři by si měli uvědomit, že je využívání nového systému, který navíc funguje v anglickém jazyce, pro studenty stresovou záležitostí, proto je zapotřebí provést důkladnou úvodní instruktáž. U platformy Maple T.A. je například kromě běžného ovládání systému třeba studenty seznámit se speciálními instrukcemi, které se objeví, pokud studentům instruktor povolí tisk zadaných testů nebo pokud chce instruktor využívat proktorovanou zkoušku (*Proctored exam*).

Je samozřejmě otázkou, zda by byl vhodný překlad některého z CAA systémů do českého jazyka. Zřejmě nemůžeme předpokládat, že by se distributorům komerčních CAA systémů vyplatilo sponzorovat překlad systému do českého jazyka s tak „malým odbytištěm“<sup>1</sup>. Data ovšem naznačují, že anglické prostředí systému není nepřekonatelným problémem (alespoň na úrovni VŠ). Všichni studenti i učitelé zařazení do tohoto výzkumu si na anglické prostředí velmi rychle zvykli. Proto bych jednoznačně doporučila věnovat čas a prostředky spíše do budování kvalitní databáze otázek, která je nejen podle mého názoru nejzásadnější (kapitola 3.5). Ideální situace by samozřejmě byla, kdyby se i v ČR distributoři CAA systémů spojili s vydavateli matematických učebnic (skript), jako je tomu v anglickém jazyce u platformy WebAssign a vytvořili databáze otázek k jednotlivým učebnicím. Za předpokladu, že se CAA systémy začnou v ČR používat rozsáhleji, bylo by vhodné sdílet vytvořené otázky i mezi institucemi a vytvořit zde jakousi „národní“ databázi.

Nezbytnou součástí zavádění nového přístupu (přínejmenším na institucionální úrovni) je podporující prostředí: „*Bohužel pokud někdo s tím programem chce začít pracovat, tak si nemůže říct měsíc před semestrem. Chce to delší přípravu, vytvořit, odladit úlohy, je to*

---

<sup>1</sup> navíc se jedná o systémy využitelné převážně v matematice, u většiny ostatních oborů bohatě stačí nástroje již přeložených systémů

*spousta práce a možná i pro širší tým než jednotlivce...“ (z polostrukturovaných rozhovorů). V souladu s projektem *Formative assessment* (kapitola 1.1.1) se ukázalo, že pokud chce škola (instituce) začít systém využívat, měla by se vést o tvorbě otázek a způsobech hodnocení odborná diskuze (nejlépe celého týmu uživatelů), která by vedla k jednotné „filozofii“ hodnocení na celé škole: „*Když jedny příklady připravuje jeden, a jedny druhý, tak pořád to srovnávací měřítko nemáme... aby to byla skutečná objektivita, a ne jen ta předstíraná, to by bylo potřeba!*“ (z polostrukturovaných rozhovorů).*

Budoucím uživatelům bych doporučila v první řadě volbu vhodného systému CAA. Nejprve je třeba důkladně se informovat o možnostech systému, nabízené databázi a složitosti programování. Nové verze přichází velice rychle, ale vývoj „k lepšímu“ není tak rychlý. Například společnost Maplesoft se dle mého názoru příliš zaměřuje na design systému, rozvíjí nové interaktivní typy otázek<sup>1</sup> a možnosti adaptivních otázek, což je jistě chvályhodné, nicméně v době, kdy stávající nástroje nefungují bezchybně, by byla mnohem přínosnější práce na vylepšení stávajících typů otázek a jejich šablon.<sup>2</sup>

V českém prostředí mohou v současné době uživatelé volit mezi komerčním systémem Maple T.A. a volně dostupnými systémy WebWork, případně STACK. S prvními dvěma již máme zkušenosti popsané v této práci. Prvotním rozdílem mezi těmito systémy je samozřejmě finanční otázka. Fakulty a instituce, které nedisponují finančními prostředky na nákup tohoto softwaru, mají tedy na výběr z volně dostupných platform. Dalším

---

<sup>1</sup> Otázka typu *Clickable Image*, kdy studenti mohou přímo pracovat s obrázkem a označit správnou odpověď na obrázku (takovými otázkami disponovala platforma WebAssign již při mé stáži v roce 2013). Otázky tohoto typu jsou při našich možnostech v oblasti internetového připojení a čekání na odezvu systému v současné době v podstatě nepoužitelné.

<sup>2</sup> V prosinci roku 2014 jsem se účastnila již zmiňovaného summitu uživatelů Maple T.A. Setkala jsem se zde se systémovými designery, kteří mi později pomáhali s problémy popsány v kapitole 3.3. Na summitu vystupovali uživatelé Maplu T.A. a sdíleli své zkušenosti. Obávám se ale, že tato diskuze nebyla příliš konstruktivní. Distributoři Maplesoftu pouze poukazovali na přednosti systému Maple T.A. a nebyli ochotni přijímat kritiku. Když jsem například s designérkou odpovědnou za obsahovou stránku Cloudu Maple T.A. probírala neutříděnost této databáze, má kritika byla přijata nelibě. Na summitu se sáhodlouze všichni zabývali vylepšeními systému v nové verzi Maple T.A. 10 (tuto verzi jsme ještě v té době na UHK neměli k dispozici), které se k mému údivu týkaly zejména rozšíření o nové typy otázek. Jediná „povolená“ kritika se zde týkala spouštění Editoru rovnic za pomoci Javy, jelikož tento problém byl novou verzí Maple T.A. 10 vyřešen, ovšem k novému Editoru rovnic DB v polostrukturovaných rozhovorech podotýká: „*Vidím tam zlepšení jen v tom, že nás program stále neobtěžuje svými hláškami, že je potřeba aktualizovat Javu a podobné věci – v tom asi ano, ale jinak výrazné zlepšení jsem nezaznamenal. V některých ohledech je to ještě horší – jak jsem uváděl ten problém se složenými závorkami a zadat konkrétně množinu výčtem prvků – například když chce člověk zadat dvouprvkovou množinu a napíše složené závorky, a, čárka, b, složená závorka, tak automaticky zadává program další čárku a při každém dalším pokusu zadává další, takže jsem se dostal úplně do úzkých a nezbývalo mi než použít obyčejný text – zadávání přes klávesnici.*“ (z polostrukturovaných rozhovorů).

rozdílem je užívání Editoru rovnic pro zápis matematických symbolů.<sup>1</sup> Do jaké míry je pro studenty přítomnost Editoru přínosná, bylo probráno v ohniskových skupinách. Zdá se, že Editor rovnic využívali hlavně studenti ze Shluku 1, pro které měl zásadní význam zejména v počátcích užívání systému.

Ohledně vyhodnocování otázek je na tom ze jmenovaných systémů nejlépe Maple T.A., který využívá CAS Maple. Výpočetní možnosti tohoto systému jsou rozhodně nezpochybnitelnou výhodou Maplu T.A., který dává uživateli při programování velké možnosti (větší paleta příkazů, vykreslování grafů přímo z CAS Maple apod.).

Získaná data ukazují, že se všichni účastníci po zkušenosti s Maplem T.A. staví pozitivně k využívání CAA systému, ovšem dodávají, že systém je třeba vylepšit. Zdá se, že situace je o něco lepší pro studenty než pro instruktory. U studentů jde o nevyhovující tiskovou verzi testů a občasné technické problémy, zejména s Editorem rovnic.

Ze strany instruktorů jde ovšem o rozsáhlejší problémy spojené s velmi nedokonalým prostředím pro tvorbu otázek. Jelikož v českém prostředí chybí vytvořená databáze otázek nebo vazba na české učebnice, je pro uživatele v českém prostředí velice nepříjemný nefunkční Cloud Maplu T.A.: *„Není dostatek úloh, kolik bychom k té variabilitě potřebovali.“* – *„Ale i v této redukované podobě si myslím, že je to pořád lepší než zkoušející, který to těm studentům nakonec ‚odkejve‘. Třeba proto, že studentů je hodně, a ten čas prostě není.“* (z polostrukturovaných rozhovorů).

Zadávání textu otázky je znepríjemněno problémy s Editorem rovnic, který převádí matematický text do jazyka MathML, jehož zdrojový kód je pro uživatele naprosto nepřehledný (není tedy umožněn pohodlný zápis matematických symbolů přímo do zdrojového kódu otázky v jazyce CAS Maplu nebo TEXu, naopak v algoritmu otázky uživatel pracuje s jazykem CAS Maplu, resp. Maplu T.A.). *„Vidím pořád velkou práci v té tvorbě úloh. Opravdu pro člověka, který s tím chce začínat, je to dost problém, pokud chce v nějaké brzké době s tím začít pracovat, vytvořit si databanku těch úloh, tak to je stále velice náročná záležitost. To programování těch úloh, když jsem se díval do těch zdrojových textů, tak je to těžší, než se naučit třeba TeX.“* (z polostrukturovaných rozhovorů).

Zpočátku se jevil rozdíl mezi systémy Maple T.A. a WebWork v programování otázek zcela jasně. Jde o to, zda chce uživatel otázky tvořit nebo přebírat. Pakliže chce uživatel

---

<sup>1</sup> Připomeňme, že Maple T.A. a STACK disponují Editorem rovnic, WebWork nikoliv.



tvorit vlastní otázky, zdálo se vhodnější využít platformu Maple T.A., kde jsou šablony pro tvorbu jednotlivých typů otázek. Naopak v systému WebWork se předpokládá přebírání hotových otázek z knihovny (*Library Browser*). Není zde tedy žádný nástroj typu: „tvorba nové otázky“ (*New Question*), ale jen nástroj „editovat“ (*Edit*), který umožňuje upravit stávající otázku. V tomto editoru otázky uživatel na rozdíl od Maplu T.A. pracuje se zdrojovým kódem celé otázky a přesto, že zde není k dispozici Editor rovnic ani žádné šablony, může poměrně pohodlně zadávat matematický text (podobně jako například v TEXu). Zdrojový kód je přitom mnohem kratší než v Maplu T.A., takže se v něm uživatel vyzná.

Pokud tedy uživatel nechce pracovat se zdrojovým kódem otázky, jevil se jako příznivější systém Maple T.A. A skutečně, pokud by uživatel nechtěl vůbec nic programovat a chtěl pouze vytvořit otázku typu Multiple choice (podobně jako například v LMS Moodle), vystačil by si s šablonou v Maplu T.A. Nicméně předpokládáme-li, že chce uživatel tvořit i složitější otázky, po zkušenostech s šablonami v Maplu T.A. popsaných v rozhovorech, nelze říci, že by byla tato struktura vhodná. Dokonce bych v porovnání s jednoduchou strukturou editoru otázky ve WebWorku řekla, že méně je někdy více: „...zadat tam (do Maplu T.A. – pozn. autorky) *jednoduchý příklad vyžaduje prostě příliš mnoho klikání na můj vkus a myslím i na objektivní vkus – to je na tolika úrovních, co člověk musí změnit něco, aby zadal banální příklad – abys zadal násobení matic, tak musíš v pěti okýnkách prostě vyhodnocovací algoritmus, proměnné, jak se jmenují atd... a přitom je to banalita, tohle je hrozně těžkopádné, podle mého názoru.... Nebo ty si ji stáhneš z toho Cloudu a potom ji chceš modifikovat a ty musíš modifikovat něco v algoritmu, něco v proměnných, něco v zobrazování, něco v zadání, něco ve vyhodnocování a každý je někde jinde... a všude se tam doklikat a čekat, až on zareaguje, protože je to síťové a vždycky je tam odezva, a to je tedy hrozný „vopruz“.“ (z polostrukturovaných rozhovorů).*

Z polostrukturovaných rozhovorů vyplynulo, že dotazovaní vidí dvě možné cesty budoucího vývoje CAA systémů. ZD by si představoval bezproblémové programování s přehledným zdrojovým kódem (podobně jako nabízí platforma WebWork). DB vidí naopak cestu k intuitivnímu prostředí a co nejjednodušší tvorbě otázek: „...vidím vývoj v tom, že se maximálně zefektivní způsob zadávání testů, tvorby těch úloh – všechno bude jednodušší, intuitivnější. Ten program budou moci využívat i lidé, kteří o programování nic neví – že to bude pro širší počet uživatelů.“ (z polostrukturovaných rozhovorů).

Přesto, že současná situace pro instruktory jednoznačně nahrává využívání WebWorku jakožto jednodušší a přehlednější struktury pro tvorbu otázek, v kontextu předchozího úryvku je možné, že při vylepšení a zjednodušení stávající situace bude nakonec Maple T.A velmi dobrou funkční platformou. Jelikož jde o komerční software, můžeme předpokládat, že společnost Maplesoft disponuje potřebnými prostředky pro další vývoj. Což je v současné době velice důležité také směrem k využívání CAA systémů například na mobilních zařízeních.

V oblasti formativních testů lze jednoznačně doporučit vytvoření co největší databáze otázek, využívat randomizaci co možná největšího počtu proměnných v otázkách a hlavně tvorbu strukturovaných otázek obsahujících podotázky kontrolující postup studentů. V oblasti sumativních testů, tj. zápočtových testů a zkoušek opět zopakujeme doporučení, aby studenti psali své výpočty též srozumitelně na papír jako podklad pro následnou „ústní“ kontrolu výpočtů zkoušeného s vyučujícím (samozřejmě již jen se studenty, kteří splní dostatečný počet bodů v CAA systému). Studenti i učitelé také volají po využívání otázky typu Essay, kde se mohou studenti rozepsat a body přiděluje instruktor. Doufejme, že se do budoucna zlepší pro studenty možnosti pohodlného zápisu postupů do počítače a podaří se též odstranit technické problémy spojené s tímto typem otázky. V současné době lze využívání této otázky doporučit pouze, pokud budou studenti psát postupy též paralelně na papír, jak bylo popsáno výše. Pokud to systém umožní, při zkoušce bych doporučila pracovat se systémem offline, aby nedocházelo k přebíhání studentů do jiných aplikací. Naopak přirozené osvojení práce s matematickým softwarem dostupným na internetu během průběžných domácích úkolů považuji za velmi přínosnou. Čtenář může nahlédnout jmenovaná shrnutí na Obr. 62

## Shrnutí jmenovaných doporučení:

Strategie formativního hodnocení (zpětná vazba, vizualizace pokroku studenta, přizpůsobení výuky)

Jednotné přístupové údaje (integrace do LMS)

Nevyužívat omezené licence

Podporující prostředí (týmová spolupráce)

Podrobná instruktáž studentů

Volba vhodného systému:

- Komerční x volně dostupný
- Editor rovnic x bez Editoru rovnic
- Databáze otázek
- Tvorba otázek
  - Šablony x zdrojový kód
  - TeX x MathML

Při zkoušce kontrola správnosti postupu např. ústní zkouškou (kontrola zápisu na papíře)

Obrázek 62 Shrnutí jmenovaných doporučení pro užívání systému CAA

## ZÁVĚR

V souvislosti s rozvojem informačních technologií došlo v minulosti k rozvoji systémů počítačové algebry určených pro řešení různých matematických problémů pomocí numerických algoritmů a také pomocí symbolických výpočtů. Integrací těchto výpočetních možností do systémů počítačem podporovaného hodnocení (CAA) vznikla například platforma Maple T.A. Tento nástroj umožňuje testovat, a hlavně procvičovat znalosti studentů pomocí různých typů otázek, které obsahují kromě standartních uzavřených otázek též otázky, kde studenti pracují s grafy a také samostatně formulují odpovědi ve formě algebraických výrazů nebo numerických hodnot.

V ČR je problematika počítačem podporovaného hodnocení matematiky neprobádána, jak vyplynulo z rešerše i analýzy využívaného matematického softwaru na českých vysokých školách (kapitola 3.1). Nicméně rozmach ve využívání nejrůznějších technologií ve výuce a hodnocení studentů svědčí o tom, že je dané téma vysoce aktuální. Dovednost pracovat s ICT se stává jedním z nových požadavků, které jsou na učitele kladeny. Z tohoto důvodu jsem také zaznamenala zainteresovanost respondentů výzkumu (pregraduálních studentů učitelství matematiky), kteří předjímají stále častější využívání ICT při jejich vlastním budoucím povolání.

Tématem předkládané práce je využívání CAA systémů ve výuce vysokoškolské matematiky, přesněji to, jak jsou procesy automatizovaného hodnocení nahlíženy a prožívány jejich hlavními aktéry (studenty i učiteli). V souladu s názvem práce byl formulován hlavní výzkumný cíl zjistit, jaký přínos mohou tyto CAA systémy (jako například Maple T.A.) vnést do výuky matematické analýzy studentů učitelství matematiky na UHK. Vycházela jsem z předpokladu, že nelze zkoumat využívání tohoto nového systému bez celkového kontextu. Vlastní empirické šetření je proto navrženo jako deskriptivní případová studie.

Jak již bylo naznačeno výše, základní otázka, kterou jsem si ve výzkumu položila, zněla: *Jaké jsou postoje studentů/učitelů k používání systémů CAA (získané na základě jejich zkušenosti s nimi)?* Takto obecně formulovaný záměr se mi v praxi rozpadl do mnoha specifitějších otázek, které se postupně objevovaly, jako například: *Jaké strategie vyvíjejí studenti a učitelé při práci se systémem? Liší se postoje studentů k CAA v závislosti na jejich přístupu k učení?* apod. Kromě hlavní výzkumné otázky byly hned v úvodu výzkumu (kapitola 2.1) formulovány tři dílčí výzkumné otázky zaměřené na

předpokládané ovlivnění výkonu studentů jejich přístupy k učení nebo implementací nového systému CAA.

Tak jak je v případových studiích obvyklé, pro sběr dat jsem využila triangulaci několika výzkumných metod. Výzkumné šetření probíhalo v průběhu dvou let. Získaná data jsem začala hned od počátku analyzovat. Při analýze kvalitativních dat byl nejprve celý materiál podroben otevřenému kódování. Na základě tohoto kódování byly identifikovány klíčové kategorie a tyto klíčové kategorie byly podrobně deskriptivně zpracovávány. Analýza kvantitativních dat probíhala pomocí programu NCSS.

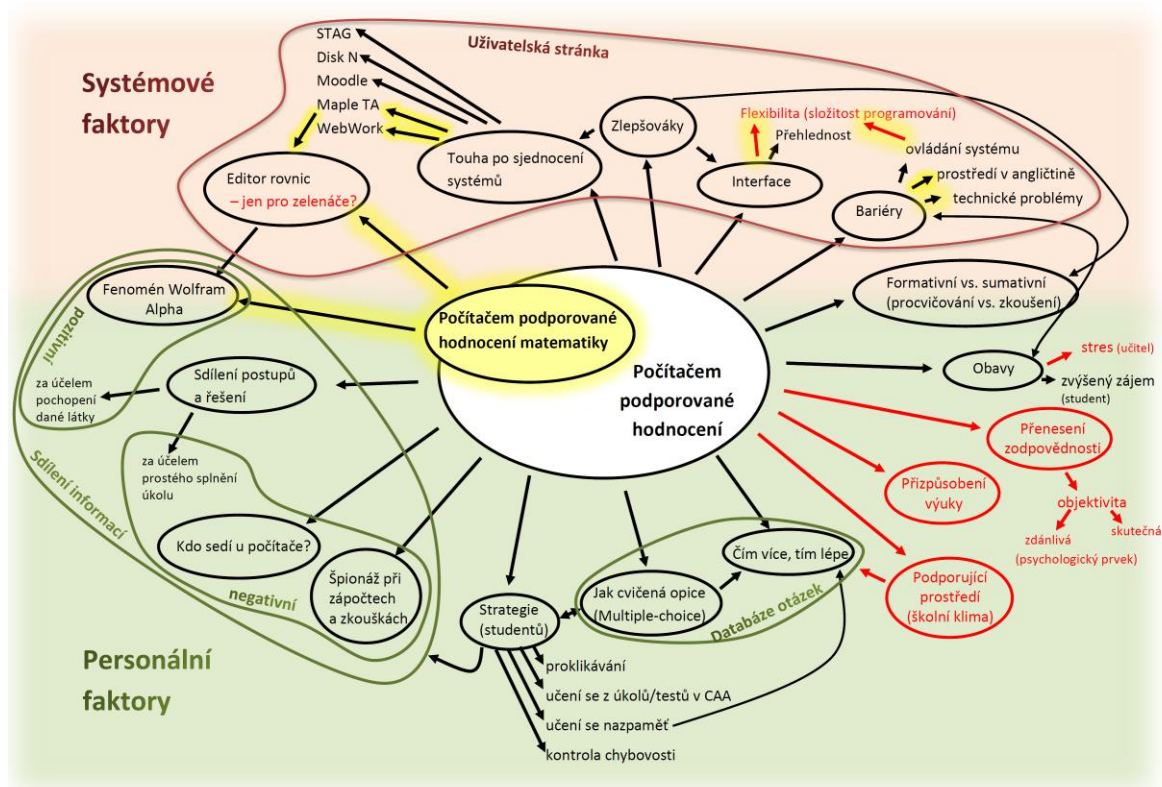
Nejprve došlo k rozdělení studentů prvního ročníku učitelství matematiky do charakteristických skupin. Ve shodě s teorií Entwistla tvořili hlavní dvě skupiny studenti zaměřeni na hloubkový přístup k učení (Shluk 2) a studenti silně motivovaní kariérou s preferencí pouhého přenosu informací při výuce (Shluk 1). Přejít mezi těmito dvěma shluky ještě tvořila malá skupinka, která se při jemnějším dělení odštěpila ze Shluku 2 (se spíše hloubkovým přístupem k učení, ovšem preferencí přenosu informací při vlastní výuce, silně motivovaná kariérou).

