

Oponentní posudek disertační práce

Název práce: **Vliv vizuální reprezentace důkazů matematických vět na jejich srozumitelnost**

Autorka: RNDr. Andrea Ševčíková

Školitelka: prof. RNDr. Eva Milková, Ph.D., Fakulta přírodovědecká, Univerzita Hradec Králové

Oponent: prof. RNDr. PhDr. Antonín Slabý, CSc., Fakulta informatiky a managementu, Univerzita Hradec Králové

Struktura a obsah práce

Práce je věnována úloze a důležitosti důkazů v matematice a speciálně v diskrétní matematice a teorii grafů.

Téma je užitečné a potřebné, problematika míry provádění důkazů je dosti kontroverzní i stále velmi aktuální. U studentů jde zpravidla o aktivity neoblíbené. Práce řeší problematiku dosti komplexně. Důraz je kladen na roli vizualizací. Práce má 113 stran základního textu a 148 stran včetně příloh. Základní text práce je členěn na 7 číslovaných kapitol.

Kapitola 1 – Úvod - obsahuje úvod do tématu práce, kterým je role důkazů v předmětu Diskrétní matematika vyučovaném pro studenty FIM UHK.

Kapitola 2 - Cíl disertační práce - formuluje cíl a dílčí cíle práce, hypotézy a omezení platnosti výsledků dané druhem a rozsahem zkoumaného vzorku studentů a objektu pozornosti výzkumu – matematické důkazy vět v teorii grafů probírané v rámci výuky předmětu Diskrétní matematika (DIMA). Analyzovány jsou výsledky studia studentů navštěvujících daný kurz v akademických letech 2015/16 až 2017/18 na FIM UHK.

Kapitola 3 - Teoretický rámec disertační práce - vymezuje pojmový aparát oblasti a soustřeďuje se na pojem důkazu jeho rolí, funkcí a použití v matematice a informatice. Dále se věnuje druhům důkazů a přístupům k výuce důkazů, zejména roli vizualizace v důkazech. Pozornost je věnována pojmu inteligence a stylům učení obecně. Kapitola je zpracováním literárních zdrojů a shrnuje stav a hlavní výsledky výzkumů v oblasti.

Kapitola 4 - Výzkumné šetření - se věnuje metodám a způsobům řešení, výzkumným nástrojům, charakterizaci výzkumného souboru, a metodologiím a specifikám řešení problému a způsobům zpracování získaných dat a konečně časovým plánem provedených výzkumů.

Kapitola 5 - Výsledky výzkumu – popisuje detailně veškeré výsledky realizovaných výzkumů, jednotlivé kroky realizace cílů práce. Tato rozsáhlá kapitola s množstvím dílčích původních výsledků je nejdélší a nejdůležitější částí práce.

Kapitola 6 - Shrnutí a diskuse - stručně shrnuje a rekapituluje hlavní výsledky práce.

Kapitola 7 - Závěr- je stručnou tečkou za problematikou vizualizace důkazů.

Text je doplněn o seznamy zkratk na začátku práce, obligátní seznam použité literatury – Kapitola 9, seznamy obrázků, grafů a tabulek – Kapitoly 9,10,11, a přílohami - Kapitola 12, které jsou důležitou částí práce a dokreslují pohled na text, použité nástroje, prováděné výzkumy a jejich výsledky/ závěry.

Cíl práce, výzkumné otázky, aktuálnost tématu, soulad s oborem studia

Hlavním cílem práce je: Analýza procesu výuky důkazů matematických vět.

Autorka dále formuluje následujících 5 dílčích cílů: (Kvantitativně a kvalitativně analyzovat studijní úspěšnost; Kvantitativně a kvalitativně analyzovat vztah studentů k výuce důkazů a jejich vizualizacím; Analyzovat vztah mezi vizuálním stylem učení studentů a studijní úspěšností. Analyzovat vztah mezi figurální inteligencí studentů a studijní úspěšností; Analyzovat vztah mezi vizuálním stylem učení a figurální inteligencí studentů.) a dále 7 hypotéz, z nichž první 4 se bezprostředně týkají dokazování (Jsou to postupně: **Hvýrok** Studijní úspěšnost v oblasti výrokové logiky₁ nezávisí na použití vizuální technologie při výuce. **Hnegace** Studijní úspěšnost v oblasti formulování negací matematických vět nezávisí na použití vizuální technologie při výuce. **Hdůkazy** Studijní úspěšnost v oblasti dokazování matematických vět nezávisí na použití vizuální technologie při výuce. **Hvýrok+negace+důkazy** Studijní úspěšnost v oblasti výrokové logiky, formulování negací a dokazování matematických vět nezávisí na použití vizuální technologie při výuce. **Hviz** Neexistuje vztah mezi vizuálním stylem učení a studijní úspěšností studentů navštěvujících kurz DIMA. **Hfig** Neexistuje vztah mezi figurální inteligencí a studijní úspěšností studentů navštěvujících kurz DIMA. **Hviz-fig** Neexistuje vztah mezi figurální inteligencí a vizuálním stylem učení studentů navštěvujících kurz DIMA.

