

Posudek dizertační práce

Chápání pojmů obsah a objem u žáků základní školy

Autorka dizertační práce: Mgr. Veronika TŮMOVÁ

Obor: Didaktika matematiky

Oponentka: doc. PaedDr. Jana COUFALOVÁ, CSc.

Fakulta pedagogická, Západočeská univerzita v Plzni

I. Aktuálnost zvoleného tématu

Pojmy obsah a objem jsou ve vyučování matematiky na základní škole vytvářeny v průběhu prvního i druhého stupně, ale výsledky mezinárodních srovnávacích testů i zkušenosti učitelů ukazují, že řada patnáctiletých má s úlohami na určení obsahu a objemu problém. Téma práce je proto velmi aktuální, a to zvláště v podobě, ve které se ho autorka zmocnila. Nesnaží se pouze popsat jevy, ale hledá jejich příčiny a navrhuje změny, které by vedly redukci obtíží a chyb při řešení úloh tohoto typu. Způsob zpracování a vazba na jiné výzkumy v této oblasti, ať již tuzemské či zahraniční, mohou být podkladem pro změnu práce učitele, pro případné úpravy kurikula, ale i pro další výzkum v didaktice matematiky.

II. Vymezení cíle dizertace a jeho splnění

Cíl práce je jasně vymezen a zvolená metodologie vytváří předpoklady pro jeho naplnění. Autorka si klade za cíl strukturovaně popsat uchopování pojmů obsah a objem žáky základní školy pomocí hypotetické učební trajektorie a identifikovat kritická místa na této trajektorii. V praktické části hledá odpověď na čtyři výzkumné otázky (1. Souvisí úspěšnost v úlohách na nenumerné uvažování s úspěšností v úlohách na výpočet obsahu a objemu?, 2. Souvisí schopnost strukturovat prostor do řádko-sloupcové struktury s úspěšností v úlohách na obsah a objem?, 3. Souvisí projevovaná úroveň multiplikativního uvažování s úspěšností v úlohách na obsah a objem?, 4. Jaké strategie žáci různého věku používají při řešení vybraných úloh na obsah a objem a jakých chyb se dopouštějí?).

Celá praktická část dizertační práce je koncipována tak, aby vedla k nalezení odpovědí na výše uvedené otázky. Oceňuji zevrubnost jejich zkoumání, vhodnou kombinaci metod kvantitativního a kvalitativního výzkumu, důkladnost a poctivost autorky v interpretaci výsledků. Souhrn těchto faktorů umožnil v závěru práce fundovaně odpovědět na jednotlivé výzkumné otázky a dosáhnout cíle stanoveného pro dizertační práci.

III. Metodologie

Metodologii výzkumu věnovala autorka mimořádnou pozornost a využila spolupráce s odborníky v této oblasti. Zdrojem dat byl písemný test a rozhovory se žáky. Úlohy v testu byly tvořeny na základě analýzy vybraných učebnicových řad tak, aby umožnily postihnout vývoj pojmů obsah a objem. U každé úlohy je uvedena testovaná dovednost i referenční úroveň učební trajektorie (kap. 3.2.5). Úroveň nenumerního uvažování posuzuje autorka na základě testů pro zjišťování úrovně geometrické představivosti. Užila test umožňující sledovat schopnost dekompozice a navazující rekonpozice útvaru.

Autorka provedla pilotáž úloh a následnou změnu jejich zařazení, popř. úpravu textu a obrazového doprovodu. Oceňuji detailní obsahovou přípravu testu, která může sloužit jako vzorová ukázka postupu přípravy pedagogického výzkumu. Test byl zadán více než 1 300 žákům obou stupňů osmi pražských základních škol. Rozhovory proběhly s 57 žáky 5. a 6. ročníků a byly zaměřené na úlohy, které se v testu ukázaly jako nejvíce problematické.

Řešení úloh v testu bylo bodováno podle předem stanovených kritérií, jevy byly kódovány pro další zpracování. Videozáznamy z rozhovorů byly přepsány do doslovných protokolů a zpracovány v programu Atlas.ti. Kódování i přepis tak velkého počtu podkladů si vyžádaly spolupráci dalších osob. Statistickými metodami byla posouzena obtížnost jednotlivých úloh v testu a validita a reliabilita testů. Tato část práce podle mého názoru přesahuje standardní úroveň dizertačních prací s didaktickým zaměřením.

IV. Struktura práce

Práci tvoří vlastní textová část (167 stran) a přílohová část (46 stran). V úvodní kapitole autorka odůvodňuje volbu tématu především společenskou potřebností. Připomíná svoje zapojení do řešení projektu GA ČR Kritická místa matematiky na základní škole a uvádí problémy českých žáků popsané ve studii TIMSS 2007. Následuje stanovení cíle práce a stručný popis výzkumné strategie.