V následujících semestrech jsme s kolegy z katedry matematiky vytvořili skromné databáze otázek pro naše předměty a zavedli systém domácích úkolů (průběžných testů) s využitím platformy Maple T.A. do výuky (jak bylo popsáno v kapitole 3.3). V mém případě proběhl nejprve jeden semestr výuky matematické analýzy s formativním hodnocením zabezpečeným papírovými domácími úkoly a další semestr s domácími úkoly v systému Maple T.A. K použití systému CAA ve srovnání s klasickými úkoly se studenti staví po jejich zkušenosti pozitivněji (50 % by volilo online úkoly proti 35 % studentů s preferencí papírových domácích úkolů, zbývajících 15 % studentů se nevyjádřilo).

Postoje studentů k využívání systému CAA celkově nezávisí na charakteristických skupinách (shlucích), přestože se zejména v počátcích využívání systému projevil trochu pozitivnější postoj u Shluku 2. Analýza dat ovšem ukázala, že příslušnost k charakteristické skupině se u studentů projevuje v konativní rovině. Studenti ze Shluku 1 mnohem častěji využívali při zadávání matematických symbolů Editor rovnic, častěji se také uchýlovali k učení příkladů nazpaměť a pro splnění dostatečného počtu bodů v domácích úkolech potřebovali větší počet pokusů. Přesto, že studenti z jednotlivých shluků využívají jiných přístupů, ukázalo se, že na výsledky studentů v zápočtových

testech nemají tyto přístupy k učení (dle char. skupin) vliv. Naopak pokud jde o položky zaměřené na pochopení nových matematických tvrzení, vedou si lépe studenti ze Shluku 2. Data naznačují, že využívání systému CAA může významně ovlivnit efektivitu výuky. Studenti ze všech shluků prokázali při pravidelné práci v systému CAA lepší výsledky a shodují se, že je pro ně lehčí uspět u zápočtového testu. Přesto, že studenti nejsou přesvědčeni, že procvičováním v CAA došlo k významnému nárůstu jejich znalostí, jsou spokojeni, že mají „lepší“ představu, jak může zápočtový test vypadat, neboť mají k dispozici dostatečný počet vzorových příkladů: *„Mně se líbilo, že ten test, co jsme dostali v rámci domácího úkolu, tak když nám učitel zadal papírově – většinou já nevím tři příklady a ty jsme spočítali a byl konec. Kdežto tady jsem si ten test mohla otevřít třeba 6x po sobě a pokaždé ty čísla byla jiná – více zadaných příkladů, než bych měla od učitele, a když jste to otevřela na 3 neděle, tak jsem do toho pořád mohla chodit.“* (z ohniskových skupin). Podobně učitelé ve svých příspěvcích chválili časovou efektivitu poskytnutou systémem CAA: *„A pak říkám ta efektivita časová. Aktivizuje člověk studenty k tomu, aby pracovali průběžně.“* (z polostrukturovaných rozhovorů). Naopak učitelé, coby tvůrci otázek, upozorňovali, že naopak největší překážkou při zavádění systému CAA je časová náročnost přípravy příkladů.

V průběhu analýzy jsem získaná data navzájem porovnávala, hledala příčiny různých jevů, opakující se jevy apod. Základní vypořádané kategorie získané z kvalitativních metod jsem spojila do jednotného schématu (Obr. 63). Do původního schématu pro ohniskové skupiny jsem tedy přidala ještě další komponenty (na obrázku označeny červeně) vzešlé zejména z mých pozorování a rozhovorů s učiteli, jak může čtenář vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 63 Schéma klíčových komponentů počítačem podporovaného hodnocení matematiky (celkový pohled).

Z hlediska faktorů, které zasahují nebo nějakým způsobem ovlivňují výuku a postoje uživatelů v souvislosti s využíváním CAA, rozlišují faktory systémové (související s daným systémem CAA a jeho uživatelskou stránkou) a personální (související s uživateli systému a jejich strategiemi). Faktory, které se objevily při ohniskových skupinách se studenty, byly podrobně popsány v kapitole 3.5.2, faktory vztahující se k uživatelské stránce může čtenář nahlédnout též v kapitole 3.5.3. a kapitole 3.6. Zmíním se zde tedy již jen krátce k přidáním personálním faktorům vztahujícím se zejména k pohledu učitele.

První soubor faktorů tvoří školní klima. Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, podobně jako v případových studiích z projektu *Formative assessment* (kapitola 1.1.1), se i v tomto výzkumu projevilo podporující prostředí jako nezbytná součást zavádění nového přístupu: „V tuhle chvíli máme problém, aby někteří vůbec akceptovali tenhle systém a vůbec jeho existenci. Ne aby ho začali používat, ale aby vůbec akceptovali, že my ho používáme. Nejsme na katedře jednotní... podle mého názoru logický argument proti neexistuje. Takže jediné, co já cítím od kolegů, je nevole, lenost učit se nové věci, neochota ke změnám systému apod.“ (z polostrukturovaných rozhovorů).

Za pozornost stojí také formativní potenciál využívání systému CAA, jak popisuje učitel DB: *pro učitele má ten systém obrovskou výhodu v tom, že může sledovat aktivitu každého*

*studenta a může si poměrně brzy udělat obrázek a vyřešit jako vlastně vůbec přístup k té skupině... a může tomu přizpůsobit výuku.*“ (z polostrukturovaných rozhovorů).

V kapitole 3.4 jsem se věnovala kategorii Přenesení zodpovědnosti, která s sebou nese velmi pozitivní faktor objektivizace zkoušení (ať už skutečné, nebo jen zdánlivé, jak popisuje při rozhovoru ZD). Na druhou stranu se ukázalo, v souladu se zjištěními kvalitativní studie *ICT a moc před tabulí* uvedené v (Švaříček, Šed'ová 2012), že přenesení zodpovědnosti na technologie může do jisté míry problematizovat postavení učitele. Je totiž zjevné, že implementací CAA se vytváří další mocenské ohnisko, které na sebe strhává zájem. V řadě případů potom technologie řídí práci studentů a „moc učitele“ je utlumena. Výzkum také poměrně jednoznačně ukazuje, že využívání ICT je spojeno s obavami ze strany studentů i učitelů: *„Zprv je to stres, protože člověk se bojí, že se počítač vypne. Občas jsou technické problémy, studenti neví – člověk musí chodit mezi studenty a pomáhat jim a podobně“* (z polostrukturovaných rozhovorů).

Studenti a učitelé se neshodnou v oblasti vhodnosti užití systému – studenti jsou přesvědčeni, že systém by měl být využíván zejména k procvičování v průběhu semestru, ale využití systému při zkouškách zcela neschvalují. Naopak učitelé vidí nejdůležitější přínos systému v dosažení objektivitu při zkoušení: *„Já vidím spíš přínos v tom u toho zkoušení – ta objektivita a ta psychologie, ale pro procvičování doma, pokud student si vezme sbírku úloh, tak dosáhne stejných výsledků.“* (z polostrukturovaných rozhovorů). Podobně přesto, že se jmenované pozitivní a negativní faktory identifikované studenty (Obr. 53) a učiteli (Obr. 54) do jisté míry překrývají, jejich výčet je rozdílný. Tyto rozdíly opět odráží nahlížení na využívání CAA systému z jiných pozic. Zjednodušeně řečeno studenti i učitelé mají na systém CAA trochu rozdílné požadavky.

Jak je to tedy s přínosem systému CAA pro výuku matematiky? Jsem přesvědčena, že při správném využití má pro budoucí učitele matematiky systém CAA jednoznačně co nabídnout. Potenciál spatřuji ve využití CAA systému v oblasti formativního hodnocení a distančních forem výuky. Jak jsem již také několikrát zmínila, za velký přínos využívání CAA pro studenty považuji též vedlejší produkt – přirozené osvojení práce s matematickým softwarem a dalšími platformami dostupnými na internetu (tento fenomén, který jsem dopředu nepředvídala se „vynořil“ z otevřeného kódování). Přesto, že si učitelé při využívání systému CAA často kladou otázku, zda vynaložená práce při přípravě otázek skutečně stojí za to, jsem přesvědčena, že už v současné době identifikované pozitivní faktory převažují nad negativními a že se do budoucna bude



efektivita využití systému neustále zvyšovat. Předpokládám, že automatizace hodnocení (časová úspora, objektivita) se stane atraktivní pro další české instituce. Proto doufám, že zavedení systému CAA povede ke spolupráci těchto institucí v oblasti sdílení zkušeností a databáze otázek, což bude mít za následek zvýšení kvality výuky matematiky.

## LITERATURA

ALLAL, L.; LOPEZ, L. M. (2005). Formative Assessment of Learning: A Review of Publications in French. *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classroom*. Paris: OECD. s. 241–264. ISBN-92-64-00739-3.

ALLAIN, R.; WILLIAMS, T. (2006). The Effectiveness of Online Homework in an Introductory Science Class. *Journal of College Science Teaching*. 35(6), s. 28–30. ISSN 0047-231X.

AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY (2009). *AMS Homework Software Survey: full report* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.ams.org/profession/leaders/WATSreport.pdf>.

AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY (2016). *American Mathematical Society: Homepage* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.ams.org/home/page>

AMMERMAN, C. B.; HENRY, P. R.; LITTELL, R. C. (1998). Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. *Journal of Animal Science* [online]. [cit. 2015-06-03]. ISSN: 1525-3163 Dostupné z: <http://www.anslab.iastate.edu/class/ans562/notes/articles/littell.pdf>.

ANDĚL, J.; ZVÁRA, K. (2005) Přijímací zkouška z matematiky na MFF v roce 2004. *Pokroky matematiky, fyziky a astronomie*. 50(2), s. 148–161. ISSN 0032-2423.

AXTELL, M.; CURRAN, E. (2011) The effects of online homework in a university finite mathematics course. In: *Proceedings of the 14th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education (Vol 1)* [online]. s. 16–25 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: [http://sigmaa.maa.org/rume/crume2011/RUME2011\\_FinalSchedule\\_files/PreliminaryReportsShortPapers/AxtellCurran\\_proceedings.pdf](http://sigmaa.maa.org/rume/crume2011/RUME2011_FinalSchedule_files/PreliminaryReportsShortPapers/AxtellCurran_proceedings.pdf).

BERKOVÁ, A. (2014a). Approaches To Learning And Studying In Mathematical Analysis Classes. In: *INTED2014 Publications*. Publisher: IATED, s. 2978–2982. ISSN 2340-1079.

BERKOVÁ, A. (2014b). Comparative study of learning approaches in undergraduate courses of calculus, *EduLearn 14 Publications*. Publisher: IATED, s. 5101–5106. ISBN 978-84-617-0556-6.

BERKOVÁ, A. (2014c). Platformy pro testování matematických znalostí. In: *Ditech: sborník studentské konference*. Hradec Králové: IKM UHK.

BIGGS, J.; TANG, C. (2007). *Teaching for quality learning at university: what the student does*. 3rd ed. Maidenhead: Open University Press, Society for research into higher education, 335 s. ISBN 0-335-22126-2.

BÍLEK, M., et al (2011). *K virtualizaci školních experimentálních činností: Reálný a virtuální experiment - možnosti a meze využití jejich kombinace v počítačové přírodovědné výuce (s příklady z výuky chemie)*. Hradec Králové: WAMAK CZ s.r.o., 2011. ISBN 978-80-86771-47-2.

BLACK, P.; WILLIAMS, D. (1998). Inside the Black Box: Raising Standards Through Classroom Assessment. *Phi Delta Kappan* [online]. 80(2), s. 139–148. ISSN 1940-6487. Dostupné z: <http://ditc.missouri.edu/docs/blackBox.pdf>.

BLACK, P.; WILLIAMS, D. (2005). Changing Teaching through Formative Assessment: Research and Practice. *Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classroom*. Paris: OECD 2005. s. 223–240. ISBN-92-64-00739-3.

BLOOM, B.; HASTINGS, J. T.; MADHAUS, G. F. (1971). *Handbook on Formative and Summative Evaluation on Student Learning*. New York: McGraw Hill, 923 s. ISBN 978-0070061149

BLYTH, B.; LABOVIC, A. (2009). Using Maple to implement eLearning integrated with computer aided assessment. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 40(7), s. 975–988. ISSN 0020-739X.

BONHAM, S.; BEICHNER, R.; DEARDORFF, D. (2001). Online homework: does it make a difference?. *The Physics Teacher*. 39(5), s. 293–296. ISSN 0031-921X.

BURCH, K. J.; KUO, Y. J. (2010) Traditional vs. online homework in college algebra. *Mathematics and Computer education* [online]. 44(1), s. 53–63 [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://media.web.britannica.com/ebsco/pdf/058/48082058.pdf>.

BYČKOVSKÝ, P. (1982). *Základy měření výsledků výuky: určeno pro posluchače doplňkového pedagogického studia*. Praha : ČVUT.

CASSIDY, S (2004), Learning styles: an overview of theories, models and measures, *Educational Psychology*, 24(4), s. 419–444.

CSIBA, P.; FEHÉR. Z. (2014). Supporting learning activities with LMS WeBWorK. *Information and Communication Technologies in Education (Conference proceedings)*, Rožnov pod Radhoštěm.

CERI (Centre for Educational Research and Innovation; 2015). "What Works" [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z:

<http://www.oecd.org/edu/ceri/centreforeducationalresearchandinnovationceri-whatworks.htm>.

DEMIRCI, N. (2006). Developing web-oriented homework system to assess students' introductory physics course performance and compare to paper-based peer homework. *Turkish Online Journal of Distance Education* [online]. 7(3), s. 105–118. [cit. 2015-06-03]. ISSN 1302-6488. Dostupné z:

<http://www.eric.ed.gov:80/PDFS/ED494339.pdf>.

DOORN et al. (2010) *Student Attitudes and Approaches to Online Homework noviny* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z:

<http://digitalcommons.georgiasouthern.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1205&context=ij-sotl>.

DOUBRAVA, L. (2013) Srovnatelnost hodnocení žáků je největší problém. *Učitelské noviny* [online]. 2013(26) [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.ucitelskenoviny.cz/?archiv&clanek=7414>.

DOUGIAMAS, M. 2016. [online]. Osobní stránky autora [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://dougiamas.com/>.

ENTWISTLE, N. J. (1988) *Styles of learning and teaching: An integrated outline of educational psychology*. London: David Fulton Publishers. ISBN 1-85346-104-0.

ENTWISTLE, N. J. (2005). Enhancing teaching-learning environments in undergraduate courses in electronic engineering: an introduction to the ETL project. *International Journal of Electrical Engineering Education*. 42(1), s. 1–7. ISSN 2050-4578.

FERARI, A. (2013). *DIGCOMP: A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe* [online]. Lucemburk: Publications Office of the European Union, 44 s. [cit. 2015-03-29]. ISSN 1831-9424. Dostupné z: <http://ftp.jrc.es/EURdoc/JRC83167.pdf>.

*Formative Assessment: Improving Learning in Secondary Classroom* (2005). Paris: OECD, s. 265–279. ISBN-92-64-00739-3.

- GAVORA, P. et al. (1999). *Elektronická učebnica pedagogického výskumu* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.e-metodologia.fedu.uniba.sk/index.php/autori/zoznam.php>.
- HAUK, S.; POWERS, R. A.; SEGALLA, A. (2015). A comparison of web-based and paper-and-pencil homework on student performance in college algebra. *PRIMUS*. 25(1), s. 61–79. ISSN 1051-1970.
- HENDL, J. (2005). *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Vyd. 1. Praha: Portál, 407 s. ISBN 80-7367-040-2.
- HENDL, J. (2006). *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Vyd. 2., opr. Praha: Portál, 583 s. ISBN 80-7367-123-9.
- HIRSCH, L.; WEIBEL, C. (2003). Statistical evidence that web-based homework helps. *MAA Focus: The Newsmagazine of the Mathematical Association of America*. 23(2), s. 14. ISSN 0731-2040.
- CHRÁSKA, M. (1999). *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.
- CHRÁSKA, M.; KLEMENT, M.; DOSTÁL, J.; MAREŠOVÁ, H. (2013). *E-learning – elektronické studijní opory a jejich hodnocení*. Olomouc: Gevak, 341 s. ISBN 978-80-86768-38-0.
- KEHOE, E. 2010. AMS Homework Software Survey. *Notices of the AMS*. 57(6), s. 53–757. ISSN 1088-9477
- KORELACE – WIKIPEDIE. (2016). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Korelace>.
- KOSEK, J. (1999). *Co je to TeX?* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.kosek.cz/clanky/cw/cojetex.html>.
- KOUŘILOVÁ, P.; BEBČÁKOVÁ, I. (2015). What Happened to the Students of Applied Mathematics?. *ERIE 2015 (12th International Conference on Efficiency and Responsibility in Education)*. Praha, s. 273–279.
- KUČERA, J. (2016). *Shluková analýza* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://is.muni.cz/th/172767/fi\\_b/5739129/web/web/main.html](http://is.muni.cz/th/172767/fi_b/5739129/web/web/main.html).
- LOVE, T.; KEINERT, F.; SHELLEY, M. (2006). Web-based Implementation of Discrete Mathematics. *Journal of STEM Education*. 7(3/4), s. 25–35. ISSN 1557-5284.

- MALEVICH, K. (2011). *The accuracy and validity of online homework systems*. University of Minnesota-Duluth. Master's thesis. Dostupné z: [http://www.d.umn.edu/math/Technical%20Reports/Technical%20Reports%202007-/TR%202011/TR\\_2011\\_2.pdf](http://www.d.umn.edu/math/Technical%20Reports/Technical%20Reports%202007-/TR%202011/TR_2011_2.pdf).
- MAŇÁK, J.; ŠVEC, VL. (2003). *Výukové metody*. Brno, Paido. ISBN 80-7315-039-5.
- MANĚNA, V.; CHRZOVÁ, M. (2008). *Metodologie vytváření testu*. Hradec Králové: Institut dalšího vzdělávání Fakulty informatiky a managementu Univerzity Hradec Králové. Studijní materiál.
- MAPLESOFT (2016). *Online Help – Authoring Question Types* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://www.maplesoft.com/support/help/MapleTA10/MapleTAInstructor/ch05.aspx>.
- MAPLESOFT. (2016). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://www.maplesoft.com/>.
- MARTON, F. (1988). Phenomenography: Exploring different conceptions of reality. *Qualitative approaches to evaluation in education: The silent revolution 176-205*. New York: Praeger. s. 176-205.
- MATEMATICKÉ ÚSTAVY A KATEDRY V ČR (2013). *Česká matematická společnost* [online]. [cit. 2013-11-20]. Dostupné z: <http://cms.jcmf.cz/departments.html>.
- MATHEMATICAL MARKUP LANGUAGE – WIKIPEDIE. (2016). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Mathematical\\_Markup\\_Language](https://cs.wikipedia.org/wiki/Mathematical_Markup_Language)
- MCCABE, M. (2009). The exponential growth of mathematics and technology at the University of Portsmouth. *Teaching Mathematics and its Applications*. 28(4), s. 222–227. ISSN 1471-6976.
- MIOVSKÝ, M. (2006). *Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu*. Praha: Grada Publishing.
- MŠMT (2014). *Strategie digitálního vzdělávání do roku 2020* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/file/34429/>.
- MUCHLEARNING. (2016). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://www.muchlearning.org/>

- NOVAK, G, PATTERSON, E.T., GAVRIN, A.D., CHRISTIAN, W. (1999). *Just-In-Time Teaching: Blending Active Learning with Web Technology*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- NOVOTNÁ, K.; KRABSOVÁ, V. (2014). Formativní hodnocení: případová studie. *Pedagogika* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/files/2014/01/P\\_2013\\_3\\_05\\_Formativn%C3%AD\\_355\\_371.pdf](http://pages.pedf.cuni.cz/pedagogika/files/2014/01/P_2013_3_05_Formativn%C3%AD_355_371.pdf).
- OKÁLKOVÁ, J. (2003). *Vývoj MathML a jeho softwarová podpora* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xokalkov\\_index.htm](http://www.fi.muni.cz/usr/jkucera/pv109/2003/xokalkov_index.htm).
- PARPALA, A. et al. (2012). Using a research instrument for developing quality at the university. *Quality in Higher Education*. 18(3), s. 313–328. ISSN 1353-8322.
- PERRENOUD, P. (1998) From Formative Evaluation to Controlled Regulation of Learning Process. Towards a wider conceptual field. *Assessment in Education*. 5(1), s. 85–102.
- PETTY, G. (2008). *Moderní vyučování*. Praha: Portál.
- PREATY (2016). *e-Assessment for Learning* [online]. [cit. 2016-12-12] Dostupné z: <http://www.preaty.org/>
- PRŮCHA, J (Ed. 2009). *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál.
- PRŮCHA, J. (2013a). Recenze na: ŠEĐOVÁ, K., ŠVAŘÍČEK, R., ŠALAMOUNOVÁ, Z.: *Komunikace ve školní třídě [Communication in the School Class]*. *Pedagogika*. 2013(1).
- PRŮCHA, J.; VETEŠKA, J. (2012). *Andragogický slovník*. Grada Publishing a.s., 294 s. ISBN 8024739607, 9788024739601.
- PRŮCHA, J.; WALTEROVÁ, E.; MAREŠ, J. (2013b). *Pedagogický slovník*. 7., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 395 s. ISBN 978-80-262-0403-9.
- PŮLPÁN, Z. (1991). *Základy sestavování a klasického vyhodnocování didaktických testů*. Hradec Králové: Kotva, 148 s. ISBN 80-900254-4-7.
- PUNDAK, D. et al. (2013). Integrating Online Assignments Checking in Introductory Courses. *Journal of Information Technology Education*. 12, s. 191–202. ISSN 1547-9714.
- RAMSDEN, P. (1992). *Learning to teach in higher education*. New York: Routledge, 290 s. ISBN 0415064155.

