

ICT PODPORA BADATELSKY ORIENTOVANÉHO PŘÍSTUPU VE VÝUCE MATEMATIKY NA 2. STUPNI ZÁKLADNÍCH ŠKOL

DAVID NOCAR, PAVLA POLEJOVÁ, JITKA LAITCHOVÁ

ABSTRAKT. V současné době jeden z konstruktivistických přístupů ve výuce je označován jako badatelsky orientovaná výuka. V článku poukážeme na výsledky výzkumného šetření mezi učiteli matematiky 2. stupně ZŠ, jehož cílem bylo zjistit, jaké povědomí mají učitelé o badatelsky orientované výuce, zda znají tento přístup, zda jej využívají, realizují ve své výuce, jaké mají konkrétní zkušenosti, v jakých oblastech matematiky jej využívají, jakých nástrojů ICT k tomu využívají a jaké překážky jim brání k širšímu uplatnění těchto metod ve výuce.

ÚVOD

V současné době se ve vzdělávání stále častěji setkáváme se snahou o zkvalitnění a zvýšení efektivity výuky matematiky na základních školách. Jednou z možností je zavádění badatelsky orientované výuky, která je založena na konstruktivistickém přístupu ve vzdělávání. Učitel při badatelsky orientované výuce nepředává žákům učivo v hotové podobě, naopak podporuje jejich aktivní porozumění, vede žáky k pochopení a řešení problému cestou objevování a kladení otázek. Ve školním roce 2016/2017 bylo provedeno výzkumné šetření, jehož cílem bylo zanalyzovat, jaké povědomí mají učitelé o badatelsky orientované výuce, zda znají tento přístup, zda jej využívají, realizují ve své výuce, jaké mají konkrétní zkušenosti, v jakých oblastech matematiky jej využívají, jakých nástrojů ICT k tomu využívají a jaké překážky jim brání k širšímu uplatnění těchto metod ve své výuce. Příspěvek shrnuje charakteristiky badatelsky orientované výuky, roli učitele a žáka v takto pojaté výuce a přehled metod, které podporují badatelsky orientovanou výuku.

1. KONSTRUKTIVISTICKÉ POJETÍ VÝUKY

Konstruktivistické pojetí výuky je protipólem k transmisivnímu vyučování [4]. Konstruktivistické vyučování vede žáky ke konstrukci individuálních poznatků, jejich dobrému porozumění a účelným aplikacím. Žáci sami konstruují významy a porozumění smyslu, aktivně pracují s předloženými informacemi a zkušenostmi. Henderson shrnul konstruktivistické vyučování jako každou záměrnou, reflektovanou vzdělávací činnost, která je zaměřena na podporu žákova aktivního porozumění [6]. Podle Čápa a Mareše je předpokladem konstruktivistického způsobu vyučování vytvořit dostatek příležitostí množstvím fyzických aktivit (manipulace s objekty), aby žák mohl předcházející představy (prekoncepty) porovnat se získanými zkušenostmi, s novými informacemi a následně prostřednictvím mentálních operací učivo buď ve shodě s původním prekonceptem zařadit do svého existujícího poznatkového schématu, nebo přehodnotit svůj původní prekoncept v kontextu nových zkušeností [18].

Podle Molnára, Schubertové a Vaňka [10] zdůrazňuje konstruktivistický přístup následující:

- vyzdvihuje se role žáka a tedy procesu učení oproti hlavní úloze učitele a jeho vyučování

2010 *Mathematics Subject Classification.* 00A35, 00-02

Key words and phrases. výuka matematiky, badatelsky orientovaná výuka, ICT podpora výuky.

- učení je proces kognitivního konstruování
- učení probíhá nejefektivněji prostřednictvím aktivní manipulace
- nové učení začíná aktivizací předchozího porozumění
- navození významných problémových situací podporuje smysluplnost učení a motivaci žáků
- sociální a kulturní kontext hraje důležitou roli pro vytváření porozumění žáků

Hejný a Kuřina [4] přetváří obecný konstruktivistický přístup k vyučování v tzv. *didaktický konstruktivismus*. Pojetí konstruktivních přístupů k vyučování matematice vychází z následujících deseti zásad:

