

Posudek disertační práce

VLIV DYNAMICKÉ GEOMETRIE NA DOSAŽITELNOST MATEMATICKÉHO ZDŮVODNĚNÍ GEOMETRICKÝCH PROBLÉMŮ U STUDENTŮ UČITELSTVÍ MATEMATIKY

Autor disertační práce: Mgr. Jiří Blažek

Oponentka: Prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.
Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
M. Rettigové 4, CZ-116 39 Praha 1

I. Aktuálnost zvoleného tématu

Práce je věnována využití počítačů při výuce matematiky na základních a středních školách a v přípravě budoucích učitelů matematiky. Použití ICT (nejen) ve výuce matematiky na ZŠ a SŠ a v učitelském vzdělávání je velmi důležité téma. Musí splňovat řadu kritérií, z nichž jedním je to, že by do vyučovacích činností mělo přinášet přidanou hodnotu. Vždy, ale v současné době snad nejvýrazněji v celé historii, je třeba pozornost zaměřit na to, jak zvyšovat potenciál vzdělávacích aktivit a výukových strategií, zejména těch, v nichž ICT hraje nezanedbatelnou roli. Výzkum zaměřený na posilování tvořivosti a samostatnosti žáků vyúsťující v porozumění příslušné oblasti matematiky je velmi aktuální. Autor se zaměřil na použití DGE (Dynamic Geometry Environment) při řešení konstrukčních a důkazových úloh v geometrii (v dalším textu jsou označovány zkráceně geometrické úlohy).

V otázce využívání (nejen) DGE v řešení geometrických úloh panuje řada mýtů, které učitelům i žákům komplikují, často přímo znemožňují, využít potenciál, který toto prostředí nabízí. Přispět k hlubšímu porozumění této problematice je tedy nanejvýš záslužná a důležitá činnost. Disertační práce J. Blažka patří mezi práce, které jsou právě tímto směrem zaměřeny.

Literatura věnovaná využití DGE ve výuce (nejen) geometrie je bohatá a pokrývá řadu oblastí. Autorovi se podařilo najít v rozsáhlé problematice mezeru, která prozatím, aspoň pokud je známo autorovi, ale i jeho vedoucímu práce a oponentce, zpracována nebyla. I když výsledky, které autor ve svém výzkumu získal, nelze vzhledem k poměrně malému vzorku respondentů zobecňovat, jsou důležité, protože odhalují některé pravděpodobné jevy a možné cesty, jak je využít v dalších výzkumech využití DGE ve vyučování.

Pro analýzu řešení geometrických úloh je často používán tzv. Toulminův model. Autor z tohoto modelu vyšel, ale dále ho upravil tak, aby přesněji odpovídal prostředí použití DGE při řešení geometrických úloh. Vytvořil Upravený Toulminův model (UTM) a ověřil jeho využití v případě řešení geometrických úloh s použitím DGE. Tato část práce přináší užitečný nástroj, který může být použit při provádění analýz i v dalších výzkumech zaměřených na problematiku použití DGE.

II. Vymezení cíle disertace a jeho splnění

Vymezení cílů disertační práce věnuje autor v práci velkou pozornost. Stanovil si tři hlavní cíle:

- Určit, zda je použití softwaru při hledání řešení a důkazu matematického problému významně efektivnější ve srovnání s prostředím papír-tužka.
- Určit, zda je pomoc softwaru pro většinu studentů, účastnících se výzkumu, dostatečná, případně jaké překážky brání studentům v dosažení řešení.
- Zjistit, zda student musí k objevu hypotéz v prostředí softwaru aplikovat svoje předchozí znalosti a logiku, nebo zda lze nástroje softwaru efektivně použít způsobem, který je veden mechanickou činností a náhodně (tj. bez jasného plánu studenta).

Tyto cíle rozpracoval do tří hlavních výzkumných otázek, z nichž dvě jsou ještě dále zpřesněny v upřesňujících podotázkách. V práci jsou otázky přesně formulované. Cíle i výzkumné otázky považuji za relevantní a významné pro vyučování matematice.

Cílům a výzkumným otázkám odpovídá jak rozsáhlý teoretický aparát, který autor představuje v prvních třech kapitolách práce, tak i realizované experimenty a analýza získaných dat. Ve čtvrté kapitole autor představuje teoretický rámec pro každou z výzkumných otázek. Následuje kapitola věnovaná vytvoření UTM a ilustraci jeho použití při analýze autorova řešení netriviální geometrické úlohy s využitím DGE. Jádrem práce je rozsáhlá šestá kapitola věnovaná čtyřem experimentům, jejich návrhu, realizaci a analýze získaných dat. Autor pečlivě představuje důvody realizovaných kroků a srozumitelně a přehledně rozebírá všechny zpracovávané epizody z jednotlivých experimentů. Vysvětluje také, proč u čtvrtého experimentu doplnil použité nástroje pro analýzu o rozhovory a screenshoty řešení.