- REDISH, E. F.; STEINBERG, R. N.; SAUL, J. M. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66, 212-224.
- RIDING, R.; RAYNER, S (1998), *Cognitive styles and learning strategies: understanding style differences in learning behaviour*, David Fulton Publishers Ltd, London.
- RUTHERFORD, A. (2001). Introducing Anova and Ancova: A GLM Approach. *Introducing Statistical Methods series*. ISM (London, England): SAGE Publications. ISBN 076195161X.
- SANGWIN, Ch. (2010). *Who uses stack?* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://web.mat.bham.ac.uk/C.J.Sangwin/Publications/2010-3-1-STACK.pdf>.  
(aktualizováno níže)
- SANGWIN, Ch. (2013). *Computer aided assessment of mathematics*. Oxford: Oxford University Press, ix, 185 s. ISBN 978-0-19-966035-3.
- SANGWIN, Ch. (2015). *Who uses stack? A survey of users of the STACK CAA systém* [online]. [cit. 2016-12-03]. Dostupné z: <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/18540/1/2015-STACK-Report.pdf>.
- SANGWIN, Ch. at al. (2006). *Computer-aided assessment in mathematical sciences* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://science.uniserve.edu.au/pubs/procs/2006/keady.pdf>.
- SANGWIN, Ch. J.; Naismith, L. (2004). Computer Algebra Based Assessment of Mathematics Online. In: *8th Annual CAA Conference*. United Kingdom: Loughborough, s. 235–242.
- SANTIAGO, P. et al. (2012). *Zpráva OECD o hodnocení vzdělávání v České republice* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://www.msmt.cz/file/20716\\_1\\_1/](http://www.msmt.cz/file/20716_1_1/).
- SCHÖFFELOVÁ, M. (2016). *Postoje*. Učební materiál [online]. [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: <http://kuhv.vscht.cz/files/uzel/0017002/Postoje.pdf?redirected>.
- STACK. (2016). *STACK (System for Teaching and Assessment using a Computer algebra Kernel)* [online]. [cit. 2016-01-03]. Dostupné z: <https://stack.maths.ed.ac.uk/demo/>.
- SLAVÍK, J. (1999). *Hodnocení v současné škole*. Praha : Portál.



- STARÝ, K. (2006a). *Formativní hodnocení ve školní výuce*. Greger, D.; Ježková, V. *Školní vzdělávání: zahraniční trendy a inspirace*. Praha: Karolinum.
- STARÝ, K. (2006b). *Sumativní a formativní hodnocení* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/o/g/992/SUMATIVNI-A-FORMATIVNI-HODNOCENI.html/>.
- STARÝ, K.; Laufková, V. (2016). *Formativní hodnocení ve výuce*, Portál. ISBN 978-80-262-1001-6.
- STATSOFT. (2014). *Nebojte se p-hodnot!* [online]. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: [http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014\\_06\\_26\\_StatSoft\\_Nebojte\\_se\\_p-hodnot.pdf](http://www.statsoft.cz/file1/PDF/newsletter/2014_06_26_StatSoft_Nebojte_se_p-hodnot.pdf).
- SVOBODA, T. (2013). *Podpora výuky matematiky s využitím Maple T.A.* Diplomová práce.
- ŠOJDROVÁ, M.; BASL, J.; DRÁBEK, P. (2014). *Doporučení pro vzdělávací politiku v oblasti evaluace a monitoringu* [online]. Praha: Česká školní inspekce, 58 s. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.csicr.cz/html/PosouzeniSystemuEvaluace/flipviewerxpress.html>.
- ŠVAŘÍČEK, R.; ŠEĐOVÁ, K. a kol. (2007). *Kvalitativní výzkum v pedagogických vědách*. Praha: Portál.
- TECHNICAL WHITEPAPER. (2015). *Challenges and Solutions in Automated STEM Assessment* [Online], Maplesoft, a division of Waterloo Maple Inc. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://www.maplesoft.com/contact/webforms/Whitepapers/STEMAssessment.aspx>.
- TEL (Technology Enhanced Learning). (2013). *Computer-aided-assessment* [online]. [cit. 2015-11-18]. Dostupné z: <http://technologyenhancedlearning.net/blog/computer-aided-assessment-2/>.
- THE ETL PROJECT. (2005). *Introduction* [online]. [cit. 2015-06-03]. Dostupné z: <http://www.etl.tla.ed.ac.uk/index.html>.
- THE NEW MEDIA CONSORTIUM. (2014). *THE NMC HORIZON REPORT: 2014* [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://www.nmc.org/nmc-horizon/>.

TOLLEY, P. A.; BLAT, C.; MCDANIEL, C.; BLACKMON, D.; ROYSTER, D. (2012). Enhancing the mathematics skills of students enrolled in introductory engineering courses: Eliminating the gap in incoming academic preparation. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*. 13(3), s. 74–86. ISSN: 1557-5284.

UČEBNÍ STYLY – WIKIKNIOVNA. (2016). [online]. [cit. 2015-03-29]. Dostupné z: <http://wiki.knihovna.cz/index.php/Soubor:Uceni.jpg#filelinks>. (Autor obrázku: 216052).

WAGNER, J. (2005). *Nebojme se eLearningu*. Česká škola.

WEBASSIGN. (2016). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <https://webassign.com/>

WEBWORK SITES – WEBWORK. (2016) ). [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: [http://webwork.maa.org/wiki/WeBWorK\\_Sites#.V9Xa9hK9FFk](http://webwork.maa.org/wiki/WeBWorK_Sites#.V9Xa9hK9FFk)

WIDENSKÁ, E. (2016). *Efektivita procvičování pomocí autoevaluačních testů využívajícími ICT v matematice*. Disertační práce.

WOLFRAM RESEARCH (2016). *History of MathML* [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z: <http://www.mathmlcentral.com/history.html>.

## VLASTNÍ PUBLIKAČNÍ ČINNOST

BEDNAŘÍK, D.; BERKOVÁ, A. (2011). 1-stable functions and its applications. *Mathematical models for engineering science (MMES 11) : proceedings of the 2nd international conference*. Athens : World scientific and engineering academy and society. ISBN: 978-1-61804-055-8.

BEDNAŘÍK, D.; BERKOVÁ, A. (2012). On some properties of 1-stable functions. *Mathematical methods, computational techniques and intelligent systems (MAMECTIS 2012)*. Athens : World scientific and engineering academy and society. ISBN: 978-1-61804-106-7. ISSN: 2227-4588.

BERKOVÁ, A. (2014). Approaches To Learning And Studying In Mathematical Analysis Classes. *INTED 2014 : proceedings*. Valencia : IATED. ISBN: 978-84-616-8412-0. ISSN: 2340-1079.

BERKOVÁ, A. (2014). Comparative Study of Learning Approaches in Undergraduate Courses of Calculus. *EDULEARN 2014 : proceedings*. Valencia : IATED. ISBN: 978-84-617-0557-3. ISSN: 2340-1117.

BERKOVÁ, A. (2014). Platformy pro testování matematických znalostí. *Ditech: sborník studentské konference*. Hradec Králové: IKM UHK.

BERKOVÁ, A. (2014). Kanada očima přírodovědců. *Zpravodaj UHK*.

NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HUBÁLOVSKÝ, Š. (2015) The research results of pedagogical experiment using measurement systems using computers in the Czech Republic. *Recent advances in systems*. Piscataway : IEEE. ISBN: 978-1-61804-321-4. ISSN: 1790-5117.

BERKOVÁ, A. (2015). Počítačové hodnocení matematických znalostí studentů ve výuce matematické analýzy. *Media4u magazine*. ISSN: 1214-9187.

NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HUBÁLOVSKÝ, Š. (2015). Demonstration of gear ratios using mathematical software and the System SMPSL. *Recent advances in systems*. Piscataway : IEEE. ISBN: 978-1-61804-321-4. ISSN: 1790-5117.

BERKOVÁ, A.; KULIČKA, J. (2015). Modelling and Simulation in Teaching of Future Teachers of Mathematics. *ICERI2015: Proceedings*. Sevilla. s. 7525-7533. ISBN 978-84-608-2657-6.

- KULIČKA, J.; BERKOVÁ, A. (2015). The estimation of achieved knowledge of students using the fuzzy mathematics tools. *ICERI2015: Proceedings*. Sevilla. s. 7813-7818. ISBN 978-84-608-2657-6.
- BERKOVÁ, A. (2015). CAA (Computer-Aided Assessment) ve výuce Matematické analýzy. *ICTE: sborník doktorandské sekce*. Rožnov pod Radhoštěm.
- NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HUBÁLOVSKÝ, Š. (2016). The Use of Computer Modeling and Simulation Systems for Measurement Using Computers in School Laboratories at Czech Schools. *International journal of systems applications, engineering and development*. Northatlantic university union. ISSN: 2074-1308.
- NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HUBÁLOVSKÝ, Š. (2016). The Use of Method of Multidisciplinary Approach, Modeling and Simulation in Learning of Gear Ratios. *International journal of mathematics and computers in simulation*. Northatlantic university union. ISSN: 1998-0159.
- NĚMEC, R.; ŠRÁMEK, F.; BERKOVÁ, A. (2016). The Use of Multi-instrumental Approach to Teaching Physics. *MATEC Web of Conferences*. Neuveden : EDP Sciences - Web of Conferences. ISSN: 2261-236X.
- NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HANZALOVÁ, P. (2016). The Connection of System SMPSL (System for measurement using a computer in the school laboratory) and CAA (Computer Aided Assessment) for Demonstration of Mathematical Modeling of Angle. *WSEAS transactions on information science and applications*. World scientific and engineering academy and society. ISSN: 1790-0832.
- NĚMEC, R.; BERKOVÁ, A.; HUBÁLOVSKÝ, Š. (2016). The Positive Impact of the Modeling and Simulation System for Measurement Using a Computer in the Czech Republic. *International journal of education and information technologies*. Northatlantic university union. ISSN: 2074-1316.
- NĚMEC, R.; ŠRÁMEK, F.; BERKOVÁ, A. (2016). Mapping the Multi-instrumental Approaches to Teaching at Primary (Lower Secondary) Schools. *MATEC Web of Conferences*. Neuveden : EDP Sciences - Web of Conferences. ISSN: 2261-236X.
- BERKOVÁ, A. (2016). The Efficiency of the Use of Computer-Aided Assessment System in Mathematics. *Proceedings of the 13th International Conference on Efficiency and Responsibility in Education (ERIE 2016)*. Prague. ISBN 978-80-213-2646-0.

ISSN 2336-744X.

KULIČKA, J.; BERKOVÁ, A. (2016). The Fourier Analysis in the Teaching of Applied Mathematics in Transport Using Matlab. *EDULEARN16 Proceedings*. ISBN: 978-84-608-8860-4. ISSN: 2340-1117.

BERKOVÁ, A; KULIČKA, J. (2016). Advantages and Disadvantages of the Involvement of Computer-Aided Assessment System in Mathematics. *EDULEARN16 Proceedings*. ISBN: 978-84-608-8860-4. ISSN: 2340-1117.

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Klíčové komponenty formativního hodnocení dle projektu OECD: Formative Assessment.....	13
Obrázek 2 Item statistics (Položkové statistiky) v programu Maple T.A. ....	18
Obrázek 3 Model vztahů mezi motivací, záměry, průběhem a výsledky učení (podle Mareše 1998).....	20
Obrázek 4 Možnosti užití systémů CAA, LMS a jejich kombinace .....	26
Obrázek 5 Zápis vzorce v syntaxi programu TeX a MathML .....	28
Obrázek 6 Ukázka otázky vytvořené v CAA Maplu T.A. ....	30
Obrázek 7 Aktuální online podpora pro nejnovější verzi Maple T.A. 2016 pro uživatele Maplu T.A.....	31
Obrázek 8 Typy otázek v CAA Maple T.A. ....	32
Obrázek 9 Aktuální rozšíření platformy WebWork .....	34
Obrázek 10 Prostředí systému WebAssign.....	35
Obrázek 11 Prostředí systému MuchLearning .....	36
Obrázek 12 Srovnání zápisu číselných výrazů a symbolů v různých CAS (dle Sangwin 2013).....	37
Obrázek 13 Editor rovnic v Maplu T.A.....	38
Obrázek 14 Grading code (Hodnotící kód) pro odpovědi v Maplu T.A. ....	39
Obrázek 15 Ukázka zpětné vazby u vyhodnocené otázky v Maplu T.A. ....	39
Obrázek 16 Ukázka otázky v CAA STACK (převzato ze Sangwin 2013).....	40
Obrázek 17 Ukázka otázky v Maplu T.A. s využitím obrázku.....	41
Obrázek 18 Počty učebnic s připravenými databázemi otázek v CAA WebAssign.....	42
Obrázek 19 Databáze otázek v CAA WebWork .....	42
Obrázek 20 Počty nálezů k jednotlivým CAA systémům v databázích WoS a SCOPUS (do roku 2013).....	46
Obrázek 21 Náhled stránky obsahující odkazy na články věnované systému WebWork .....	47
Obrázek 22 Průzkum (Sangwin 2015) užívání systému STACK.....	49
Obrázek 23 Triangulace výzkumných metod užitých v této práci .....	55
Obrázek 24 Posloupnost užitých výzkumných metod .....	56
Obrázek 25 Obory studentů zařazených do výzkumu .....	57
Obrázek 26 Provázanost jednotlivých kroků analýzy kvalitativních dat (převzato z Hendl 2005, s. 207).....	58
Obrázek 27 Příklady grafického zobrazení naměřených dat na bodovém grafu a příslušné koeficienty korelace. .	60
Obrázek 28 Přehled užívaných CAA a CAS ve výuce Matematické analýzy v ČR.....	62
Obrázek 29 Aktuální rozšíření platformy WebWork v Evropě.....	63
Obrázek 30 Rozdělení na tři shluky (Graf průměrů shluků 1, 2, 3 v hlavních položkách dotazníku Q1) .....	67
Obrázek 31 Rozštěpení Shluku 2 (Graf průměrů shluků 2.1 a 2.2).....	67
Obrázek 32 Náhled webové stránky pro přístup do Maplu T.A. na UHK.....	69
Obrázek 33 Náhled části šablony pro tvorbu testů v Maplu T.A. (omezení na dané IP adresy) .....	71
Obrázek 34 Spuštění úkolu/testu typu Proctored exam.....	72
Obrázek 35 Možnosti nastavení úkolu/testu v Maplu T.A. (počet otázek na stránku) .....	73
Obrázek 36 Možnosti nastavení úkolu/testu ve WebWorku (počet otázek na stránku).....	73
Obrázek 37 Ukázka vyhodnocených otázek v Maplu T.A. ....	74
Obrázek 38 Ukázka problémů s otázkami převzatými z Maple T.A Cloudu z Lineární algebry .....	76

Obrázek 39 Definování proměnných v algoritmu Maplu T.A.....	77
Obrázek 40 Nabídka z nastavení zpětné vazby k otázce v platformě Maple T.A.....	77
Obrázek 41 Ukázka dichotomické otázky v platformě Maple T.A. (List) .....	78
Obrázek 42 Ukázka otázky s výběrem odpovědi v Maplu T.A. (Multiple choice) .....	79
Obrázek 43 Ukázka otázky se stručnou odpovědí v Maplu T.A. (Formula) .....	79
Obrázek 44 Ukázka otázky se stručnou odpovědí v Maplu T.A. (Essay) .....	80
Obrázek 45 Ukázka „rozkousované“ otázky v Maplu T.A. (Question designer) .....	81
Obrázek 46 Typické chyby studentů v otázkách z Maplu T.A.....	84
Obrázek 47 Celkový počet pokusů v DÚ za semestr (v předmětu MA3) - průměry pro jednotlivé shluky ....	85
Obrázek 48 Schéma dvoufaktorové ANOVY .....	87
Obrázek 49 Průměrné skóre v dotazníku Q2 pro jednotlivé shluky .....	92
Obrázek 50 Schéma klíčových komponentů počítačem podporovaného hodnocení matematiky z pohledu studentů. ....	96
Obrázek 51 Otázka typu Multiple choice (konvergence řad) v systému Maple T.A.....	103
Obrázek 52 Webová stránka studenta Ohniskové skupiny určená ke sdílení vyplněných úkolů v Maplu T.A. ....	107
Obrázek 53 Pozitivní a negativní faktory implementace systému CAA z pohledu studentů .....	112
Obrázek 54 Výhody a nevýhody systému CAA z pohledu učitelů .....	117
Obrázek 55 Porovnání platform Maple T.A. a WebWork .....	118
Obrázek 56 Náhled prostředí platformy Maple T.A.....	119
Obrázek 57 Pohyb mezi otázkami v platformě WebWork .....	120
Obrázek 58 Pohyb mezi otázkami v platformě Maple T.A. ....	121
Obrázek 59 Úkol typu Homework v platformě WebWork (samostatné otázky, ne jednotný test).....	122
Obrázek 60 Nabídka tisku úkolu/testu ve formě PDF (náhled z prostředí platformy WebWork).....	122
Obrázek 61 Náhled spuštění úkolu/testu s možností tisku v platformě Maple T.A.....	123
Obrázek 62 Shrnutí jmenovaných doporučení pro užívání systému CAA .....	131
Obrázek 63 Schéma klíčových komponentů počítačem podporovaného hodnocení matematiky (celkový pohled). ....	135

# PŘÍLOHY

## Příloha A: Požadavky systému Maple T.A.

(aktuální ke dni 12. 9. 2016, staženo z: <https://www.maplesoft.com/products/mapleta/>)

### Maple T.A. and Maple T.A. MAA Placement Test Suite Server Requirements

To run Maple T.A. 10 or the Maple T.A. MAA Placement Test Suite on your own server, you require Oracle Java 6 or 7, Tomcat 6.0 or 7.0, and PostgreSQL 9.3.

To run as a server you must have a fixed domain name and full-time connection to the Internet. 1 MB/sec or better connection is required. For best performance, 100 MB/sec or better is recommended.

For those wishing to take advantage of the Moodle integration feature, Moodle 2.5 or higher is required.

Integration using LTI is officially supported on Blackboard Learn 9.1, Canvas, Moodle 2.8 and 2.9, Brightspace 10.3, and Sakai 10.5. Please contact us if you wish to use LTI connectivity on a platform not listed here.

Platform	OS Versions	Minimum Requirements	Recommended Requirements*
32-bit Windows	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows XP</li> <li>Windows 7</li> <li>Windows 8/8.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual core CPU</li> <li>2 GB RAM</li> <li>20 GB hard drive space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8-core CPU</li> <li>32 GB RAM</li> <li>40 GB hard drive space</li> </ul>
64-bit Windows	<ul style="list-style-type: none"> <li>Windows XP</li> <li>Windows Server 2008 R2</li> <li>Windows 7</li> <li>Windows Server 2012</li> <li>Windows 8</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual core CPU</li> <li>2 GB RAM</li> <li>20 GB hard drive space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8-core CPU</li> <li>32 GB RAM</li> <li>40 GB hard drive space</li> </ul>
64-bit Macintosh	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mac Intel OS X 10.8, 10.9</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual core CPU</li> <li>2 GB RAM</li> <li>20 GB hard drive space</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8-core CPU</li> <li>32 GB RAM</li> <li>40 GB hard drive space</li> </ul>
Linux (32-bit & 64-bit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>SUSE Linux Enterprise Desktop 11</li> <li>Red Hat Enterprise 6</li> <li>Ubuntu 12.04 LTS, 13.10,</li> <li>CentOS 6.5</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dual core CPU</li> <li>2 GB RAM</li> <li>20 GB hard drive space</li> <li>X window system or xvfb configured</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>8-core CPU</li> <li>32 GB RAM</li> <li>40 GB hard drive space</li> <li>X window system or xvfb configured</li> </ul>

\*Recommended requirements are for concurrent usage of up to 600 tests peak or general enrolment of up to 3000 students.

### Maple T.A. and Maple T.A. MAA Placement Test Suite Client Requirements

Platform	OS Versions	Browsers	Hardware Requirements
Windows (32-bit & 64-bit)	Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8/8.1	Firefox® Google Chrome™ Internet Explorer® 9.0, 10.0, 11 Maple T.A. Proctored Browser*	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 GHz processor or better</li> <li>2 GB RAM or better</li> </ul>
Macintosh (64-bit)	Mac OS X 10.7, 10.8, 10.9	Firefox® Google Chrome™ Safari® 6.1, 7.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 GHz processor or better</li> <li>2 GB RAM or better</li> </ul>
Linux (32-bit & 64-bit)	SUSE Linux Enterprise Desktop 12 Red Hat Enterprise 6 Ubuntu 12.04 LTS, 13.10	Firefox® Google Chrome™	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 GHz processor or better</li> <li>2 GB RAM or better</li> </ul>
iPad	iOS 6 or higher	Safari® 6.1.7.0	
Android	Android 4.3 or higher	Google Chrome™	

**\*For Students:** Instructors may require that students take a test in the Maple T.A. Proctored Browser Mode. The Proctored Browser Mode is available with Google Chrome and Firefox only.