Teoretická část je uvedena objasněním pojmu hypotetická učební trajektorie. V souvislosti s tvorbou a užitím této trajektorie je následně popsána teorie hierarchického interakcionismu a teorie generických modelů. Kladně hodnotím přehledné srovnání obou teorií, které bezesporu vyžadovalo jejich důkladné studium a hluboké pochopení.

Vzhledem k zaměření práce jsou dále uvedeny výzkumy vztahující se k pojmům obsah a objem. Autorka se zde úspěšně a s velkou pečlivostí vyrovnává s problémy v terminologii – vysvětluje význam pojmů i způsob jejich užití, srovnává pojetí různých autorů a specifikuje význam jejich závěrů pro části své práce. Inspirativní je i text, ve kterém přehledně popisuje učební trajektorie podle tří výzkumných týmů. Autorka předpokládá vazbu mezi porozuměním násobení a uchopením pojmu obsah, proto zařazuje v teoretické části kapitulu o multiplikativním uvažování. Z obdobných důvodů následuje kapitola o nenumerickém uvažování především na základě prostorové představivosti.

Praktická část je uvedena kapitolou zaměřenou na metodologii výzkumu. Kladně ji hodnotím již v předchozím textu. Dále je podrobně popsán způsob zpracování dat získaných testováním žáků a strukturovanými rozhovory. Autorka nejprve posuzuje obtížnost jednotlivých úloh v předtestu i v hlavním testu. Zvažuje také, zda nižší úspěšnost řešení některých úloh nebyla ovlivněna jejich pozicí v testu (při zařazení v závěru testu se k úloze žák nedostal nebo neměl na řešení dost času). Proto byl proveden ještě dotest, který závislost obtížnosti úloh na jejich pořadí v testu nepotvrdil.

Výsledky 16 testových úloh byly podrobeny faktorové analýze. Před provedením analýzy autorka ověřila splnění předpokladů pro její použití. Výsledky faktorové analýzy jsou přehledně zpracovány v tabulkách a současně interpretovány slovně. Variabilitu výsledků úloh vysvětlují zejména tři faktory. Při hledání vztahu úloh

k vytvořeným faktorům dospěla autorka k interpretaci faktoru 3 jako faktoru geometrické představivosti a faktoru 1 jako faktoru pro konceptuální pochopení obsahu (objemu). Samostatný faktor pro popis schopnosti strukturace prostoru nebyl nalezen. Autorka dále zavedla tři proměnné, kterými měří úspěšnost úloh na obsah a objem. První měří konceptuální pochopení obsahu a objemu bez úloh řešených strukturací prostoru nebo mentální manipulací, druhá úspěšnost úloh řešených výpočtem a třetí se vztahuje k úlohám zaměřeným na konceptuální pochopení obsahu a objemu. Pro jednotlivé proměnné byly určeny základní popisné statistiky a je vypočítána reliabilita příslušné části hlavního testu. Byla prokázána dostatečná vnitřní konzistence skupin příslušných úloh. V kapitolách 4.3 až 4.7 jsou postupně hledány odpovědi na výzkumné otázky. Autorka opět užívá statistické metody, zjišťuje korelaci a regresi pro příslušné proměnné. Kladně hodnotím propojení statistických výsledků se slovním komentářem a ilustrací konkrétními příklady.

Rozhovory se žáky poskytly materiál pro zkoumání řešitelských strategií a jejich vývoje a umožnily analýzu žákovských chyb při řešení náročnějších úloh. Autorka plně využila možností, které jí data dávala. Jednotlivé strategie jsou popsány a ilustrovány příkladem z testu i ze záznamu rozhovoru.

Autorka se snaží zachytit nejen aktuální stav, ale i vývoj strategií s věkem žáků. Zajímavé je zjištění o poklesu úspěšnosti řešení některých úloh mezi 5. a 6. ročníkem. Autorka je přičítá odchodu některých žáků na víceletá gymnázia. Zjištěno bylo rovněž, že u žáků s klasifikací 1 z matematiky lze předpokládat vyšší úspěšnost ve výpočetních úlohách na obsah a objem, ale u ostatních známek je již vliv na úspěšnost řešení nízký. Autorce se podařilo podrobně popsat a kategorizovat obtíže žáků při řešení některých úloh zaměřených na strukturaci prostoru. Analýza řešitelských strategií a odhalení chyb mohou být podkladem pro změny v učební trajektorii (např. potřeba většího propojení rozměru s počtem vyskládaných kostek).