Dílčí cíle a formulované hypotézy jsou správně voleny a vedou k dosažení hlavního cíle a pěknému panoramatickému pohledu na tematiku. Téma a cíle práce jsou zajímavé a užitečné, náročné a stále velmi aktuální. Práce svojí tematikou patří do studijního oboru Informační a komunikační technologie ve vzdělávání a Studijního programu P 7507 Specializace v pedagogice.

Použité vědecké a výzkumné metody a výzkumné nástroje v disertační práci

Práce vychází z rešerše a kritické analýzy velmi rozsáhlých a odpovědně zpracovaných literárních zdrojů o předmětné problematice.

Dále jsou použity speciální metodické postupy předmětné oblasti. Autorka používá adekvátní a osvědčené nástroje a metody patřící do oblasti didaktické a oblasti statistického zpracování dat. Z hlediska nástrojů jsou použity: Úvodní testování znalostí a dovedností z matematické logiky, která je nezbytná při dokazování matematických vět, nebo jejich vyvrácení - detekováno formou pre-testů na úvodní hodině kurzu DIMA; závěrečné testování - detekováno formou post-testů a skupinových závěrečných projektů v závěru kurzu DIMA; dotazníkové šetření týkající se důležitosti a porozumění důkazům – v závěru kurzu DIMA; eseje k získání informací o vztahu studentů k dokazování v teorii grafů a vizualizaci důkazů – v závěru kurzu DIMA; dotazník Index of Learning Styles k zjištění preference učebních stylů - na začátku kurzu DIMA; test struktury inteligence I-S-T 2000 R k diagnostice figurální inteligence - v průběhu kurzu DIMA. a další.

Z hlediska statistických metod jsou to m.j. deskriptivní statistiky, kontingenční tabulka, Kolmogorův-Smirnovův test, Analýza rozptylu (ANOVA) a Kruskalův-Wallisův test, Spearmanův či Pearsonův koeficient, a další. Pro kvantitativní zpracování dat byl použit statistický software IBM SPSS Statistics a též MS Exel 2016.

Byl zkoumán i vliv speciálního podpůrného software vytvořeného s pomocí studentů pro výuku v rámci DIMA Mezi použité produkty patří specifické podpůrné multimediální aplikace GrAlg ,A-DIMA, GraPro a ProofVis.

Potenciál, který mají metody a jejich skupiny pro řešení problematiky je v práci podrobně a správně rozebrán. Metody je možno v souhrnu považovat za adekvátní, správné, z velké části klasické, oblasti zkoumání adekvátní, osvědčení a ke splnění konkrétních cílů vedoucí.

Splnění cílů práce

Cíle práce byly splněny. K hlavním cílům práce a podobně ke všem dílčím cílům a krokům vedoucím k jejich dosažení přispěla autorka jasným věrohodným příspěvkem. Postupy a metody jsou aplikovány správně a metodický rámec je dobře použitelný a dávající různé impulzy k opakování/ modifikaci/ rozšíření apod. Výzkumné práce je možno hodnotit jako rozsáhlé a provedení jako velmi svědomité a profesionální.

Přesnost práce, formální stránka práce, struktura jazyková stránka práce

Práce je napsána jasným a přesným jazykem. Formální stránka práce i přesnost vyjadřování, úprava vzorců, diagramů obrázků a výstupů jsou na dobré úrovni. Práce má jasnou strukturu, proto je možno se v ní dobře orientovat. Drobné jazykové prohřešky jsou způsobeny slovenským autorstvím českého textu.

Výsledky práce a poznatky a přínosy práce

Práce přináší výsledky v oblasti teoretické, metodologické i praktické. Za hlavní teoreticko-metodologické výsledky lze považovat pěkné a srozumitelné a dosti komplexní a v některých směrech hluboké zpracování tematiky s použitím adekvátních metod. Přístupy uvedené v práci jsou moderní, ověřené i často dosti rozsáhlou autorčinou pedagogickou a výzkumnou prací a mohou být opakovaně použity, modifikovány a rozvinuty.

Otázky do diskuse obhajobě

Diskuse k práci se může týkat různých problémů, např.:

Jaké jsou výhody a rizika vizualizace v diskrétní matematice, na co dát pozor.

Jak zapisovat algoritmy v rámci diskrétní matematiky (jazyk, pseudojazyk a jaký) ?

Který výsledek Vás v prováděných výzkumech nejvíce překvapil ?

Závěr:

Práce splňuje v nároky na disertační práce kladené. Rozsah, originalitu, systematičnost a náročnost aktivit studentky, tak jak je dokumentuje předložená disertační práce, je možno velmi pozitivně hodnotit. Je nutno též konstatovat, že v případě RNDr. Andrei Ševčíkové jde o zralou osobnost která v práci unikátně integruje své vzdělání a zkušenosti v oblasti výuky matematických a infromatických předmětů na FIM UHK a zúročuje delší výzkumné aktivity v oblasti tematiky práce. Doporučuji, aby RNDr. Andrei Ševčíkové byl po úspěšné obhajobě udělen titul Ph.D.