#### Internet Access

Broadband - Cable Modem or DSL - Internet connection is recommended for optimal performance.

JavaScript™ and cookies must be enabled



**Příloha B: Originální dotazník SETLQ**

(staženo z: <http://www.etl.tla.ed.ac.uk/publications.html#measurement>)

Economic and Social Research Council – Teaching and Learning Research Programme  
 Enhancing Teaching-Learning Environments in Undergraduate Courses



**Shortened Experiences of Teaching and Learning Questionnaire (SETLQ)**

This questionnaire has been designed to allow you to describe, in a systematic way, your reactions to the course you have been studying and how you have gone about learning it. We will be asking you a series of questions, some of which overlap so as to provide good overall coverage of different experiences. Most of the items are based on comments made by other students. Please respond truthfully, so that your answers will describe your **actual** ways of studying, and work your way through the questionnaire quite **quickly**. It is important that you respond to **every** item, even if that means using the 'unsure' category. Your answers will be **confidential**. Please put a cross in the appropriate box to indicate how strongly you agree with each of the following statements.

**1 What do you expect to get from the experience of higher education?**

	<i>very strongly</i>	<i>fairly strongly</i>	<i>somewhat/not sure</i>	<i>rather weakly</i>	<i>very weakly/not at all</i>
a. I hope the things I learn will help me to develop as a person and broaden my horizons.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. I'm focused on the opportunities here for an active social life and/or sport.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. I hope the whole experience here will make me more independent and self-confident.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. I want to learn things which might let me help people, and/or make a difference in the world.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. I want to study the subject in depth by taking interesting and stimulating courses.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. I mainly need the qualification to enable me to get a good job when I finish.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. When I look back, I sometimes wonder why I ever decided to come here.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**2 Reasons for taking this particular course**

a. It's something I expect to find interesting.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. It's supposed to be a fairly easy course unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. I thought it would look good on my CV.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. It should help me to understand the subject better.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. It's an area I will need to know about for my career.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**3 Approaches to learning and studying**

Next we are interested in the ways you have been going about studying in this particular course. The responses in this section mean  
 ✓ = agree    ✓? = agree somewhat    x? = disagree somewhat    x = disagree  
 Try not to use ?? = unsure unless you really have to, or if it cannot apply to you or your course unit.

	✓	✓?	??	x?	x
1. I've often had trouble in making sense of the things I have to remember.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. I've been over the work I've done to check my reasoning and see that it makes sense.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. I have generally put a lot of effort into my studying.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Much of what I've learned seems no more than lots of unrelated bits and pieces in my mind.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. In making sense of new ideas, I have often related them to practical or real life contexts.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	✓	✓?	??	x?	x
6. On the whole, I've been quite systematic and organised in my studying.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Ideas I've come across in my academic reading often set me off on long chains of thought.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. I've looked at evidence carefully to reach my own conclusion about what I'm studying.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. When I've been communicating ideas, I've thought over how well I've got my points across.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. I've organised my study time carefully to make the best use of it.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. It has been important for me to follow the argument, or to see the reasons behind things.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. I've tended to take what we've been taught at face value without questioning it much.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. I've tried to find better ways of tracking down relevant information in this subject.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Concentration has not usually been a problem for me, unless I've been really tired.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. In reading for this course unit, I've tried to find out for myself exactly what the author means.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. I've just been going through the motions of studying without seeing where I'm going.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. If I've not understood things well enough when studying, I've tried a different approach.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

#### 4 Experiences of teaching and learning

We would also like to know about your experiences of teaching and learning in this particular course. Try to avoid using ?? (unsure).

##### Aims and congruence

	✓	✓?	??	x?	x
1. It was clear to me what I was supposed to learn in this course unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. The topics seemed to follow each other in a way that made sense to me.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. What we were taught seemed to match what we were supposed to learn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. The handouts and other materials we were given helped me to understand the unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. I could see how the set work fitted in with what we were supposed to learn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

##### Choice allowed

6. We were given a good deal of choice over how we went about learning.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. We were allowed some choice over what aspects of the subject to concentrate on.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

##### Teaching and learning

8. On this unit, I was prompted to think about how well I was learning and how I might improve.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. The teaching encouraged me to rethink my understanding of some aspects of the subject.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. This unit has given me a sense of what goes on 'behind the scenes' in this subject area.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. The teaching in this unit helped me to think about the evidence underpinning different views.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. This unit encouraged me to relate what I learned to issues in the wider world.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

##### Set work and feedback

13. It was clear to me what was expected in the assessed work for this course unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. I was encouraged to think about how best to tackle the set work.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. The feedback given on my work helped me to improve my ways of learning and studying.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Staff gave me the support I needed to help me complete the set work for this course unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. The feedback given on my set work helped to clarify things I hadn't fully understood.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

##### Assessing understanding

18. You had really to understand the subject to get good marks in this course unit.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. To do well in this course unit, you had to think critically about the topics.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

##### Staff enthusiasm and support from both staff and students

20. Staff tried to share their enthusiasm about the subject with us.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

- |  | ✓                        | ✓?                       | ??                       | x?                       | x                        |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 21. Staff were patient in explaining things which seemed difficult to grasp. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 22. Students supported each other and tried to give help when it was needed. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 23. Talking with other students helped me to develop my understanding.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Interest and enjoyment generated by the course**

- |  |                          |                          |                          |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 24. I found most of what I learned in this course unit really interesting. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 25. I enjoyed being involved in this course unit.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**5 Demands made by the course unit**

In this section, please tell us how easy or difficult you found different aspects of **this course unit**.

✓ = very easy    ✓? = fairly easy    ?? = unsure/not applicable    x? = fairly difficult    x = very difficult

- |  | ✓                        | ✓?                       | ??                       | x?                       | x                        |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a. What I was expected to know to begin with.                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. The rate at which new material was introduced.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. The ideas and problems I had to deal with.                                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. The skills or technical procedures needed in this subject.                  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e. The amount of work I was expected to do.                                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f. Working with other students.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g. Organising and being responsible for my own learning.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h. Communicating knowledge and ideas effectively.                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| i. Tracking down information for myself.                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| j. Information technology/computing skills (e.g. WWW, email, word processing). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**6 What you learned from this course unit**

Now we would like to know how much you feel you have gained from studying **this course unit**.

✓ = a lot    ✓? = quite a lot    ?? = unsure/not applicable    x? = not much    x = very little

- |  | ✓                        | ✓?                       | ??                       | x?                       | x                        |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| a. Knowledge and understanding about the topics covered.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| b. Ability to think about ideas or to solve problems.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| c. Skills or technical procedures specific to the subject.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| d. Ability to work with other students.  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| e. Organising and being responsible for my own learning.                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| f. Ability to communicate knowledge and ideas effectively.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| g. Ability to track down information in this subject area.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| h. Information technology/computing skills (e.g. WWW, email, word processing). | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Finally, how well do you think you're doing in this course unit as a whole? Please try to rate yourself **objectively**, based on any marks, grades or comments you have been given.

- | very well                | well                     | quite well               | about average            | not so well              | rather badly             |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9                        | 8                        | 7                        | 6                        | 5                        | 4                        | 3                        | 2                        | 1                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**Please check back to make sure that you have answered every question.**

**Thank you very much for spending time completing this questionnaire: it is much appreciated.**

© SETLQ 2005, ETL Project, Universities of Edinburgh, Durham and Coventry (<http://www.ed.ac.uk/etl>)

**Příloha C: Originální dotazník ASSIST**

(staženo z: <http://www.etl.tla.ed.ac.uk/publications.html#measurement>)

**A S S I S T**  
**Approaches and Study Skills Inventory for Students**  
**(Short version)**

This questionnaire has been designed to allow you to describe, in a systematic way, how you go about learning and studying. The technique involves asking you a substantial number of questions which overlap to some extent to provide good overall coverage of different ways of studying. Most of the items are based on comments made by other students. Please respond truthfully, so that your answers will **accurately** describe your **actual** ways of studying, and work your way through the questionnaire quite **quickly**.

**Background information**

Name or Identifier ..... Age ..... years Sex M / F

University or College ..... Faculty or School .....

Course ..... Year of study .....

**A. What is learning?**

*When you think about the term 'LEARNING', what does it mean to you?*

*Consider each of these statements carefully, and rate them in terms of how close they are to **your own** way of thinking about it.*

	<i>Very close</i>	<i>Quite close</i>	<i>Not so close</i>	<i>Rather different</i>	<i>Very different</i>
a. Making sure you remember things well.	5	4	3	2	1
b. Developing as a person.	5	4	3	2	1
c. Building up knowledge by acquiring facts and information.	5	4	3	2	1
d. Being able to use the information you've acquired.	5	4	3	2	1
e. Understanding new material for yourself.	5	4	3	2	1
f. Seeing things in a different and more meaningful way.	5	4	3	2	1

## B. Approaches to studying

The next part of this questionnaire asks you to indicate your relative agreement or disagreement with comments about studying again made by other students. Please work through the comments, giving your **immediate** response. In deciding your answers, think in terms of **this particular lecture course**. It is also very important that you answer **all** the questions: check you have.

5 means agree (√)      4 = agree somewhat (√?)      2 = disagree somewhat (x?)      1 = disagree (x).

Try not to use 3 = unsure (??), unless you really have to, or if it cannot apply to you or your course.

	√	√?	??	x?	x
1. I manage to find conditions for studying which allow me to get on with my work easily.	5	4	3	2	1
2. When working on an assignment, I'm keeping in mind how best to impress the marker.	5	4	3	2	1
3. Often I find myself wondering whether the work I am doing here is really worthwhile.	5	4	3	2	1
4. I usually set out to understand for myself the meaning of what we have to learn.	5	4	3	2	1
5. I organise my study time carefully to make the best use of it.	5	4	3	2	1
6. I find I have to concentrate on just memorising a good deal of what I have to learn.	5	4	3	2	1
7. I go over the work I've done carefully to check the reasoning and that it makes sense.	5	4	3	2	1
8. Often I feel I'm drowning in the sheer amount of material we're having to cope with.	5	4	3	2	1
9. I look at the evidence carefully and try to reach my own conclusion about what I'm studying.	5	4	3	2	1
10. It's important for me to feel that I'm doing as well as I really can on the courses here.	5	4	3	2	1
11. I try to relate ideas I come across to those in other topics or other courses whenever possible.	5	4	3	2	1
12. I tend to read very little beyond what is actually required to pass.	5	4	3	2	1
13. Regularly I find myself thinking about ideas from lectures when I'm doing other things.	5	4	3	2	1
14. I think I'm quite systematic and organised when it comes to revising for exams.	5	4	3	2	1
15. I look carefully at tutors' comments on course work to see how to get higher marks next time.	5	4	3	2	1
16. There's not much of the work here that I find interesting or relevant.	5	4	3	2	1
17. When I read an article or book, I try to find out for myself exactly what the author means.	5	4	3	2	1
18. I'm pretty good at getting down to work whenever I need to.	5	4	3	2	1
19. Much of what I'm studying makes little sense: it's like unrelated bits and pieces.	5	4	3	2	1
20. I think about what I want to get out of this course to keep my studying well focused.	5	4	3	2	1
21. When I'm working on a new topic, I try to see in my own mind how all the ideas fit together.	5	4	3	2	1
22. I often worry about whether I'll ever be able to cope with the work properly.	5	4	3	2	1
23. Often I find myself questioning things I hear in lectures or read in books.	5	4	3	2	1
24. I feel that I'm getting on well, and this helps me put more effort into the work.	5	4	3	2	1
25. I concentrate on learning just those bits of information I have to know to pass.	5	4	3	2	1
26. I find that studying academic topics can be quite exciting at times.	5	4	3	2	1
27. I'm good at following up some of the reading suggested by lecturers or tutors.	5	4	3	2	1
28. I keep in mind who is going to mark an assignment and what they're likely to be looking for.	5	4	3	2	1
29. When I look back, I sometimes wonder why I ever decided to come here.	5	4	3	2	1
30. When I am reading, I stop from time to time to reflect on what I am trying to learn from it.	5	4	3	2	1



**Příloha D: Dotazník Q1 (Přístupy studentů k učení a studiu) – anglická verze**

## Questionnaire Q1 (*Approaches to learning and studying*)

This questionnaire has been designed to describe, in a systematic way, how you go about learning and studying. Please respond truthfully, so that your answers will **accurately** describe your **actual** ways of studying, and work your way through the questionnaire quite **quickly**.

### Background information

Name (optional) ..... Age ..... years Sex M / F

University or College ..... Faculty or School .....

Course ..... Year of study .....

#### I have an experience with these learning systems:

(circle or colour it)

- Web CT
- Authorware
- E-class (Moodle)
- WebAssign
- Maple TA
- The others .....

#### I have an experience with these math environments:

- Maple
- Mathematica
- MATLAB
- GeoGebra
- Cabri
- The others .....

### A. What do you expect to get from the experience of higher education?

5 means agree (✓), 4 = agree somewhat (✓?), 2 = disagree somewhat (X?), 1 = disagree (X).

Try not to use 3 – unsure (??), unless you really have to, or if it cannot apply to you or your course.

Mark the appropriate number (circle or colour it)

	✓	✓?	??	X?	X
a. I hope the things I learn will help me to develop as a person and broaden my horizons.	5	4	3	2	1
b. I'm focused on the opportunities here for an active social life and/or sport.	5	4	3	2	1
c. I hope the whole experience here will make me more independent and self-confident.	5	4	3	2	1
d. I want to learn things which might let me help people, and/or make a difference in the world.	5	4	3	2	1
e. I want to study the subject in depth by taking interesting and stimulating courses.	5	4	3	2	1
f. I mainly need the qualification to enable me to get a good job when I finish.	5	4	3	2	1
g. When I look back, I sometimes wonder why I ever decided to come here.	5	4	3	2	1

## B. Approaches to learning and studying

(You may answer generally, not just in the context of this course)

	✓	✓?	??	×?	×
1. I've often had trouble in making sense of the things I have to remember.	5	4	3	2	1
2. I've been over the work I've done to check my reasoning and see that it makes sense.	5	4	3	2	1
3. I have generally put a lot of effort into my studying.	5	4	3	2	1
4. Much of what I've learned seems no more than lots of unrelated bits and pieces in my mind.	5	4	3	2	1
5. In making sense of new ideas, I have often related them to practical or real life contexts.	5	4	3	2	1
6. On the whole, I've been quite systematic and organised in my studying.	5	4	3	2	1
7. Ideas I've come across in my academic reading often set me off on long chains of thought.	5	4	3	2	1
8. I've looked at evidence carefully to reach my own conclusion about what I'm studying.	5	4	3	2	1
9. When I've been communicating ideas, I've thought over how well I've got my points across.	5	4	3	2	1
10. Electronic support has not helped me because I need personal contact with lecturer.	5	4	3	2	1
11. I've organised my study time carefully to make the best use of it.	5	4	3	2	1
12. It has been important for me to follow the argument, or to see the reasons behind things.	5	4	3	2	1
13. I've tended to take what we've been taught at face value without questioning it much.	5	4	3	2	1
14. In general, I've appreciated the work with modern information and communication technologies.	5	4	3	2	1
15. I've tried to find better ways of tracking down relevant information in this subject.	5	4	3	2	1
16. Concentration has not usually been a problem for me, unless I've been really tired.	5	4	3	2	1
17. In reading for this course unit, I've tried to find out for myself exactly what the author means.	5	4	3	2	1
18. I've just been going through the motions of studying without seeing where I'm going.	5	4	3	2	1
19. If I've not understood things well enough when studying, I've tried a different approach.	5	4	3	2	1

## C. Preferences for different types of course and teaching

5 means definitely like (✓), 4 = like to some extent (✓?), 2 = dislike to some extent (×?), 1 = definitely dislike (×)

Try not to use 3 (??) = unsure, unless you really have to, or if it cannot apply to you or your course.

	✓	✓?	??	×?	×
1. lecturers who encourage us to think for ourselves and show us how they themselves think	5	4	3	2	1
2. lecturers who tell us exactly what to put down in our notes.	5	4	3	2	1
3. lectures who use web-based programs provide all the information, assignments and materials on the Web.	5	4	3	2	1
4. lectures who prefer to use printed materials and require a paper written work.	5	4	3	2	1
5. courses in which it's made very clear just which books we have to read.	5	4	3	2	1
6. courses where we're encouraged to read around the subject a lot for ourselves.	5	4	3	2	1
7. books which challenge you and provide explanations which go beyond the lectures.	5	4	3	2	1
8. books which give you definite facts and information which can easily be learned.	5	4	3	2	1
9. exams which are followed by immediate feedback of correct answers.	5	4	3	2	1
10. exams which allow me to show that I've thought about the course material for myself.	5	4	3	2	1
11. classical exams in which I write my answers on a piece of paper to express my knowledge.	5	4	3	2	1
12. exams or tests which need only the material provided in our lecture notes.	5	4	3	2	1

**Thank you very much for spending time completing this questionnaire: it is much appreciated.**

Some of the questions were taken with the permission of the authors from the ETL project (Enhancing Teaching-Learning Environments in Undergraduate Courses)



Příloha E: Dotazník Q1 (*Přístupy studentů k učení a studiu*) – česká verze**Dotazník Q1 (*Přístupy k učení a studiu*)**

Tento dotazník byl navržen tak, aby systematickým způsobem popsal Vaše styly učení a preference při výuce.  
Prosím odpovídejte **pravdivě**. Tak aby odpovědi **přesně** popisovaly Váš **aktuální** způsob studia.

**Osobní informace**

Jméno ..... Věk ..... Pohlaví M / Ž

Univerzita ..... Fakulta .....

Obor ..... Ročník .....

Mám zkušenost s těmito výukovými systémy:

(zakroužkujte)

- Web CT
- Authorware
- Moodle
- WebAssign
- Maple TA
- jiné .....

Mám zkušenost s těmito matematickými

programy:

- Maple
- Mathematica
- MATLAB
- GeoGebra
- Cabri
- jiné .....

**A. Co od vyššího (univerzitního) vzdělání očekáváte?**

5 znamená zcela souhlasím (✓), 4 = spíše souhlasím (✓?), 2 = spíše nesouhlasím (✗?), 1 = naprosto nesouhlasím (✗).

Pokuste se nepoužívat 3 = nejsem si jistý(á) (??), pokud skutečně nemusíte!

Označte příslušné číslo (zakroužkujte nebo jinak vyznačte)

	✓	✓?	??	✗?	✗
1. Doufám, že to, co se zde naučím, mi pomůže rozvinout mou osobnost a rozšíří mé obzory.	5	4	3	2	1
2. Zajímám se zejména o univerzitní společenský život a/nebo sport.	5	4	3	2	1
3. Doufám, že zkušenosti z VŠ mi pomohou být nezávislejší a sebevědomější.	5	4	3	2	1
4. Chci se naučit věci, které mi umožní pomáhat lidem a/nebo změnit svět k lepšímu.	5	4	3	2	1
5. Chci svůj obor studovat do hloubky, a to tak, že si vybírám zajímavé a podnětné předměty.	5	4	3	2	1
6. Hlavně potřebuji kvalifikaci, abych mohl(a) získat dobrou práci, až dokončím VŠ.	5	4	3	2	1
7. Když se podívám zpátky, někdy si říkám, proč jsem se vůbec rozhodl(a) jít na VŠ.	5	4	3	2	1

**B. Přístupy k učení a studiu**

	✓	✓?	??	✗?	✗
1. Často se mi nedaří najít smysl u věcí, co si mám zapamatovat.	5	4	3	2	1
2. Po práci vždy zkontroluji své úvahy, abych viděl(a), jestli vše dává smysl.	5	4	3	2	1
3. Do svého studia dávám hodně úsilí.	5	4	3	2	1
4. Většinu toho, co jsem se naučil(a), si nedokážu pospojovat do souvislostí.	5	4	3	2	1
5. Nové myšlenky často zasazují do kontextu praktického nebo reálného života.	5	4	3	2	1
6. Celkově pracuji docela systematicky a organizovaně při mém studiu.	5	4	3	2	1
7. Při čtení studijních materiálů mě mé úvahy často vedou k dlouhým řetězcům dalších myšlenek.	5	4	3	2	1
8. Když se učím, pečlivě si ověřuji informace, abych si vytvořil(a) svůj vlastní závěr o tom, co se učím.	5	4	3	2	1
9. Když někomu sděluji své úvahy, přemýšlím nad tím, jak dobře jsem byl(a) pochopen(a).	5	4	3	2	1
10. Elektronické opory mi při výuce nepomáhají, potřebuji osobní kontakt s vyučujícím.	5	4	3	2	1
11. Organizuji si svůj studijní čas pečlivě, aby byl co nejlépe využit.	5	4	3	2	1
12. Je pro mě důležité sledovat argumenty a znát odůvodnění různých věcí.	5	4	3	2	1
13. Mám ve zvyku vzít, co jsme se učili, tak jak je, bez kladení otázek.	5	4	3	2	1
14. Rád(a) pracuji s moderními informačními a komunikačními technologiemi.	5	4	3	2	1
15. Snažím se najít co nejlepší způsob, jak vypátrat relevantní informace v mém oboru.	5	4	3	2	1
16. Soustředění pro mě obvykle není problém, pokud nejsem opravdu unavený(á).	5	4	3	2	1
17. Při čtení studijních materiálů se pro sebe vždy snažím co nejpřesněji zjistit, co měl autor na mysli.	5	4	3	2	1
18. V průběhu studia postupuji v učení, aniž bych viděl(a), kam jdu.	5	4	3	2	1
19. Pokud dost dobře nechápu, co se učím, zkouším jiný přístup.	5	4	3	2	1

**C. Upřednostňované způsoby výuky**

5 znamená rozhodně upřednostňuji (✓), 4 = spíše upřednostňuji (spíše mi vyhovují) (✓?), 2 = spíše nevyhovují (✗?), 1 = rozhodně nevyhovují (✗).