Analýza dat, i když řešitelský vzorek byl poměrně malý, je přesvědčivá. Autor věnoval velkou pozornost nejen realizaci experimentů, ale i představení výsledků analýz dat. Z pohledu čtenáře velmi oceňuji přehledná shrnutí uvedená u všech experimentů a ukazující, jak k závěrům z experimentů autor došel.

Autorovi se podařilo splnit cíle, které si pro práci stanovil, a odpovědět i na další otázky, které se vynořovaly postupně na základě provedených analýz. Analýza výsledků je provedena velmi pečlivě, neomezuje se jen na povrchní náznaky možných odpovědí, ale své závěry promýšlí do hloubky.

III. Zvolené metody

Příprava výzkumné studie je příkladná. Stanovené cíle práce a rámec využití DGE při řešení geometrických úloh byl pro autora velkou výzvou. Kromě seznámení se s teoretickým pozadím práce bylo nutno nalézt vhodné metody pro realizaci a zpracování experimentu. Zvolený výzkumný design je v práci podrobně představen. Autor zvolil smíšený výzkum, kdy kvalitativní analýzu získaných dat doplnil v některých případech také doprovodným kvantitativním vyhodnocením. I když byl výzkumný vzorek malý, jsou kvantitativní shrnutí zajímavým pohledem na zpracovávanou problematiku.

Samostatným výsledkem práce je vytvoření UTM a jeho ověření v experimentech. UTM se ukázal jako nástroj umožňující provést analýzu epizod využívajících DGE při řešení geometrických úloh nejen v rámci výzkumu, ale i pro vyhledání slabých a silných stránek jednotlivce při řešení a navržení vhodné reedukace. Do přílohy práce autor zařadil vlastní řešení dvou náročných geometrických úloh. I při analýze těchto úloh se UTM ukázal jako vhodný a postačující nástroj pro analýzu řešitelských postupů.

IV. Výsledky disertace

Výsledky disertace lze v práci najít na více místech. Pro každý experiment jsou výsledky uvedeny v jeho závěru. Autor fundovaně propojuje výsledky jednotlivých experimentů. Ve všech případech, kdy upravuje design experimentu, odůvodňuje, proč se pro to rozhodl a co upravený design nabízí navíc. Kromě toho jsou v závěru práce shrnuty všechny dosažené výsledky. Je zvolena přehledná forma prezentace, která umožňuje čtenáři sledovat autorovy myšlenky. Z analýz získaných dat vyplývá důležitost práce v prostředí papír-tužka a přidaná hodnota při využití DGE pro řešení.

Kromě samotných závěrů, které autor v práci formuluje, považují podrobné rozpracování použitých metod zpracování dat za ukázkou velmi dobře koncipované metodologie, kterou je možné využít i v jiných situacích a jinými autory.

Práce je velmi dobře strukturovaná, což umožňuje čtenáři sledovat s porozuměním všechny představené myšlenky a závěry. Autor použil v práci nadstandardní množství českých i zahraničních relevantních zdrojů, které cituje na příslušných místech textu.

Autor věnoval pozornost i formální stránce práce. Při velkém rozsahu práce je pochopitelné, že se na několika místech objevily drobné chyby, které však nemají vliv na srozumitelnost a kvalitu práce. Neuvádím zde několik překlepů, na které jsem v práci narazila, je jich opravdu jen několik. Zmiňuji zde několik jiných nedostatků, které většinou nesnižují srozumitelnost textu:

- Na několika místech autor formuluje své přesvědčení, aniž uvádí, na základě čeho k němu došel. Např. na str. 20, 3. řádek shora, je uvedeno: „Není pochyb, že ...“. Zdroj pro odůvodnění tohoto autorova přesvědčení však v textu chybí.
- Na str. 21, 5. řádek shora, na str. 22, 15. řádek shora, a na str. 24, 13. a 14. řádek shora, je použit termín efektivita heuristických strategií. Ten však není zaveden (ani odkazem na zdroj, kde zaveden je), ani nejsou uvedena kritéria pro jeho ohodnocení. Podobná situace je u termínů „doménově nezávislá heuristika“ a „slabě heuristická metoda“ na str. 196, 13. řádek zdola.