V kapitole 5 autorka formuluje velmi pregnančně odpovědi na výzkumné otázky a svoje zjištění dává do souvislosti s dalšími výzkumy v této oblasti a s kurikulárními dokumenty. Zvažuje rovněž souvislost některých problémů žáků (práce s rozměry bez uvedení jednotky, způsob zápisu rozměrů tělesa) s učebnicí, se kterou ve škole pracují. U jisté kategorie chyb připouští jako příčinu tzv. pseudo-analytické

uvažování, při kterém nevzniká chyba na základě chybného pojetí, ale nedostatečným kognitivním úsilím žáka.

Závěrečná kapitola obsahuje vedle stručného shrnutí obsahu práce doporučení pro změny ve výuce tématu obsah a objem, ale i témat souvisejících. Autorka zdůrazňuje dlouhodobost procesu uchopování pojmů obsah a objem a nutnost opakovaně se vracet k jejich zakotvení ve struktuře.

Seznam použitých informačních zdrojů obsahuje české i zahraniční publikace, samostatně jsou uvedeny analyzované učebnice. Text práce svědčí o tom, že literatura není uvedena jenom formálně. Přílohy vhodně doplňují vlastní text práce.

V. Připomínky

V předložené práci se nevyskytují odborné a metodické chyby. Dále uvádím několik námětů pro diskuzi v průběhu obhajoby:

- s. 10 – Chybí upřesnění, že pracujeme ve čtvercové síti, autorka zřejmě považuje prostředí čtverečkováného papíru pro tuto činnost za samozřejmé.
- s. 17 – Domnívám se, že kdyby byla v práci definována míra, mohla autorka zjednodušit na několika místech vyjadřování (kdy hledáme funkci, kdy funkční hodnotu).
- s. 36 – Jaký je zpravidla postup v učební trajektorii pro délku v naší škole? Pracuje dítě dříve s krychlí, nebo s úsečkou? Je možné spatřovat zde uváděnou podobnost učebních trajektorií pro pojmy délka, obsah a objem v tom, že se ve všech případech jedná o míru? Mají tyto pojmy také rozdílné kognitivní rysy? Pokud ano, jaké?
- s. 41 – Jak vhodně řešit na 2. stupni přechod k objemu těles typu koule, kužel?
- s. 42 a další – V současné době se v mnoha českých učebnicích preferuje násobení jako opakované sčítání sobě rovných sčítanců, multiplikatívni uvažování je upozaděno. Může to být jeden z důvodů obtíží, které jsou dále popsány v souvislosti s pojmy obsah a objem?
- s. 43, obr. 2.7 – Jde o výpočet $3 \cdot 4$ nebo $4 \cdot 3$?
- s. 125 – Předpokládala autorka při analýze a priori chybu typu „zvětšení rozměru o

jednu“ vznikající „uzavíráním“ schématu patra přidáním další řady? Které chyby byly nejvíce překvapivé?

s. 137 – Domnívá se autorka, že nízké využívání grafických metod při řešení úloh souvisí s přístupem učitele (mystifikace výpočtu), nebo je to volba žáka?

s. 140 – Dá se z rozhovoru poznat, kdy žák mluví o reálném objektu a kdy o jeho 2D reprezentaci?

VI. Formální stránka práce

Formální úroveň práce je velmi dobrá, text je přehledný a logicky členěný. Vhodně jsou zařazovány tabulky a obrázky. Autorka dodržuje pravidla pro citace a odkazy. Práce je napsána kultivovaným jazykem bez jazykových chyb a s minimálním počtem překlepů (například s. 16 – „...obsah a objem_a budu ... (chybí čárka), s. 50 – „... volbě výzkumných otázek_ obsahuje...“ (nadbytečná čárka), s. 53 – „Nejprve jsem jí (ji) nahradila...“, s. 64 – „... na výpočet obsahu_obvodu nekonvexního pravoúhelníku.“, s. 68 – T_{tab.3.1}, s. 91 – „... k úlohám z předtestu_abych získala ...“ (chybí čárka)).

VII. Závěr

Posuzovaná práce zcela splňuje požadavky, které se kladou na dizertační práce v doktorském studijním programu Pedagogika v oboru Didaktika matematiky. Má vysokou metodologickou hodnotu a obsahuje původní výsledky, ke kterým autorka došla na základě vlastního výzkumu.

Předloženou práci doporučuji k obhajobě. Konstatuji, že se týká aktuálního problému v oblasti didaktiky matematiky a její výsledky mohou přispět k jeho řešení na úrovni teoretické i praktické. Autorka cíl práce splnila a použila k tomu odpovídající výzkumné metody.

doc. PaedDr. Jana Coufalová, CSc.

oponentka

V Plzni dne 12. srpna 2017