*Pokuste se nepoužívat 3 = nejsem si jistý(á) (??), pokud skutečně nemusíte!*

	✓	✓?	??	✗?	✗
1. učitelé, kteří nás podporují v samostatném myšlení, a představují nám své myšlenky	5	4	3	2	1
2. učitelé, kteří nám přesně řeknou, co si zapsat do našich poznámek.	5	4	3	2	1
3. učitelé, kteří používají webové aplikace poskytující všechny informace, úkoly a materiály na webu.	5	4	3	2	1
4. učitelé, kteří používají jen tištěné materiály a vyžadují písemné práce v klasické papírové podobě.	5	4	3	2	1
5. předměty, ve kterých je jasně dáno, které knihy máme číst.	5	4	3	2	1
6. předměty, ve kterých jsme hodně podporováni číst si o daném oboru samostatně.	5	4	3	2	1
7. knihy, které jsou výzvou a poskytují vysvětlení, která jdou nad rámec přednášky.	5	4	3	2	1
8. knihy, které nám poskytnou přesné informace, které se lze snadno naučit.	5	4	3	2	1
9. zkoušky, které jsou následované okamžitou zpětnou vazbou pomocí správných odpovědí.	5	4	3	2	1
10. zkoušky, které mi umožňují ukázat, že jsem o probírané látce samostatně přemýšlel.	5	4	3	2	1
11. klasické zkoušky, ve kterých píšeme odpovědi na papír.	5	4	3	2	1
12. zkoušky nebo testy, ke kterým potřebujeme jen materiály a poznámky z přednášek.	5	4	3	2	1

**Děkujeme za Váš čas věnovaný vyplnění dotazníku. Moc si toho vážíme.**

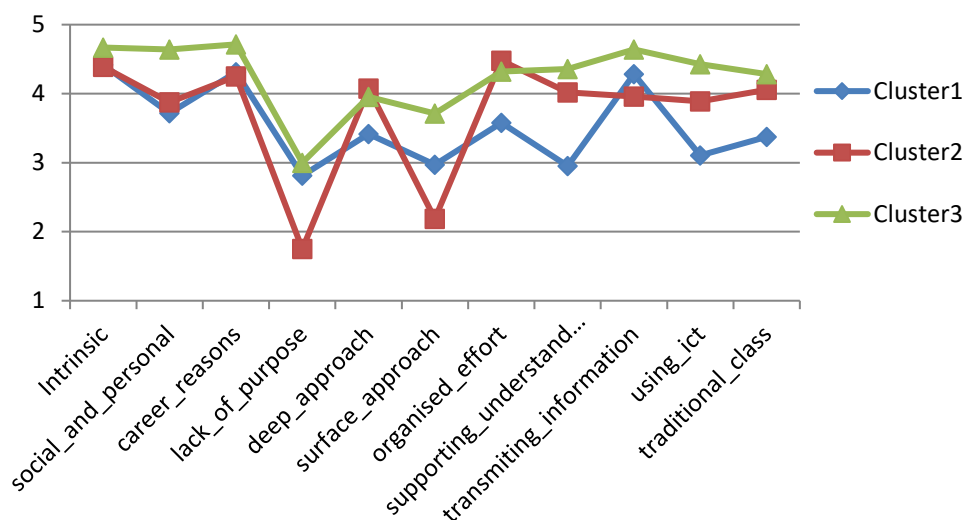
## Příloha F: Shluková analýza výsledků zahraničních studentů v dotazníku Q1

Data získaná z dotazníkového šetření z edmontonské University of Alberta a portugalské vysoké školy ISEP byla zpracována stejně jako u českých studentů metodou shlukové analýzy pomocí algoritmu K-průměrů (*K-Means Cluster analysis*) v programu NCSS. Nyní si představme zvlášť výsledky z edmontonské University of Alberta a portugalské vysoké školy ISEP při dělení na tři shluky. V tabulce jsou pro jednotlivé shluky studentů uvedeny průměrné skóre hlavních položek dotazníku. Názvy položek, které jsou zde uvedeny v anglickém jazyce, samozřejmě přesně odpovídají českým názvům položek dotazníku Q1 (*kapitola 3.2.1*)

Cluster Means (Edmonton)				Cluster Means (Porto)			
Variables	Cluster1	Cluster2	Cluster3	Variables	Cluster1	Cluster2	Cluster3
Intrinsic	4,416667	4,388889	4,666667	Intrinsic	3,933333	4,62963	4,75
social_and_personal_reasons	3,71875	3,875	4,642857	social_and_personal_reasons	3,85	4,722222	4,25
career_reasons	4,3125	4,25	4,714286	career_reasons	4,4	4,888889	4,416667
lack_of_purpose	2,8125	1,75	3	lack_of_purpose	3,7	4,777778	1,75
deep_approach	3,416667	4,074074	3,952381	deep_approach	3,611111	4,123457	4,009259
surface_approach	2,96875	2,1875	3,714286	surface_approach	3,125	4,111111	3,270833
organised_effort	3,578125	4,479167	4,321429	organised_effort	2,525	4,222222	3,625
supporting_understanding	2,953125	4,020833	4,357143	supporting_understanding	3,375	4,611111	4,229167
transmitting_information	4,28125	3,958333	4,642857	transmitting_information	3,85	4,5	4,208333
using_ict	3,104167	3,888889	4,428571	using_ict	3,266667	4,259259	3,916667
traditional_class	3,375	4,055555	4,285714	traditional_class	3,4	4,296296	4
Count	16	12	7	Count	10	9	12

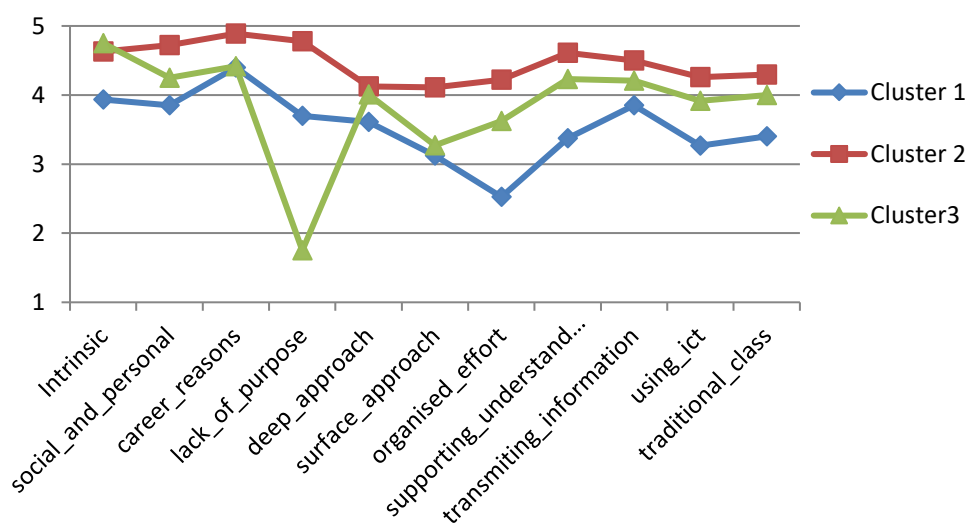
Obrázek F1: Výsledky shlukové analýzy (*K-Means Cluster analysis* – výstup z programu NCSS)

Výsledky shlukové analýzy z Edmontonu můžeme interpretovat následovně. Shluk 3 obsahující 7 studentů má pro většinu položek nejvyšší průměry. Zřejmě jde o studenty, kteří jsou ve studiu silně motivováni. Naopak Shluk 1 s 16 studenty je shluk, jehož hodnoty jsou téměř ze všeho na nejnižší úrovni, studenti z tohoto shluku zřejmě nemají takový zájem o studium, vyšší skóre mají jen u vnitřní orientace a kariérních důvodů v sekci motivací a cílů ve vysokoškolském studiu. Shluk 2 s hodnotami někde uprostřed je tvořen opět silně motivovanými studenty (skóre 1, 75 v položce nedostatek důvodu) s vysokými skóre u hloubkového přístupu ke studiu (skóre 4,07) a nízkými u povrchového přístupu. Lépe to můžeme vidět na grafu (viz obrázek).



Obrázek F2: Grafické zobrazení průměrných výsledků jednotlivých shluků pro výsledky z **Edmontonu**

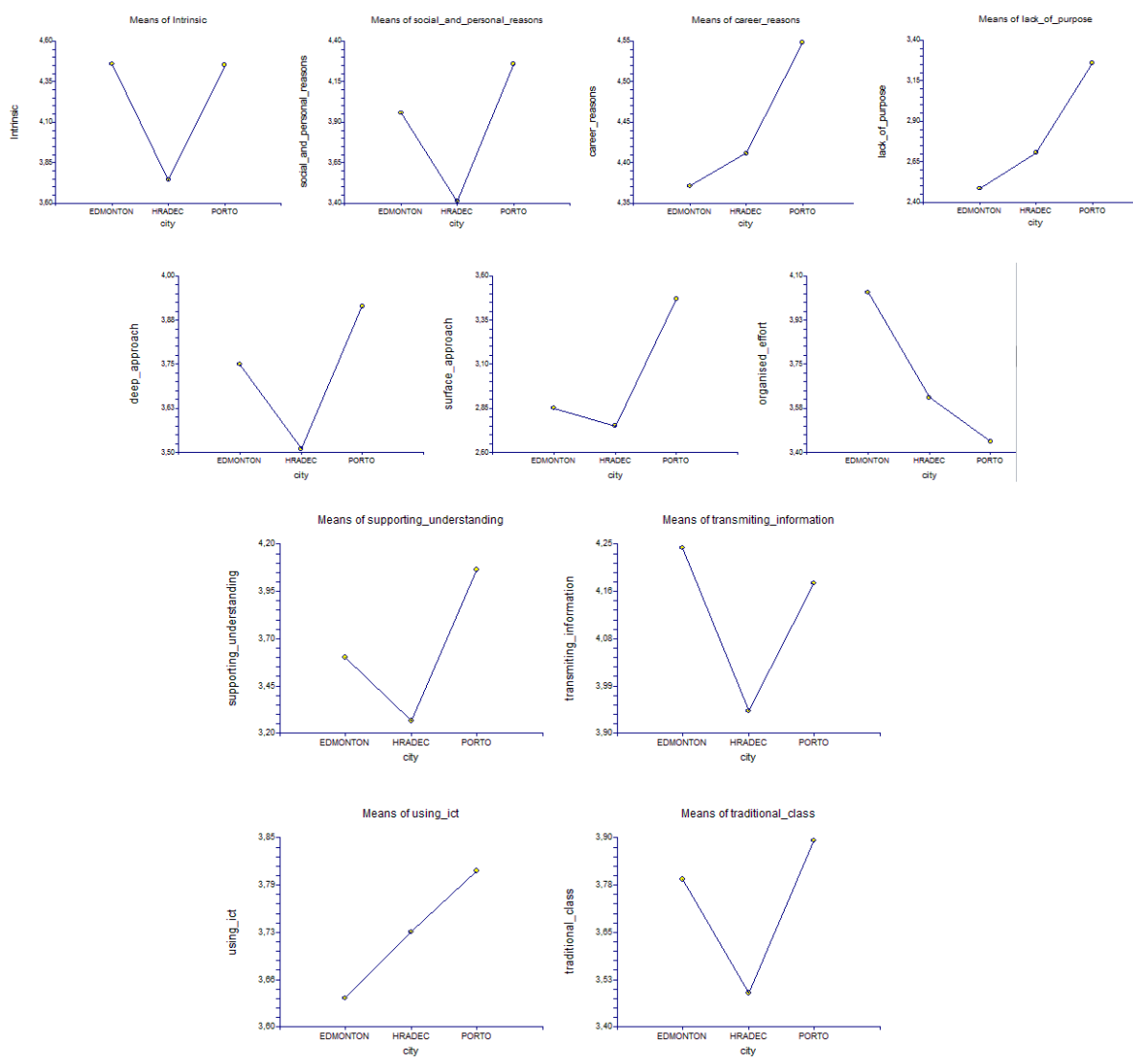
Výsledky v Portu jsou podobné, některé jevy jsou zde dokonce ještě výraznější. Také zde máme skupinu (Shluk 2) devíti studentů s nejvyššími výsledky téměř ve všech položkách. U Shluku 1 s naopak nejnižšími výsledky se tentokrát průměry drží v mezích 3-4 (bez názoru nebo jen s mírně pozitivním názorem), vyšší průměr je zde jen u kariérních důvodů (průměrné skóre 4,4) v sekci motivací a cílů a naopak nižší průměr v položce organizační úsilí. Prostřední skupina (Shluk 3) je zřejmě silně motivovaná (vysoké výsledky v sekci motivací a cílů s propadem v položce nedostatek důvodu). Rozdělení studentů do shluků je zde rovnoměrnější – Shluk 1 (10 studentů), Shluk 2 (9 studentů), Shluk 3 (12 studentů).



Obrázek F3: Grafické zobrazení průměrných výsledků jednotlivých shluků pro výsledky z **Porta**

### Příloha G: Porovnání výsledků dotazníku Q1 z různých zemí (MANOVA)

V následujícím textu se seznámíme s porovnáním výsledků dotazníku Q1 v jednotlivých zemích. Již z prvního výmluvného obrázku zobrazujícího průměry v hlavních položkách dotazníku (Obr. G1) je patrné, že jsme došli k zajímavým výsledkům.

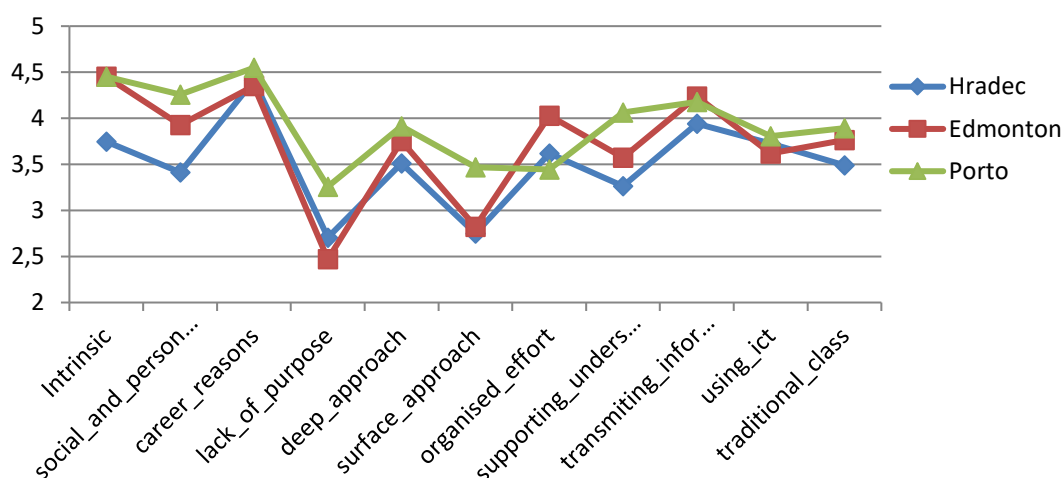


Obrázek G1: Průměry jednotlivých hlavních položek dotazníku Q1

Na obrázku můžeme vidět porovnání průměrů u hlavních položek dotazníku. První bod vždy zobrazuje průměr získaný v kanadském Edmontonu. Jako druhý je zobrazen průměr z výsledků získaných na univerzitě Hradec Králové v České Republice. Poslední bod grafu patří výsledkům z ISEP z Portugalska. Již z těchto grafů je patrné, že globální hypotéza o rovnosti průměru v jednotlivých zemích zřejmě neplatí.

Nejprve se na předchozím obrázku podívejme na položky v první části dotazníku (motivace a cíle). Odpovědi portugalských studentů jsou jednoznačně nejvyšší. Zajímavé je, že mají nejvyšší skóry i v položce nedostatek důvodu – tedy v oblasti ukazující, že studenti vlastně nevědí, proč na univerzitě studují. Zajímavé také je, že důvody ke studiu kanadských studentů jsou v první řadě vnitřní orientace (případně osobnostní, sociální) na rozdíl od českých studentů, které motivuje převážně kariéra. Druhá část dotazníku je zaměřena na přístupy studentů k učení (druhý řádek Obr. G1). Zde se obvyklý vysoký skór z Portugalska propadl na nejnižší příčku u položky organizační úsilí. Obecným úkazem je v části věnované přístupům k učení nižší hodnocení v povrchovém přístupu ve srovnání s hloubkovým přístupem. Na třetím řádku můžeme sledovat preference studentů ve způsobu výuky. V závěrečné části stojí za povšimnutí vyšší skóre v položce používání ICT při výuce u českých studentů a naopak propad u studentů z Edmontonu. Portugalští studenti si zde drží nejvyšší skóre, zřejmě jim vyhovují různé způsoby výuky.

Všimněme si dále, že je celkově u většiny položek výsledný průměr z Hradce nižší než u ostatních a naopak nejvyšší u portugalských studentů. Tímto fenoménem se otevřela otázka, zda rozdílné výsledky skutečně odpovídají skutečnosti nebo se dají vysvětlit jakousi národní „povahou“ – např. že čeští studenti jsou obecně v hodnocení umírněnější a nedávají příliš vysoká hodnocení a naopak. To se ovšem nepotvrdilo, jak můžeme vidět na grafu (Obr. G2), do kterého byly zaneseny průměrné odpovědi studentů z různých zemí ve všech oblastech. Tento graf opět ukazuje, že jsou výsledky z jednotlivých zemí zcela odlišné a to nejen ve výšce hodnocení, ale i v průběhu hodnocení jednotlivých položek. Zajímavá je podobnost průběhu hodnocení z Edmontonu a Hradce.



Obrázek G2: Grafické zobrazení průměrných výsledků z jednotlivých zemí

Pro statistické vyhodnocení byla použita vícerozměrná analýza rozptylu (MANOVU) s cílem zjistit, zda jsou mezi výsledky z jednotlivých zemí statisticky významné rozdíly (Obr. G3). Globální nulová hypotéza o shodném rozdělení výsledků dotazníku byla na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  zamítnuta.

#### MANOVA Tests Section

Term(DF) Test Statistic	Test Value	DF1	DF2	F-Ratio	Prob Level	(0,05)
Wilks' Lambda	0,393088	22	140	3,79	0,000001	Reject
Hotelling-Lawley Trace	1,209536	22	138	3,79	0,000001	Reject
Pillai's Trace	0,738371	22	142	3,78	0,000001	Reject
Roy's Largest Root	0,781740	11	71	5,05	0,000009	Reject
<b>Intrinsic</b>	<b>3,402180</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>12,74</b>	<b>0,000016</b>	<b>Reject</b>
<b>social_and_personal_reasons</b>	<b>3,931782</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>6,26</b>	<b>0,002977</b>	<b>Reject</b>
<b>career_reasons</b>	<b>0,269765</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>0,35</b>	<b>0,706972</b>	<b>Accept</b>
<b>lack_of_purpose</b>	<b>5,040702</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>2,76</b>	<b>0,069448</b>	<b>Accept</b>
<b>deep_approach</b>	<b>0,901496</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>3,11</b>	<b>0,050179</b>	<b>Accept</b>
<b>surface_approach</b>	<b>4,165527</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>7,68</b>	<b>0,000886</b>	<b>Reject</b>
<b>organised_effort</b>	<b>3,014665</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>4,53</b>	<b>0,013694</b>	<b>Reject</b>
<b>supporting_understanding</b>	<b>3,844141</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>7,42</b>	<b>0,001108</b>	<b>Reject</b>
<b>transmitting_information</b>	<b>0,531386</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>1,18</b>	<b>0,311324</b>	<b>Accept</b>
<b>using_ict</b>	<b>0,233446</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>0,40</b>	<b>0,673266</b>	<b>Accept</b>
<b>traditional_class</b>	<b>0,904942</b>	<b>2</b>	<b>80</b>	<b>1,56</b>	<b>0,216083</b>	<b>Accept</b>

Obrázek G3: Výsledky vícerozměrné analýzy rozptylu (MANOVA Report NCSS)

Zaměříme se dále na konkrétní položky: Vnitřní orientace (*Intrinsic*), Sociální a osobní důvody (*social and personal reasons*), Povrchový přístup (*surface approach*), Organizační úsilí (*organised effort*), Podpora porozumění (*supporting understanding*), u kterých byly zjištěny statisticky významné rozdíly ve výsledcích z jednotlivých zemí (u těchto položek je na obrázku uvedeno *Reject*). Pro podrobnější analýzu bylo použito několik post-hoc testů, které nabízí program NCSS (například *Duncan's Multiple-Comparison Test* nebo *Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test*). Provedené testy se shodují v následujícím. Jak bylo již přehledně zobrazeno na grafech z předchozího obrázku, v sekci Vnitřní orientace se neshodují výsledky z Hradce Králové s výsledky z Edmontonu i z Porta. U položky Sociální a osobní důvody najdeme statisticky významné rozdíly mezi průměry z Hradce Králové a Porta. U další položky s názvem Povrchový přístup se liší průměry z Porta a Hradce Králové a zároveň z Porta a Edmontonu. V položce Organizační úsilí jsou statistické rozdíly mezi Portem a Edmontonem. A na závěr v části Podpora porozumění se opět skóry z Porta neshodují ani s výsledky z Hradce Králové ani z Edmontonu.