- Na str. 118, 12. řádek shora, je použit termín „sklon přímky s přímkou“. To je nestandardní název, autor má zřejmě na mysli úhel dvou přímek. Za nevhodný termín považuji „postranní otázky“ na str. 196, 10. řádek zdola.
- Na str. 231 je použit Miguelův bod. Formulace, která ho definuje, není příliš srozumitelná. Nej dřív by měl být bod definován a pak teprve uvedeny jeho další vlastnosti.
- V práci se na mnoha místech počítá s velikostmi úhlů, jak orientovaných, tak neorientovaných. Považuji za velmi nešťastné, že velikosti úhlů jsou označeny stejně jako úhly samotné (tj. množiny bodů). To je matoucí, zvláště tam, kde se součet nebo rozdíl velikostí úhlů pokládá roven 0 apod. Zvláště výrazně se to projevuje v příloze práce.
- Označení úhlů se týká i další připomínka: Běžně jsou úhly pojmenovávány pomocí jejich vrcholu a bodů na ramenech, např. $\sphericalangle ABC$. Na str. 230, 3. řádek shora, je však použito označení $\sphericalangle tBC$, kde t je přímka, ne bod. Myslím, že takové značení vyžaduje vysvětlení.
- Na str. 133 a dále je bez bližšího vysvětlení použito označení 0/11, 0/22 apod. které ale není vysvětleno. Čtenář si musí sám odvodit, co tím autor myslí, což se mu asi nejlépe podaří na str. 182, kde je zřejmě ve stejném smyslu použito vhodnější vyjádření, např. 6 z 9 případů. Přinejmenším by mělo být vyjádření v celé práci jednotné.
- Podobně matoucí je na str. 135 a dále zápis tabulky se dvěma řádky (kromě záhlaví) bez označení, k čemu se který řádek vztahuje.
- Autorovu práci se zdroji považuji za dobrou. Nevyhnul se však několika nedostatkům:
 - o V seznamu použité literatury chybí 2 položky (Arzarello, 2000) a (Olivero, 1999). Naopak je tam 9 položek, které nejsou citovány v textu. Tento nedostatek může být ovlivněn nejednotností v citování položek se dvěma autory. Někde je v textu uveden jen první autor, někde jsou oba. Navíc není vždy dodrženo abecední řazení položek.
 - o Na str. 241, 7. řádek shora, je citována publikace (Blažek, Pech, 2019). v seznamu literatury jsou pro stejnou dvojici autorů uvedeny dvě publikace, 2019a, 2019b. (Blažek, Pech, 2019) je ale v seznamu publikací autora, z něhož jinak autor necituje. Která publikace je zde míněna?
 - o De Villiers je (správně) uváděn všude v textu kromě jednoho případu s De, ale v seznamu literatury je uveden jako Villiers a zařazen pod V.
 - o Při citování dvou autorů jedné publikace v textu je někde mezi autory čárka, někde &. Také se někde uvádí zkratka křestního jména, někde ne, i to by vyžadovalo jednotnou formu.

Otázky k obhajobě:

- Na str. 95 autor píše, že v případech, kdy jeden student řešil víc úloh, analyzoval řešení každé z úloh jako samostatný případ. Jak se v této organizaci výzkumu promítne do výsledků postupně získávaná zkušenost s řešením a využitím DGE u dalších řešených úloh?

- Jak autor volil úlohy pro experiment? Vytvářel je sám s ohledem na otázku, na kterou hledal při použití úlohy odpověď? Nebo přebíral již dříve zkoumané úlohy, případně se známými úlohami inspiroval a upravoval je pro potřeby svého výzkumu?

V. Návrhy některých námětů pro další pokračování výzkumu

Autor naznačuje ve své práci možnosti dalšího pokračování výzkumu, které vyplývají z jeho postupů a výsledků. S návrhy souhlasím.

VI. Závěr

Posuzovaná práce splnila cíle, které si autor stanovil. Je nutno ocenit množství práce, které autor věnoval přípravě, realizaci a analýzám.

V disertační práci zvláště oceňuji:

- vhodně zvolené aktuální téma,
- dobře promyšlené cíle práce a podrobně rozpracované výzkumné otázky,
- dobře vybraná teoretická východiska a jejich využití v experimentální části,
- podrobně rozpracované metody výzkumu včetně fundovaného odůvodnění jejich použití,
- podrobně a pečlivě rozpracované experimenty včetně odůvodnění volby výzkumného vzorku, úloh a nástrojů na zpracování výsledků,
- vytvoření a ověření funkčnosti UTM,
- nadstandardní množství literatury, kterou autor prostudoval a využil v teoretickém zázemí práce,
- dobré propojení teorie, metodologie a práce s daty.

Mgr. Jiří Blažek prokázal schopnost formulovat výzkumné otázky a vybrat a realizovat vhodnou metodologii výzkumu. Konstatuji, že práce splňuje požadavky, které se kladou na disertační práce v doktorském studiu v oboru didaktika matematiky. Práci doporučuji k obhajobě.



V Praze 8.3. 2022

Prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.