**Příloha H:** Ukázka zápočtového testu Z1

Na následujících Obrázcích je oskenována ukázka jedné verze (každý student má jiné zadání) zápočtového testu Z1 z platformy Maple T.A. Bohužel, systém Maple T.A. neumožňuje převést test do zcela vyhovující tištěné podoby, natož v ní test jakkoli formátovat. Na obrázku je tedy jen kopie (sken) této tištěné verze (u otázek typu List tištěná verze neobsahuje rolovací nabídku odpovědí).

Univerzita HK -

<http://tia.uhk.cz:8080/mapleta/contentmanager/AssignmentList.do>

Online Homework System

Assignment Worksheet

2/3/16 - 10:05:39 PM CET

Name: \_\_\_\_\_

Class:

Class #: \_\_\_\_\_

Section #: \_\_\_\_\_

Instructor: Andrea Berková

Assignment:

**Question 1: (1 point)**

Vypočtěte následující integrál:

$$\int t^2 \cos(2t) dt.$$

\_\_\_\_\_

**Question 2: (1 point)**

Rozložte na parciální zlomky:

$$\frac{9x-7}{(x+1)(x-3)} =$$

(Do odpovědi nepište znak = )

**Question 3: (1 point)**Máme dānu funkci  $y = x^3 + 2x^2$ . Najdēte(a) Inflexnĭ bod  $(x, y)$  :

\_\_\_\_\_

(b) Smērnici tečny v inflexnĭm bodē:

\_\_\_\_\_



**Question 4: (1 point)**

Máme větu: Pokud konverguje řada  $\sum a_n$ , pak je  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$ .

Vyberte pravdivá tvrzení:

- (a) věta vyjadřuje nutnou podmínku konvergence
- (b)  $\sum a_n$  konverguje  $\Rightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0$
- (c)  $\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = 0 \Rightarrow \sum a_n$  konverguje
- (d) věta vyjadřuje postačující podmínku konvergence

**Question 5: (1 point)**

Máme dány funkce  $y = x^2 - 1$  a  $y = 1 - x^2$ .

(a) Integrál představující obsah plochy ohraničené grafy funkcí  $y = x^2 - 1$  a  $y = 1 - x^2$  je:

\_\_\_\_\_

(V editoru rovnic zvolte a pak vyplňte kýžený integrál).

(b) Nyní vypočtete obsah:

\_\_\_\_\_

**Question 6: (1 point)**

$$\sum_{k=7}^{32} k =$$

- (a) 419
- (b) 507
- (c) 670
- (d) 332

**Question 7: (1 point)**

Víme, že platí věta (srovnávací kritérium):

Jestliže existuje  $n_0 \in \mathbb{N}$  takové, že pro všechna  $n > n_0$  platí nerovnost  $0 \leq a_n \leq b_n$ , pak

- z konvergence řady  $\sum b_n$  plyne konvergence  $\sum a_n$
- z divergence řady  $\sum a_n$  plyne divergence  $\sum b_n$

Vyberte pravdivá tvrzení

- (a) z divergence  $\sum \frac{1}{n}$  plyne divergence  $\sum \frac{1}{\ln(n)}$
- (b) z divergence  $\sum \frac{1}{n}$  plyne divergence  $\sum \frac{5}{n^2+3} \frac{1}{n+2}$
- (c) z divergence  $\sum \frac{1}{n}$  plyne divergence  $\sum \frac{1}{\sqrt{n}}$
- (d) z divergence  $\sum \frac{1}{n}$  plyne divergence  $\sum \frac{1}{(n-1)^2}$

**Question 8: (1 point)**

Vypočtete následující integrál:

$$\int x^2(1+5x^3)^2 dx$$

\_\_\_\_\_.

**Question 9: (1 point)**

Najděte přesnou hodnotu čísla  $k$  pro které:

$$\int_9^{13} \frac{1}{(x-6)(x+4)} dx = \frac{1}{10} \ln(k)$$

$k =$



## Question 13: (1 point)

Pro  $x \in (1, \infty)$  najděte limitu  $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n =$  \_\_\_\_\_

(Pokud chcete zapsat nějaký matematický znak, stiskněte symbol sumy  $\sum$  - zobrazí se editor rovnic)

## Question 14: (1 point)

Pro každé reálné číslo  $\epsilon > 0$  existuje reálné číslo  $\delta > 0$  takové, že když  $0 < a - x < \delta$  pak  $|f(x) - L| < \epsilon$ .

Toto je definice pro ...

(a)  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$

(b)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = L$

(c)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$

(d)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \infty$

(e)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = -\infty$

(f)  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$

(g)  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$

## Question 15: (1 point)

Doplňte nerovnost ( $\leq$  nebo  $\geq$ ):

$$\frac{1}{n} \text{ _____ } \frac{\ln(n)}{n}, \quad n \in \mathbb{N}, n \geq 3$$

Question: 16: (1 point)

Funkce  $y = f(x)$  má derivaci  $y' = \frac{(x+6)(x-7)}{\sqrt[3]{x-4}}$ . Najděte intervaly, na kterých je  $y = f(x)$  rostoucí.

## Příloha I: Ukázka zápočtového testu Z2

Na následujících obrázcích je oskenována ukázka jedné verze (každý student má jiné zadání) zápočtového testu Z2 z platformy Maple T.A. Bohužel, systém Maple T.A. neumožňuje převést test do zcela vyhovující tištěné podoby, natož v ní test jakkoli formátovat. Na obrázku je tedy jen kopie (sken) této tištěné verze (u otázek typu List tištěná verze neobsahuje rolovací nabídku odpovědí).

Univerzita HK -

<http://tia.uhk.cz:8080/mapleta/contentmanager/AssignmentList.d>

Online Homework System

 Assignment Worksheet  
 2/5/16 - 8:59:19 AM CET

Name: \_\_\_\_\_

Class: \_\_\_\_\_

Class #: \_\_\_\_\_

Section #: \_\_\_\_\_

Instructor: Andrea Berková

Assignment: \_\_\_\_\_

### Assignment Instructions:

**POKUD JE VÝSLEDEK NEKONEČNO - NAPIŠTE: NEKONECNO** (veliké tiskací bez diakritiky)

Koeficienty udávejte přesně! Např. zadejte 2/3 místo 0.66667

Pozor na syntax:

- nezapomínejte na symbol \* (např. pište  $2*x$  ne  $2x$ )
- funkce  $\lg(x)$  a  $\arctg(x)$  zapisujte v Maplu jako  $\tan(x)$  a  $\arctan(x)$
- uzavřený interval se v anglické notaci píše s hranatými závorkami

### Question 1: (1 point)

Najděte Taylorův polynom 2. řádu funkce  $(3x + 4)e^{2x}$  v bodě  $a = 1$ .

$$T_2(x) = \underline{\hspace{2cm}}$$

### Question 2: (1 point)

1) Najděte  $\int \frac{2x+3}{x^2+3x+4} dx = \underline{\hspace{2cm}}$

!!!Do odpovědi **nepište** integrační konstantu!!!

2) Pomoc: výpočtu  $\int_3^{\infty} \frac{2x+3}{x^2+3x+4} dx$  můžeme říci, že řada  $\sum_{n=3}^{\infty} \frac{2n+3}{n^2+3n+4} = \underline{\hspace{2cm}}$

### Question 3: (1 point)

Který z následujících intervalů, je oborem bodové konvergence řady  $\sum_{n=2}^{\infty} \frac{\ln^n x}{n}$

- (a)  $\left(\frac{1}{e}, e\right)$
- (b)  $\left[\frac{1}{e}, e\right)$
- (c)  $(-\infty, \infty)$
- (d)  $\left[\frac{1}{e}, e\right]$
- (e)  $\left[\frac{1}{e}, e\right]$
- (f)  $\{0\}$

## Question 4: (1 point)

Pro  $x \in (0, 1)$  najděte limitu  $\lim_{n \rightarrow \infty} x^n =$  \_\_\_\_\_

(rozeptejte se dle svého, pro psaní symbolů zmáčkněte znak sumy  $\sum$  )

## Question 5: (1 point)

Suma  $\sum_{k=8}^{28} k$  je

- (a) 378
- (b) 198
- (c) 438
- (d) 288

## Question 6: (1 point)

Víme, že řada  $s(x) = \sum_{n=1}^{\infty} nx^{n-1}$  stejnoměrně konverguje na intervalu  $[-\mu, \mu]$ ,  $0 < \mu < 1$ .

Vypočítejte  $\int_{\frac{1}{7}}^{\frac{1}{6}} s(x) dx = \int_{\frac{1}{7}}^{\frac{1}{6}} \left( \sum_{n=1}^{\infty} nx^{n-1} \right) dx =$  \_\_\_\_\_

(Jde o určitý integrál - výsledek je číslo!!!)

## Question 7: (1 point)

Pro každé reálné číslo  $K > 0$  existuje reálné číslo  $\delta > 0$  takové, že když  $0 < |x - a| < \delta$  pak  $f(x) > K$ ,  
 $L$  je reálné číslo.

Toto je definice pro ...

- (a)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = \infty$
- (b)  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = -\infty$
- (c)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = L$
- (d)  $\lim_{x \rightarrow a^-} f(x) = -\infty$
- (e)  $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x) = L$
- (f)  $\lim_{x \rightarrow a^+} f(x) = L$
- (g)  $\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \infty$

## Question 8: (1 point)

Doplňte nerovnost ( $\leq$  nebo  $\geq$ )

$$\frac{1}{n+1} \text{ ————— } \frac{n+1}{n^2}, n \in \mathbb{N}$$

## Question 9: (1 point)

**Definice** Předpokládejme, že  $M$  je množina. **Metrika na množině  $M$**  je funkce  $d : M \times M \rightarrow \mathbb{R}$  vyhovující následujícím podmínkám pro každé  $x, y, z \in M$ :

- (i) **SYMETRIE:**  $d(x, y) = d(y, x)$ .
  - (ii) **POZITIVITA:**  $d(x, y) \geq 0$ , a platí:  $d(x, y) = 0$  právě když  $x = y$ .
  - (iii) **TROJÚHELNÍKOVÁ NEROVNOST:**  $d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z)$ .
- Je-li  $M$  množina a  $d$  je metrika na množině  $M$ , pak uspořádanou dvojici  $(M, d)$  nazýváme **metrickým prostorem**.

Vyberte pravdivé tvrzení

- (a)  $d(x, y) = |x - y|$  je metrika na  $M = \mathbb{R}$
- (b)  $d(x, y) = x - y$  je metrika na  $M = \mathbb{R}$



Question 10: (1 point)

Určete zda následující řada konverguje nebo diverguje

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{n+5^n}{n5^n} \text{ —————}$$

Question 11: (1 point)

Najděte limity následujících posloupností pro  $n \rightarrow \infty$ . (do odpovědi nepište znak "=")

(a) Fill in the blanks:

$$5 + e^{-6n} \text{ —————}$$

(b) Fill in the blanks:

$$\frac{5n+6}{6n+3} \text{ —————}$$

Question 12: (1 point)

Řada

$$\sum_{k=0}^{\infty} \frac{(-7)^{k+1}}{63^k}$$

- (a) konverguje relativně, ale ne absolutně
- (b) diverguje, protože jde o geometrickou řadu s  $q > 1$
- (c) konverguje z Leibnitzova kritéria pro alternující řady
- (d) diverguje z integrálního kritéria
- (e) diverguje ze srovnání s řadou  $\sum_{k=0}^{\infty} \left(\frac{7}{6}\right)^k$

## Question 13: (1 points)

Použijte fakt, že

$$1 + t + t^2 + t^3 + t^4 + \dots + t^n + \dots = \frac{1}{1-t}, \text{ pro } |t| < 1$$

k nalezení  $a_n$ , pokud

$$\frac{1}{1-8x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^{2n}.$$

$$a_n = \underline{\hspace{2cm}}$$

!!!Hledáte pouze předpis pro  $a_n$  (nebude tam žádné  $x$  )!!!

## Question 14: (1 points)

Doplňte nerovnost ( $\leq$  nebo  $\geq$ ):

$$\frac{1}{n+1} \underline{\hspace{1cm}} \frac{1}{\ln(n+1)}, n \in \mathbb{N}$$

## Question 15: (1 points)

Platí věta:

Jestliže funkce  $f$  nabývá v bodě  $(a, b)$  lokální extrém,pak parciální derivace  $\frac{\partial f}{\partial x}(a, b)$ ,  $\frac{\partial f}{\partial y}(a, b)$  neexistují nebo  $\frac{\partial f}{\partial x}(a, b) = \frac{\partial f}{\partial y}(a, b) = 0$ .

Vyberte pravdivé tvrzení

(a)  $f$  má v bodě  $(a, b)$  lokální extrém  $\Rightarrow \nexists \frac{\partial f}{\partial x}(a, b), \frac{\partial f}{\partial y}(a, b) \vee \frac{\partial f}{\partial x}(a, b) = \frac{\partial f}{\partial y}(a, b) = 0$

(b) věta vyjadřuje nutnou a postačující podmínku lokálního extrému

(c)  $f$  má v bodě  $(a, b)$  lokální extrém  $\Rightarrow \frac{\partial f}{\partial x}(a, b) = \frac{\partial f}{\partial y}(a, b) = 0$

(d) věta vyjadřuje postačující podmínku lokálního extrému

Question 16: (1 point)

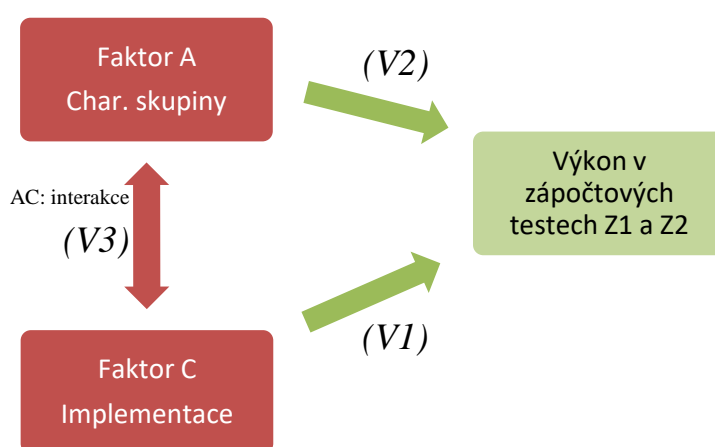
Řada

$$\sum_{n=1}^{\infty} (-1)^{n+1} \frac{n^4}{9^n}$$

- (a) konverguje pouze relativně.
- (b) konverguje absolutně.
- (c) nekonverguje.

**Příloha J: Výsledky ANOVY s opakovaným měřením zápočtových testů**

Pro statistické zpracování dat ze zápočtových testů Z1 a Z2 byla zvolena Analýza rozptylu s opakovaným měřením (*Repeated Measures ANOVA*), která je vhodná právě pro situace, kdy jsou opakovaná měření (zápočtové testy) prováděna na týchž jednotkách. Rysem opakovaných měření je totiž korelace mezi odpověďmi stejného jedince (Ammerman et al. 1998; Rutherford 2001). Pomocí analýzy rozptylu můžeme určit, zda byly výsledky studentů v zápočtových testech ovlivněny implementací systému Maple T.A, přístupy studentů k učení (charakteristickými skupinami), a hlavně také jestli se tyto dva faktory neovlivňují navzájem (viz obrázek).



Obrázek J1: Schéma dvoufaktorové ANOVY pátrající po vlivu faktorů na výkon studentů

V tabulce jsou uvedeny výsledky včetně podrobného komentáře pro rozdělení charakteristických skupin na dva shluky (Shluk 1, Shluk 2) i jemnější dělení na tři shluky (Shluk 1, Shluk 2.1, Shluk 2.2). Připomeňme, že studentka 16 (Shluk 3) zanechala v průběhu výzkumu studia a nemohla tak být zařazena do vyhodnocení.

Tab. J1: Výsledky ANOVY s opakovaným měřením (NCSS)

ANOVA pro dělení na 2 shluky (Prob. Levels)						
	Celkové výsledky	Znalosti	Nová tvrzení	Nerovnosti	Limity	Posloupnosti a řady
A: Char_skup	0,504951	0,847457	0,039644*	0,567277	0,690005	0,098916
B(A): student_cislo						
C: Implementace	0,000000*	0,000003*	0,000380*	0,031573*	0,219917	0,024607*
AC (interakce)	0,858300	0,791520	0,306041	0,567277	0,375957	0,913766

ANOVA pro dělení na 3 shluky (Prob. Levels)						
	Celkové výsledky	Znalosti	Nová tvrzení	Nerovnosti	Limity	Posloupnosti a řady
A: Char_skup	0,098016	0,424697	0,001688*	0,849844	0,037685*	0,203744
B(A): student_cislo						
C: Implementace	0,000001*	0,000032*	0,000296*	0,132953	0,450212	0,058912
AC (interakce)	0,795602	0,760237	0,366037	0,622538	0,674421	0,941662

\* Term significant at alpha = 0,05

V tabulce jsou uvedeny  $p$ -hodnoty (*Prob. Levels*) pro celkové výsledky i pro hlavní položky didaktických testů. Pokud je  $p$ -hodnota menší než zvolená hladina testu  $\alpha$ , pak byl prokázán vliv daného faktoru<sup>1</sup> (v tabulce označeno hvězdičkou). Přesto, že předpoklady ANOVY byly dodrženy (normalita nevyvrácena), z důvodu malého počtu studentů byly výsledky úspěšně ověřeny pomocí neparametrického Friedmanova testu (Hendl 2005, s. 370-372).

Jak můžeme vidět, na hladině významnosti 0,05 nebyla u celkových výsledků prokázána interakce mezi faktory ( $p$ -hodnota 0,858300 a 0,795602). Stejně tak nebyly u celkových výsledků prokázány rozdíly v dosažených výsledcích mezi charakteristickými skupinami studentů. Nicméně můžeme si všimnout, že pokud přihlídneme k jemnějšímu dělení na tři shluky, nedošlo zde k vyvrácení nulové hypotézy poměrně těsně ( $p = 0,098016$ ). Naopak vliv implementace systému CAA na výkon studentů se ukázal jako statisticky významný.

Pokud se podíváme na jednotlivé hlavní položky, tam byly výsledky rozmanitější. V sekci *Znalosti* se celkové výsledky jen potvrdily, nicméně například v oblasti *Nových tvrzení* byl jednoznačně potvrzen vliv příslušnosti k charakteristické skupině na výsledky testů ( $p = 0,039644$  pro dva shluky a  $p = 0,001688$  pro dělení na tři shluky). Je zřejmé, že v celkových výsledcích se přístupy studentů k výuce příliš neprojevují, nicméně pokud jde o pochopení nebo aplikaci nových matematických tvrzení, vedou si studenti z druhého shluku významně lépe. Zajímavostí u položky *Nerovnosti* je fakt, že pokud rozdělíme studenty na tři shluky, nejsou na 5% hladině rozdíly mezi výkony studentů při výuce bez a s CAA (*vliv implementace*). Stejně tak u sekce *Limity* se neprokázal pro žádné z dělení studentů vliv implementace systému CAA, nicméně s přihlédnutím k jemnějšímu dělení (tři shluky) se u *Limit* objevil naopak vliv příslušnosti k charakteristické skupině ( $p = 0,037685$ ) na výsledky studentů. A nakonec u jednoduchých posloupností a řad byl prokázán pouze u dělení na dva shluky vliv implementace CAA ( $p = 0,024607$ ).

---

<sup>1</sup> Neboli došlo k zamítnutí nulové hypotézy, že faktor neovlivňuje výsledky studentů.

**Příloha K:** Originální dotazník Q2: *Attitudes Questionnaire concerning Online Assignment Checking* (Pundak et. al 2013)

### Appendix: Attitudes Questionnaire concerning Online Assignment Checking

Below you will find 26 statements that may or may not fit your understandings concerning the integration of an Online Assignment Checker (OAC) in this course. You are asked to grade each statement with a circle around a number between 1 and 5. The meaning of these grades appears in the following scale:

1	2	3	4	5	0
completely disagree	disagree	Neutral	Agree	Completely agree	Irrelevant

Please relate to each statement by marking the number next to the statement that most closely expresses your feeling. If you do not understand one of the statements or it is irrelevant, choose 0. If you understand the statement but you have no clear opinion, choose 3.

OAC means Online Assignment Checker

	Statement	Attitude
1	Practicing with the OAC imposes a heavy learning burden on the student in comparison with practice in other courses with no OAC.	0 1 2 3 4 5
2	I think it is important to answer all the questions on the OAC by myself to gain a better understanding of the subject matter.	0 1 2 3 4 5
3	Because I practice with OAC I find the lectures more interesting	0 1 2 3 4 5
4	I prefer to submit assignments in writing on using the OAC.	0 1 2 3 4 5
5	The lecturer thinks the exercises are important during the course and relates to the difficulties that arise.	0 1 2 3 4 5
6	My chances of succeeding in the course improve because of the consistent exercises on the OAC.	0 1 2 3 4 5
7	Practicing with OAC during the course do not help me to understand the scientific terms learned in the course	0 1 2 3 4 5
8	Practicing with OAC give me a better preparation for the lesson in comparison to courses that have no online practice.	0 1 2 3 4 5
9	I sometimes use my friends' homework without having answered the homework questions in the OAC by myself.	0 1 2 3 4 5
10	My involvement in the course has not increased as a result of my practice the OAC.	0 1 2 3 4 5
11	My achievements in the course did not improve after I submitted the assignments through the OAC.	0 1 2 3 4 5
12	Submission of assignments through the OAC is the most appropriate method for students in the 21st century, in comparison to submission in hard copy.	0 1 2 3 4 5

	Statement	Attitude
13	Feedback given by OAC is methodical and effective in comparison to feedback given in other courses.	0 1 2 3 4 5
14	The opportunity given to correct mistakes when submitting assignments in a course through the OAC helps me to gain a better understanding in the course.	0 1 2 3 4 5
15	It's possible to guess the correct answers in OAC even without solving the assignment questions.	0 1 2 3 4 5
16	The immediate feedback given by the OAC encourages me to perform the assignments.	0 1 2 3 4 5
17	Because I practice with the OAC I can apply in a better way the scientific information learned in the course.	0 1 2 3 4 5
18	Work with the online assignments does not arouse my curiosity to go deeper into the scientific phenomena studied in the course.	0 1 2 3 4 5
19	Succeeding in the course is important for my professional development, so that I think it is important to learn to answer the assignments by myself.	0 1 2 3 4 5
20	It's impossible to succeed in a course when you get the correct answers from friends, without reading and solving the questions that appear in the OAC.	0 1 2 3 4 5
21	During the lecture the lecturer does not spend time on the subjects that appeared in the OAC.	0 1 2 3 4 5
22	The questions asked in the OAC help me to understand the subject matter discussed in the course.	0 1 2 3 4 5
23	During the lectures or the tutorials in the course there is sometimes discussions about the difficulties arose from practicing in the OAC.	0 1 2 3 4 5
24	As a result of the online practice I am more willing to learn topics associated with the course.	0 1 2 3 4 5
25	The questions that appear in the OAC encourage higher order thinking no less than questions given regular homework in other courses.	0 1 2 3 4 5
26	The assignments presented on the OAC fits the subject matter studied in the course.	0 1 2 3 4 5
27	Sometimes when I am temporarily stressed, I tend to get my friends' homework, without solving the OAC questions by myself.	0 1 2 3 4 5
28	Usually I solve the questions completely and then submit the final solution through the OAC	0 1 2 3 4 5

### Open Questions

29. Until now, in how many courses have you studied with the assistance of the OAC?
30. If you are given the choice to submit homework through OAC or through hard copy - what would you prefer? Explain your choice.

**Příloha L: Dotazník Q2 (Postoje k užívání online systému CAA) – česká verze****Dotazník Q2 (Postoje k užívání online systému CAA)**

Níže najdete 28 tvrzení, která mohou nebo nemusí být v souladu s Vaším názorem na užívání systémů počítačem podporovaného hodnocení (tj. *CAA<sup>1</sup> systémů*) jako je například Maple T.A. Prosím, ohodnoťte každé tvrzení tak, že zakroužkujete čísla v rozmezí 0 až 5 dle následující škály:

1	2	3	4	5	0
Naprostě nesouhlasím	Nesouhlasím	Neutrální	Souhlasím	Naprostě souhlasím	Nepodstatné

Vedle tvrzení uveďte příslušné číslo, jež nejlépe vystihuje Váš postoj. Pokud nějakému tvrzení nerozumíte, či ho považujete za nepodstatné, potom uveďte 0. Pokud tvrzení chápete, avšak nemáte jasný názor, potom uveďte 3.

Vaše jméno: .....

	Tvrzení	Váš názor
1	Procvičování pomocí systému CAA představuje velkou studijní zátěž pro studenty ve srovnání se procvičováním v jiných předmětech bez CAA.	0 1 2 3 4 5
2	Domnívám se, že je pro studenta důležité odpovědět na všechny otázky v systému CAA samostatně, aby lépe pochopil podstatu studované látky.	0 1 2 3 4 5
3	Díky práci se systémem CAA považuji lekce za zajímavější.	0 1 2 3 4 5
4	Domácí úlohy dělám raději písemně na papír než online prostřednictvím CAA.	0 1 2 3 4 5
5	vyučující považuje procvičování příkladů během kurzu za důležité, protože pomáhá identifikovat problémy spojené s příslušnou látkou.	0 1 2 3 4 5
6	Mé šance na úspěch v předmětu jsou větší díky průběžnému procvičování v systému CAA.	0 1 2 3 4 5
7	Procvičování se systémem CAA mi nepomáhá pochopit odborné termíny probírané v tomto předmětu.	0 1 2 3 4 5
8	Procvičování se systémem CAA mi poskytuje lepší přípravu na vyučování ve srovnání s předměty, které nemají procvičovací úlohy.	0 1 2 3 4 5
9	Občas využívám řešené domácí úlohy svých přátel, aniž bych předtím odpověděl(a) na otázky v systému CAA samostatně.	0 1 2 3 4 5
10	Má aktivita v rámci studovaného předmětu se v důsledku odevzdávání online úkolů nezvýšila.	0 1 2 3 4 5
11	Mé výsledky se po odevzdávání úloh do systému CAA nezlepšily.	0 1 2 3 4 5
12	Pro studenty 21. století je vhodnějším způsobem zadávání úloh prostřednictvím systému CAA než papírovou formou.	0 1 2 3 4 5

<sup>1</sup> CAA je zkratka pro „Computer-aided assesment“ (tedy pojem CAA systém představuje například systém Maple T.A.).



	<b>Tvrzení</b>	<b>Názor</b>
13	Zpětná vazba, kterou poskytuje systém CAA, představuje účinnější metodologický prostředek než je tomu u zpětné vazby v jiných předmětech.	0 1 2 3 4 5
14	Možnost opravit si chyby při vyplňování online úloh mi pomáhá látce lépe porozumět (na rozdíl od úloh v papírové formě bez možnosti opravy).	0 1 2 3 4 5
15	Správné odpovědi v CAA je možno uhodnout i bez řešení zadaných úloh.	0 1 2 3 4 5
16	Okamžitá zpětná vazba, kterou poskytuje CAA, mě motivuje k plnění zadaných úloh.	0 1 2 3 4 5
17	Díky úlohám prostřednictvím CAA umím lépe využívat odborných informací získaných v tomto předmětu.	0 1 2 3 4 5
18	Práce s online úkoly nezvýšila můj zájem proniknout hlouběji do studovaného předmětu.	0 1 2 3 4 5
19	Z hlediska mého osobního rozvoje je velmi důležitý úspěch v tomto předmětu, proto se domnívám, že je nezbytné opravdu se samostatně naučit odpovídat na předkládané otázky.	0 1 2 3 4 5
20	Je nemožné v předmětu uspět, pokud jen získáváte správné odpovědi od svých spolužáků, aniž byste si úlohy v systému CAA četli a řešili je.	0 1 2 3 4 5
21	Vyučující se během výuky nevěnuje problémům, které se objevují v systému CAA.	0 1 2 3 4 5
22	Otázky kladené prostřednictvím systému CAA mi pomáhají pochopit podstatu probírané látky.	0 1 2 3 4 5
23	Během výuky občas probíhají diskuze o problémech spojených s úlohami v CAA.	0 1 2 3 4 5
24	Díky online úlohám jsem ochotnější se učit se probíranou látku.	0 1 2 3 4 5
25	Otázky v systému CAA umožňují rozvíjet pokročilé myšlenkové operace přinejmenším stejně dobře jako klasické úkoly v jiných předmětech.	0 1 2 3 4 5
26	Úkoly v CAA se shodují s obsahem studovaného předmětu.	0 1 2 3 4 5
27	Někdy když jsem dočasně ve stresu snažím se získat řešení domácích úkolů spolužáků, aniž bych otázky v CAA řešil(a) samostatně.	0 1 2 3 4 5
28	Obvykle vyřeším kompletně všechny otázky a teprve potom zadávám konečné řešení do CAA.	0 1 2 3 4 5

**Subjektivní otázky (pro odpověď můžete využít druhou stranu):**

29. Kolik předmětů jste do současné doby studoval za pomoci CAA?
30. Ohodnoňte prosím grafickou a uživatelskou stránku Maplu T. A. (zda jsou matematické symboly přehledné, jak se Vám s programem pracovalo, zda nastal nějaký problém atd. )
31. Pokud byste si mohl vybrat předložit domácí úkol prostřednictvím CAA nebo v papírové formě, kterou variantu byste zvolil? Zdůvodněte svoji volbu.

Děkuji za Váš čas věnovaný vyplňování dotazníku.

Příloha M: Sloupcové grafy (*Percent bar chart*) položek dotazníku Q2

$\bar{X}_{10}<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_3<3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{18}>3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_{24}<3$ <i>Pozitivní</i>	1. okruh
1	1	2	1	
2	2	3	2	
3	3	4	3	
4	4	5	4	
5	5		5	
$\bar{X}_7<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_8>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{22}>3$ <i>Pozitivní</i>		2. okruh
1	2	1		
2	3	2		
3	4	3		
4	5	4		
5				
$\bar{X}_{21}<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_5>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{23}>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{26}>3$ <i>Pozitivní</i>	3. okruh
1	1	2	2	
2	3	3	3	
3	4	4	4	
4	5	5	5	
5				
$\bar{X}_{11}>3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_6>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{17}<3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{20}>3$ <i>Pozitivní</i>	4. okruh
1	1	1	1	
2	2	2	2	
3	3	3	3	
4	4	4	4	
5			5	
$\bar{X}_1<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_4<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_{12}<3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{13}>3$ <i>Pozitivní</i>	5. okruh
2	1	1	2	
3	2	2	3	
4	3	3	4	
5	4	4	5	
$\bar{X}_{14}>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{16}>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{25}>3$ <i>Pozitivní</i>		
2	1	2		
3	2	3		
4	3	4		
5	4	5		
	5			
$\bar{X}_{15}>3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_9<3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_{27}>3$ <i>Negativní</i>	$\bar{X}_{28}>3$ <i>Pozitivní</i>	6. okruh
1	1	1	2	
2	2	2	3	
3	3	3	4	
4	4	4	5	
5	5	5		
$\bar{X}_2>3$ <i>Pozitivní</i>	$\bar{X}_{19}>3$ <i>Pozitivní</i>			
2	1			
3	2			
4	3			
5	4			
	5			

V předchozí tabulce můžete vidět sloupcové grafy výsledků jednotlivých položek.  $\bar{X}_n$  označuje průměrnou odpověď studenta v n-té položce. Popis *Pozitivní* nebo *Negativní* upřesňuje, zda daný výrok v dotazníku vyjadřoval pozitivní nebo negativní postoj. Nulová hypotéza o neutrálním postoji studentů (tj.  $\bar{X}_n = 3$ ) byla testována v NCSS pomocí jednovýběrového t-testu (znamínko nerovnosti v tabulce vždy naznačuje vhodnou jednostrannou alternativní hypotézu). U barevně a hvězdičkou vyznačených položek bylo vyvrácení neutrálního postoje statisticky významné (shodné výsledky se ukázaly pro parametrický t-test ověřující rovnost průměrů i neparametrický Wilcoxonův test ověřující rovnost mediánů).

**Příloha N:** Tematické okruhy pro ohniskové skupiny a polostrukturované rozhovory

Níže jsou uvedeny otázky kladené při rozhovorech v rámci výzkumu (ohniskových skupinách se studenty a polostrukturovaných rozhovorech s akademickými pracovníky).

Ohniskové skupiny	Polostrukturované rozhovory
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jaké máte zkušenosti s počítačem podporovanou výukou (e-learningem)?</b> <i>(např. se systémy Moodle, BlackBoard apod.)</i></li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jaké máte zkušenosti s hodnocením (testováním) za pomoci počítače?</b></li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jaký je Váš názor na počítačem podporované hodnocení (testování)?</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Máte za sebou předmět MA2 (klasická výuka) a MA3 (výuka s Maplem T.A.). Pokuste se porovnat hodnocení pomocí počítače s klasickými metodami.</b> <i>(Zkuste shrnout hlavní charakteristiky a hlavní rozdíly, co jste se příslušnou formou naučili a co nikoliv, ve kterých oblastech jste se zlepšili/zhoršili apod.)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Porovnejte prosím hodnocení pomocí počítače s klasickými metodami.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jak dlouho používáte Maple T.A. a jiné CAA (resp. LMS)?</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>V jakém ročníku, pro jaké předměty a pro jakou látku tento systém používáte?</b> <i>(úvodní kurzy, pokročilé kurzy, na procvičování nebo na testování)</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jaké vidíte klady a zápory tohoto CAA systému?</b> <i>(konkrétně Maple T.A., ale mohou být opět i obecné klady a zápory CAA)</i></li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ohodnoťte prosím uživatelskou stránku systému Maple T.A.</b> <i>(Např.: vzhled prostředí, manipulace s programem, poruchovost, aj. případné problémy)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ohodnoťte prosím uživatelskou stránku systému Maple T.A.</b> <i>(Např.: vzhled prostředí, manipulace s programem, obtížnost v programování úloh, poruchovost, aj. případné problémy)</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Měli jste možnost vyzkoušet si Maple T.A. a WebWork. Porovnejte prosím tyto dva systémy.</b> <i>(Jsou tam nějaké zásadní rozdíly? Pokud ano, tak jaké? Ohodnoťte WebWork podobně jako u předchozích otázek Maple T.A.)</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pokud máte zkušenost s jiným CAA systémem, srovnajte je prosím.</b></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prostor pro další poznámky k tématu, dodatky (co se nestačilo zmínit apod.).</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Prostor pro další poznámky k tématu, dodatky (co se nestačilo zmínit apod.).</b></li> </ul>

**Příloha O:** Vybrané úryvky z polostrukturovaných rozhovorů

V následujících odstavcích se může čtenář seznámit s vybranými úryvky z polostrukturovaných rozhovorů s uživateli systému Maple T.A. Dotazování jsou označeni iniciálami DB a ZD.

**Zkušenosti s e-learningem**

**DB** - „Nejdříve jeden rok ten Moodle, ale to jen takovým jednosměrným způsobem (jako úložiště materiálů pro studenty) a pak druhý rok ten Maple T.A.“

**ZD** - „V podstatě jeden semestr, dva předměty skrz ten Maple T.A... No asi jen s tím Maplem, s ničím jiným jsme aktivně nepracovali... ani jsem neměl důvod. Protože myslím, že když to není dobře implementované, tak to může napáchat i dost škody. Musí to být dobře uchopené a musí to mít širší oporu než jen ten jedinec, který to dělá...“

→ **Jakým způsobem studentům předáváte materiály?**

„Tak já myslím, že toho nikdy není tolik (je to pár souborů), že by to potřebovalo nějakou jako robustnější strukturu nějakého prostředí. Je to naprosto pohodlné dát jim to jakkoli jednodušeji... dám to na katedrální webové stránky a oni si to stáhnou... někdy i na flashku (ne jako veřejně dostupné).“

Poznamenejme, že oba dotazovaní se nikdy nesetkali s užitím e-learningových nástrojů z pozice studenta.

**Zkušenosti s CAA systémy**

**DB** – „Zaprvé je to stres, protože člověk se bojí, že se počítač vypne. Občas jsou technické problémy, studenti neví – člověk musí chodit mezi studenty a pomáhat jim a podobně. Za druhé to zadávání je nespolehlivé – Editor v Maplu T.A. nepracuje, jak má. Tam vlastně probíhá nějaký vývoj – ještě to není stabilní ta poslední verze... No jinak zkušenosti jsou dobré – funguje to...“

„Největším přínosem jsou časové úspory a objektivita – psychologie hraje velice důležitou roli, protože když zkouší někdo studenta ústně klasickým způsobem, dochází k nějakému vzájemnému ovlivňování, emocím. Kdežto tady prakticky ten student jednak má okamžitou zpětnou vazbu a nemá tendenci ovlivňovat ten výsledek jiným způsobem, prostě akceptuje to hned a je to mnohdy daleko méně emotivní... A pak říkám ta efektivita časová. Aktivizuje

člověk studenty k tomu, aby pracovali průběžně. A může během zkoušení ušetřit spoustu energie a času tím, že udělá test, který, řekněme, vyloučí ty studenty, kteří tu výuku úplně vypustili nebo neví základní věci, a může se věnovat těm studentům, kteří tím projdou, a může se jim třeba věnovat individuálně. A pak může doplnit ty problémové úlohy, a ty už řešit ústním způsobem.“

„Největší přínos obecně e-learningu je v tom, že student může pracovat doma nezávisle prostě s možností zpětné vazby, a pro učitele má ten systém obrovskou výhodu v tom, že může sledovat aktivitu každého studenta a může poměrně si jako brzy udělat obrázek a vyřešit jako vlastně vůbec jako přístup k té skupině ...a může tomu přizpůsobit výuku.“

„Obecně zápory nevidím – na určité předměty je tento způsob ideální. Nevýhoda – člověk musí mít přístup na internet, systém není univerzální (není možné ho použít pro testování problémových úloh) a nevýhodou může být možná ta těžkopádnost zadávání těch výsledků toho řešení a koneckonců ta tvorba úloh není úplně snadná pro začátečníka.“

**ZD** – „No tak dá to velkou práci na začátku, aby se to nastartovalo, protože to člověk musí všechno připravit v tom, ale potom to už člověk může využívat jenom rutině.... časem se to snad sklidí nazpátek, tady ta vynaložená práce.

...v leccčems to přináší užitek, ale má to i úskalí. Protože když oni vědí, že budou testováni, tak se cíleně připraví na ten typ otázek, a ty už nemáš, jak na to zareagovat a přizpůsobit se. Takže můžou projít i takoví, kteří by u normálního testu neprošli..., ale zase to má klady v tom, že je člověk může naučit více toho drilu a opravdu je otestovat takovým spolehlivým způsobem, že se můžou oni testovat sami. Pokud někdo opravdu chce, i když je student třeba slabý a jenom potřebuje, aby se mu někdo věnoval, tak ten počítač se mu věnuje... málokdo se věnuje studentovi v této rutinní činnosti tak, aby po něm kontroloval 50 součinů matic. A ten počítač to po něm zkontroluje. Co se týče toho přehledu – to se tím otestuje hůř, protože ten počítač se prostě zeptá tím předepsaným způsobem...Jsou metody, jak to odstranit z pozice zkoušejícího, ale dá to práci. Aby to člověk dělal tak bohaté, aby člověk dostal napotřetí něco překvapivého, tak to už dá tolik práce, že už se pak nevyplatí tuhle tu práci do toho investovat. Takže pokud je student trochu tvořivý ne v tom smyslu, jak my chceme, ale v tom smyslu podvádění, tak ten systém napotřetí obejde.“

„Celkově mi nejvíce vadil ten nepružný interface, ale principiálně je používat tyto věci ke zkoušení pozitivní, protože nám to šetří čas v tom drilu – pokud chceme studenty drilovat, je potřeba, aby je driloval ten počítač místo nás a my tím neztráceli čas, protože je to fakt rutinní a rutinní práci je třeba předat stroji a my se pak můžeme soustředit na nějakou

nadstavbu. Takže v principu říkám, že ano, ale ta nepružnost rozhraní je velice negativní na tomhle konkrétním systému“

→ *Liší se nějak ta výuka (s/bez CAA)?*

„No tak my tu výuku nemáme tímhle způsobem zaměřenou. Spíše to zkoušení máme tímto speciálním způsobem, takže ta výuka se vůbec neliší. Akorát potom jsou nějaké technické věci, které se musí dát studentům za úkol, aby se s tím naučili.“

### **Přístup studentů**

---

**DB** – „...hlavně bych řekl, že jsem vyzoroval, že oproti takové té jakoby předpojatosti kolegů a možná i mezi studenty, tak výborně si myslím, že se bude pracovat s těmi prváky – kteří ještě nemluvili se spolužáky a nikdo jim ještě neřekl, co si mají myslet. Trochu jsem skeptičtější v tom navazujícím studiu – kde ještě není zkušenost s tím systémem – tak ti budou mít spíše negativní názor a budou očekávat spíš tu klasickou metodu zkoušení a toto jim nebude vyhovovat.“

**ZD** – „Akorát potom jsou nějaké technické věci, které se musí dát studentům za úkol, aby se s tím naučili, což někteří nesli nelibě – že jako s počítačem neumí a že je nutíme k něčemu. A můj pocit byl takový, že to měli odněkud jako naočkované tenhle přístup, tenhle postoj. Naopak v jiném ročníku se to setkalo s úplně pozitivním přístupem – že v podstatě studenty to baví, protože tihle mladí lidé jsou v principu naučení na počítače a na telefony mnohem více než my – já s tím pracuji bez problému, ale oni ještě jako víc podvědomě, víc přirozeně. Takže myslím, že v principu oni tenhle problém nemají, jak někteří kolegové sýčkují, že studenti to nebudou chtít, tak já si myslím, že oni k tomu svolní jsou. Přimět je k tomu není takový problém, protože oni v tom zase vidí možnost toho obcházení napotřetí“

### **Přístup učitelů**

---

**DB** – „Mám poznatek takový, že při diskuzích s kolegy na katedře byl přístup k tomu takový opatrný, ale časem, jak se ukazuje – kolegové se o to začínají více zajímat a možná začnou ten systém taky využívat, což je pozitivní a to je ten vývoj, takže změna je vývoj.“

→ *A jak to vidíte do budoucna, třeba za takových 10 let?*

„...vidím vývoj v tom, že se maximálně zefektivní způsob zadávání testů, tvorby těch úloh – všechno bude jednodušší, intuitivnější. Ten program budou moci využívat i lidé, kteří

*o programování nic neví – že to bude pro širší počet uživatelů. To určitě ano, ale člověka nenahradí.“*

**ZD** – *„Když máš padesát studentů a každému se věnuješ 3x půl hodiny, tak si spočítej ten čas a to tam vždycky strávíš víc než půl hodiny na té zkoušce se studentem. No a v tomto tlaku spousta zkoušejících laicky řečeno vyměkne. Takže když tohle nahradíme počítačem a i když nemáme to spektrum úloh, jaké bychom chtěli, máme třeba poloviční. Tak i v tomhle tom je to lepší než ta varianta s tím vyměknuvším zkoušejícím...“*

*„Když jedny příklady připravuje jeden a jedny druhý, tak pořád to srovnávací měřítko nemáme, takže tento nešvar máme stejný, jako když jsou zkoušející individuality a zkouší každý jinak. Takže my máme jeden systém, ale zkoušíme každý jinak, takže ta unifikanost tam pořád chybí... aby to byla skutečná objektivita a ne jen ta předstíraná, to by bylo potřeba!...Ale my máme v tuto chvíli jiný problém, toto je pro nás vize. V tuhle chvíli máme problém, aby někteří vůbec akceptovali tenhle systém a vůbec jeho existenci. Ne aby ho začali používat, ale aby vůbec akceptovali, že my ho používáme. Nejsme na katedře jednotní.“*

**→ Máte představu, jaké jsou argumenty kolegů proti používání Maplu T.A.?**

*„Jaké jsou jejich argumenty, to těžko říci, já jen cítím jako jejich nevoli. Logických argumentů těch moc není. Všechny inteligentní univerzity ve světě nějakou variantu tohohle používají, protože to je logika věci, prostě v tom učení je spousta drilu a ty po těch kvalifikovaných lidech nemůžeš chtít, aby se věnovali drilování studentů. Bud' to svěříš někomu nekvalifikovanému, který to udělá blbě, nebo to svěříš mašině, která to udělá dobře a kovaně. To je jediná logika věci. Takže podle mého názoru logický argument proti neexistuje. Takže jediné, co já cítím od kolegů, je nevole, lenost učit se nové věci, neochota ke změnám systému apod.“*

### **Použití systému – pro koho a na co vhodné**

**DB** – *„Program se hodí spíše pro úvodní kurzy z matematiky, kde jsou spíše početní úlohy (výsledek – vzorec, číslo). Už míň na procvičování složitější látky jako jsou třeba Metrické prostory apod. Tam je to velmi obtížné. Moje zkušenost v lineární algebře (násobení matic, výpočet determinantů) – tam je to výborná věc. Vůbec se nedá použít pro řešení problémových úloh – tam student jen místo toho, aby psal na papír, to píše do počítače, což ho učí větší přehlednosti, ale větší přínos v tom není.“*

→ *Je systém vhodný na procvičování i zkoušení?*

„Přínos zásadní je spíš v tom, že ten člověk má tu zpětnou vazbu při řešení těch početních úloh. On ten výsledek může zadat v různé podobě a ten systém to zkontroluje – nemusí to být číslo, může to být vzorec a ten systém s tím pracuje. Takže ten student má hodnocení, má to okamžitě a může s tím pracovat. Zároveň ten systém má možnost studentovi vytvářet nové úlohy podobné. Takže ten student má v zásadě neomezené množství úloh na procvičení. Ale z mého pohledu – já se na matematiku připravoval bez těchto programů, a když to jako tak povrchně hodnotím, tak jako zásadní průlom pro výuku matematiky to není. Já vidím spíš přínos v tom u toho zkoušení – ta objektivita a ta psychologie, ale pro procvičování doma, pokud student si vezme sbírku úloh, tak dosáhne stejných výsledků.“

**ZD** – „Já myslím, čím dřív tím líp, protože ty studenty, které my tu posbíráme ze všech možných škol, tak oni jsou na různých úrovních jednak a my kromě toho, že je potřebujeme sjednotit na nějakou úroveň, tak potřebujeme nějakou garantovanou úroveň – a k tomu je to nejvhodnější, že jim sypeš tisíc příkladů na dril a někteří to umí, tak to nebudou potřebovat, a ti, co to neumí, tak se to můžou nadrilovat tímto způsobem. Takže ty když jim dáš přístup k tomuhle softwaru nebo k těmto úlohám a oni jsou pak velice rychle schopni dosáhnout toho požadovaného levelu v tom drilu a to je to, co my potřebujeme, abychom s nimi mohli pokračovat. Dělat abstraktní matiku – pokud neumí ten dril – tu násobilku a násobení matic – prostě nejde. Nejvhodnější je to v prvních ročnících, pokud do nich v prvních ročnících tohle nenarveš, tak potom ve čtvrtáku s tímto začínat už je trochu samoúčelné. Nejlepší začínat v prvních ručnících. Já jsem to používal v prvním a druhém. V prvním na Algebru 1 a v druhém Geometrii 2.“

→ *Je systém vhodný na procvičování i zkoušení?*

„Samozřejmě na oboje. Pro studenty je výhodné, když to mají k dispozici jako taková nekonečná cvičebnice – když se probírá látka a oni tam mají úlohy a můžou si je testovat. No a k tomu zkoušení je to vhodnější na zápočty než na zkoušky, kdyby se takhle dělaly ty zápočty, tak by to bylo asi dost přínosné, protože by neprošel nikdo, kdo tu úroveň nemá. Když ty lidi i zkusíme, tak si trochu ulehčujeme práci. Protože ta zkouška by už měla být o nějakém nadhledu.“



### Uživatelská stránka

---

**DB** – „Tak co se týče designu – nemám žádnou výhradu, přehlednost dobrá, problém vidím v tom, že správce toho systému – někdo, kdo se stará o databanku úloh... ten tam jako není... jak se tam ty úlohy nekontrolovatelně publikují bez jakékoli kontroly, tak jsou neodladěné a není možné vzít úlohu a použít ji bez odzkoušení a přeprogramování. Tohle se mi stalo, že jsem přeložil úlohu a jednou to bylo v pořádku a jednou špatně vyhodnoceno. Bohužel pokud někdo s tím programem chce začít pracovat, tak si nemůže říct měsíc před semestrem. Chce to delší přípravu, vytvořit, odladit úlohy, je to spousta práce a možná i pro širší tým než jednotlivce.

Myslel jsem, že na to, že se jedná už o 10. verzi, že to bude více dotaženo k dokonalosti, protože se mi zdá, že to zadávání a ta sazba matematiky je zbytečně složitá – mně samotnému se nedařilo zeditovat nějaký matematický text tak, abych byl spokojený, nedařil se mi například ten problém se zadáváním množiny.

Nedá se to srovnat s TeXem nebo něčím takovým – ta možnost pohodlně tam zadat ten matematický text tam prostě není – a někdy se chová ten systém z mého pohledu nepředvídatelně – ten výstup se chová jinak, než jak já to zadávám na vstupu, a ta nápověda mi v tom nepomohla.“

→ *Narazili jsme na novou verzi Maple T.A. 10 – vidíte v tom nějaké zlepšení?*

„Vidím tam zlepšení jen v tom, že nás program stále neobtěžuje svými hláškami, že je potřeba aktualizovat Javu a podobné věci – v tom asi ano, ale jinak výrazné zlepšení jsem nezaznamenal. V některých ohledech je to ještě horší – jak jsem uváděl ten problém se složenými závorkami a zadat konkrétně množinu výčtem prvků – například když chce člověk zadat dvouprvkovou množinu a napíše složené závorky, a, čárka, b, složená závorka, tak automaticky zadává program další čárku a při každém dalším pokusu zadává další, takže jsem se dostal úplně do úzkých a nezbývalo mi než použít obyčejný text – zadávání přes klávesnici.

Vidím pořád velkou práci v té tvorbě úloh. Opravdu pro člověka, který s tím chce začínat, je to dost problém, pokud chce v nějaké brzké době s tím začít pracovat, vytvořit si databanku těch úloh, tak to je stále velice náročná záležitost. To programování těch úloh, když jsem se díval do těch zdrojových textů, tak je to těžší, než se naučit TeX.“

→ *Z pohledu studenta Vám přijde grafická stránka (symboly a tak podobně) v pořádku?*

„Ano, je to dostatečné pro to, aby ti studenti mohli pohodlně přečíst zadání příkladu. V tom problém není.“

**ZD** – „S touto stránkou spokojen nejsem. Protože zadat tam jednoduchý příklad vyžaduje prostě příliš mnoho klikání na můj vkus a myslím i na objektivní vkus – to je na tolika úrovních, co člověk musí změnit něco, aby zadal banální příklad – abys zadal násobení matic, tak musíš v pěti okýnkách prostě vyhodnocovací algoritmus, proměnné jak se jmenují atd. Prostě na tolika místech musíš něco pozměňovat a přitom je to banalita – tohle je hrozně těžkopádné, podle mého názoru.“

→ *Pracoval jste s nějakými těmi hotovými úlohami z Cloudu?*

„Ale to je úplně stejné, protože ty si ji stáhneš z toho Cloudu a potom ji chceš modifikovat a ty musíš modifikovat něco v algoritmu, něco v proměnných, něco v zobrazování, něco v zadání, něco ve vyhodnocování a každý je někde jinde. On ten příklad má pět řádků, ale ty musíš změnit prostě tady, tady, tady a všude se tam doklikat a čekat, až on zareaguje, protože je to síťové a vždycky je tam odezva, a to je tedy hrozný „vopruz“. Nevidíš ten celek, aby to bylo rozčleněné třeba odrážkami, ale třeba alespoň v jednom okně. Nebo abys to mohla napsat a pak tam uplaudovat ten zdroják celý, a ne to dělat na pětkrát (na pěti místech).

Také to není moc dobře zdokumentované. Třeba to, jak Zbyněk posílal, jak to blbě vyhodnocuje<sup>1</sup> – v podstatě to byla jeho chyba, že to blbě napsal, ale ono není až tak úplně lehké najít, kde ta chyba je – to souvisí s tou nepřehledností, co jsem popisoval, je to na pěti místech se to k něčemu váže a ty nevíš, kde ta chyba je, a všechno proklikávat pořád a hledat, kde by to mohlo být, je hrozně nepružné na tu práci. Já bych to měl mnohem raději v jednom zdrojáku a všechno v tom jednom zdrojáku a spustit. A ne tady kliknout, támhle kliknout.<sup>2</sup>“

---

<sup>1</sup> viz Obr. 38

<sup>2</sup> V Maplu T.A. jde pracovat s „celkovým“ zdrojovým kódem, nicméně pro sazbu matematiky je využíván jazyk MathML, který práci se zdrojovým textem prakticky neumožňuje.

→ *Z pohledu studenta Vám přijde grafická stránka (symboly a tak podobně) v pořádku?*

„...protože mám zkušenost s tím Maplem a vím, že má mouchy, tak jsem se snažil používat ty nejjednodušší procedury a struktury. Takže jsem se snažil všechno v maticích – to jsem si otestoval, že to funguje dobře. Tak jsem pak, i když jsem chtěl odpovědět vektorem, tak jsem ho chtěl napsat ve tvaru matice, protože jsem ty studenty prostě naučil, aby uměli napsat matici... a potom jsem všechny odpovědi směřoval do tohohle jazyka. Protože tam je trochu úskalí, nevím, jak to máte v analýze, že když napíšeš tu funkci v nějakém tvaru a pak v jiném tvaru, tak pak Maple může mít problém ty tvary porovnat. Ale to je obecně problém těchto softwarů, v Mathematice si myslím, že to funguje trošku líp, ale je to principiální problém, kterému se snažím při vytváření úloh vyhnout.“

***k problémům s nefungujícími grafy (viz kapitola Implementace):***

„...ve chvíli, kdy si instaluješ nějaký software, tak by to mělo fungovat a ve chvíli, kdy to závisí na spoustě dalších nějakých donastaveních – ono se to dobře říká, takový široký software se špatně administruje. Ale když ty jsi uživatel, tak máš dost práce s tím tam nacvakat to, co tam máš nacvakat, a to, že nefunguje nějaká vyšší struktura, to nemůže být ani tvůj problém, protože nemáš šanci na to dosáhnout a komunikovat s Maplesoftem kvůli tomu nejsi ani kompetentní v principu.<sup>1</sup>“

### **Databáze, typy úloh**

**DB** – „Není dostatek úloh, kolik bychom k té variabilitě potřebovali... Vidím tam dva problémy. Zaprvé, že ještě nejsme schopni využívat všechny ty funkce v syntaxi a programovat, takže zatím používám jen ty jednoduché otázky, třeba výběrové. Neprogramuji nic. A z pohledu úloh, co vytvořili jiní, tak je to naprostý nepořádek a neutříděnost vlastně té databanky<sup>2</sup>. Také jsem vypožoroval, že jsou tam úlohy špatně naprogramované – není to odladěné ty úlohy vždycky.“

Pokud se bavíme o matematice, tak rozlišuji dva typy úloh. Jedna – typu vypočtete, odvoďte – výsledkem je číslo nebo vzorec. Ale co se týče řešení problémových úloh, řekněme důkazových úloh, tam prostě tenhle systém nám v zásadě nepomůže.“

<sup>1</sup> Tento problém komunikovala autorka přímo s techniky Maplesoftu

<sup>2</sup> Maple T.A. Cloud

→ *Toto jste ovšem na začátku zmiňoval<sup>1</sup>, že by mohlo být právě dobré.*

„Jde o ten zápis řešení nebo důkazu, nutí to studenta psát to, co předchází nahoru, a to, co následuje dolů, což na papíře často tak nebývá, to řešení zapisují různě a není jasné, co je krok jedna, co je krok dva, co je krok tři. Tady se lépe identifikují ty postupné kroky. Takže v tomto smyslu je to dobré a samozřejmě se eliminují nějak problémy s tím, že někdo ty symboly špatně nebo nečitelně zapíše. Komfort pro toho zkoušejícího je daleko větší. Ale ten Editor je velice těžkopádný a zadávat delší text je pro studenta velice namáhavé a může ho to i odvádět od myšlení nad řešením úlohy, takže bych ve finále dal přednost tomu papíru, dokud se nevyřeší ten Editor rovnic.“

**ZD** – „...když se zavádí nový systém, tak to má důsledky, nešvary a tak podobně, ale já myslím, že to nebylo až tak fatální. Jsem si toho samozřejmě vědom, že když tu databázi vytváříme z nuly, tak jako není v tom prvním roce tak rozsáhlá, abychom mohli garantovat tu obecnost, ve které by to bylo potřeba. Toho jsem si byl od začátku vědom, no a přizpůsoboval jsem to tomu samozřejmě. Když šel nějaký příklad modifikovat na několik jiných, tak jsem se o to hned snažil, abych to co nejrychleji rozšířil, to spektrum těch úloh. Ale i v této redukované podobě si myslím, že je to pořád lepší než zkoušející, který to těm studentům nakonec „odkejve“. Třeba proto, že studentů je hodně, a ten čas prostě není.“

→ *Vytvářel jste různé typy otázek?*

„Já jsem si vybral dva typy těch šablon a podle těch jsem běžel. Protože si myslím, že je to lepší i pro ty studenty, že když už se to naučí, tak pak nemusí spekulovat, že tam byl nějaký typ příkladu, který neumí. To je, jak když se naučíš nějaký jazyk a tím pak mluvíš. Když budeš učit nějakým jazykem a pak zkoušet v jiném jazyce, tak si asi neporozumíte. Takže asi dvě šablony jsem používal. Maple graded hlavně... Oni měli odpovědět nějakým číslem nebo maticí a ten systém to porovnal s tím, co to mělo být.“

→ *Takže otázky typu Multiple choice (výběrové) jste nevyužíval?*

„Ty předměty, co jsem měl, tomu nenahrávaly. Tam šlo spíš o ten početní dril, jak říkám, násobit matice apod. Takže výsledkem bylo něco konkrétního, co se vyhodnocovalo na správnost. A tady si i myslím, že je právě ten přínos tohoto softwaru. Protože když je tam

---

<sup>1</sup> DB – „Co mi dále přijde jakoby dobré, co jsem tedy ještě nezkoušel. Že bych tam dal studentům nějaké problémové úlohy, které by oni jakoby řešili přímo, že by zadali ten postup do počítače – protože tím, že to zadávají do počítače, tak je to nutí psát nějakou formou úhledněji, ten postup je jasnější, lépe se to čte, nepíší tam zbytečnosti a očekávám, že se to bude lépe opravovat tyto důkazové úlohy.“

*Multiple choice, tak kolik jste schopná vymyslet otázek Multiple choicových, aby ti studenti dostali pokaždé novou. Tyhle otázky je těžké generovat v dostatečném množství. Kdežto násobení matic, to Vám napíšu jeden příklad a chrlím tisíce nových a nových.“*

### ***Podvádění, strategie při učení***

---

**DB** – „Studenti se nám to malinko učí nazpaměť. Ale to jsme trochu vychytali tím, že jim paralelně dáváme ta řešení psát na papír a když je nějaká nesrovnalost, tak si to necháme vysvětlit.“

#### ***→ Jak je to s podváděním studentů?***

*„Není těžké asi ten systém zajistit. Koneckonců daleko těžší je zajistit třeba internetové bankovníctví. Tady jde o jedinou věc, aby ten student neměl v tu chvíli možnost používat jiné funkce toho počítače – jiné programy, e-mail, facebook apod. Myslím, že toto je vyřešeno a toho bych se nebál. Tady nevidím žádné nebezpečí.“*

**ZD** – „...tak jak jsem to popsal – že oni už ten systém očuchají a na potřeby už to obejdou.“

#### ***→ Je to velký problém tohle obcházení napotřetí?***

*„Až takový ne. Ono i to obejítí systému stojí studenta nějakou invenci a to je v podstatě to, co my po nich chceme, takže i když ta invence je tohohle typu, tak je to dobře.“*

#### ***→ Jak se vypořádáváte s podváděním?***

*„No s tím systémem to nejde moc podvést... Já myslím, že rozhodně nepodvádějí víc než při klasickém. To, že podvádí a budou vždycky, to je jasné. Ale nemyslím, že by podváděli víc, to rozhodně ne.“*

#### ***→ Pokládáte zabezpečovací možnosti, které nabízí Maple T.A., za adekvátní?***

*„Tak je to dostatečné, myslím.“*

**Příloha P:** Použité zkratky pro označení fakult a studijních oborů

Použité zkratky pro označení fakult, resp. kateder:

<b>KMA MFF UK</b>	Katedra matematické analýzy Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy
<b>KDM MFF UK</b>	Katedra didaktiky matematiky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy
<b>VŠE v Praze</b>	Vysoká škola ekonomická v Praze
<b>FD ČVUT</b>	Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze
<b>FEL ČVUT</b>	Fakulta elektrotechnická, České vysoké učení technické v Praze
<b>FJFI CVUT</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, České vysoké učení technické v Praze
<b>VŠCHT Praha</b>	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
<b>KAMI ESF MU</b>	Katedra aplikované matematiky a informatiky Ekonomicko-správní fakulta Masarykovy univerzity
<b>FEEC VUT Brno</b>	Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií Vysokého učení technického v Brně
<b>UJEP</b>	Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
<b>TU v Liberci</b>	Technická univerzita v Liberci
<b>PF JČU</b>	Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
<b>PřF JČU</b>	Přírodovědecká fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích
<b>PřF OU</b>	Přírodovědecká fakulta Ostravské univerzity
<b>PdF OU</b>	Pedagogická fakulta Ostravské univerzity
<b>VŠB-TUO</b>	Vysoká škola báňská — Technická univerzita Ostrava
<b>UPOL</b>	Univerzita Palackého v Olomouci
<b>PdF UHK</b>	Pedagogická fakulta Univerzity Hradec Králové
<b>PřF UHK</b>	Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradec Králové

Použité zkratky bakalářských oborů *se zaměřením na vzdělávání* studentů zařazených do výzkumu (dle IS/STAG UHK):

<b>AJB</b>	Anglický jazyk
<b>BMAT</b>	Matematika
<b>BBI</b>	Biologie
<b>BFY</b>	Fyzika
<b>BIN</b>	Informatika
<b>DEB</b>	Dějepis
<b>HVB</b>	Hudební výchova
<b>NJB</b>	Německý jazyk
<b>ONB</b>	Občanská nauka
<b>RJB</b>	Ruský jazyk
<b>TSB</b>	Tělesná výchova a sport
<b>ZTB</b>	Základy techniky