1. Aktivita – matematika je chápána jako specifická lidská aktivita, ne jen jako její výsledek, který se obvykle formuluje do souboru definic, vět a důkazů.
2. Řešení úloh – podstatnou složkou matematické aktivity je hledání souvislostí, řešení úloh a problémů, tvorba pojmů, zobecňování tvrzení a jejich dokazování.
3. Konstrukce poznatků – poznatky jsou nepřenositelné, vznikají v mysli poznávajícího člověka. Přenosné (z knih, časopisů, přednášek a různých médií) jsou pouze informace.
4. Zkušenosti – tvorba poznatků (např. v oblasti pojmů, postupů, představ, domněnek, tvrzení, zdůvodnění) se opírá o informace, je však podmíněno zkušenostmi poznávajícího. Zkušenosti si žák přináší z části z kontaktu s realitou svého života, měl by však mít dostatek příležitostí nabývat zkušeností i ve škole.
5. Podnětné prostředí – základem matematického vzdělávání konstruktivistického typu je vytváření prostředí podnětujícího tvořivost. Nutným předpokladem je tvořivý učitel a dostatek vhodných podnětů (otázky, úlohy, problémy, atd.) na straně jedné a sociální klima třídy příznivé tvořivosti na straně druhé.
6. Interakce – i když je rekonstrukce poznatků proces individuální, k rozvoji konstrukce poznatků přispívá sociální interakce ve třídě (diskuse, srovnávání výsledků, pokusy o formulace domněnek a tvrzení, argumentace, hledání důkazů, atd.).
7. Reprezentace a strukturování – pro konstruktivistický přístup k vyučování je charakteristické pěstování různých druhů reprezentace a strukturální budování matematického světa. Dílčí zkušenosti a poznatky jsou různě orientovány, tříděny, hierarchizovány, vznikají obecnější a abstraktnější pojmy.
8. Komunikace – značný význam má komunikace ve třídě a pěstování různých jazyků matematiky (neverbální vyjadřování, matematická symbolika). Dovednost vyjadřovat vlastní myšlenky a rozumět jazyku druhých je třeba systematicky pěstovat.
9. Vzdělávací proces – je nutno jej hodnotit minimálně ze tří hledisek: porozumění matematice, zvládnutí matematického řemesla, aplikace matematiky. Pro porozumění matematice má zásadní význam vytváření představ, pojmů a postupů, uvědomování si souvislostí. Rozvíjení matematického řemesla vyžaduje trénink, případně paměťové zvládnutí určitých pravidel, algoritmů a definic. Aplikace matematiky nemusí být jen vyvrcholením vzdělávacího procesu, mohou hrát i roli motivační.
10. Formální poznání – vyučování, které má charakter předávání informací (transmisivní vyučování) nebo vyučování, které dává pouze návody, jak postupovat (vyučování instruktivní), vede především k ukládání informací do paměti. To umožňuje v lepším případě jejich reprodukci, obvykle jsou však rychle zapominány. Takové poznání je pseudopoznáním, je formálním poznáním.

Autoři dále mluví o tzv. *realistickém konstruktivismu*. Ten lépe odpovídá reálným možnostem aplikace ve výuce. Kromě výše uvedených zásad zdůrazňuje, že konstruktivní vyučování může obsahovat transmisivní části, ale stále v zaměření základního principu konstruktivismu, tedy vytváření matematiky v mysli poznávajícího jedince. Zdůrazňuje nutnost řešení problémů a problémových situací pro poznávání jedince. Mluví jasně i o čerpání podnětů z okolního světa a zprostředkovaně z učebnic a další literatury, případně prostřednictvím výpočetní techniky a internetu. K učení potřebujeme i informace, ne všechno se dá vymyslet.

Kuřina s Cachovou formulovali zásady realistického konstruktivismu:

1. V prostředí apatie, nezájmu, lhostejnosti, či dokonce bojkotu a nepřátelství nelze realizovat žádné účinné vzdělávání. Probuzení zájmu žáků je nutnou, ne však postačující podmínkou k nastartování vzdělávacího procesu.
2. Zájem by měl být dále živěn úspěchy žáků v reakcích na podněty učitele.
3. Projevem zájmu žáka jsou otázky, které klade. Všechny otázky jsou vítány. Snad nejdůležitější jsou: Jak to je? Co to je? K čemu to je? Proč to tak je? Tyto otázky souvisí s řešením úloh, s hledáním postupů, s vytvářením pojmů, s poznáváním smyslu a s použitím poznatků. Poznávací proces dále pokračuje zajímavými úlohami, problémy a jejich řešením, otvíráním nových obzorů, diskusemi na úrovních učitel-žák a žák-žák, srozumitelným výkladem učitele, přehledným shrnutím. To vše by mělo vést k uspokojení žáka s dosaženou úrovní poznání.
4. Aktivita učitele je tak zaměřena na rozvíjení aktivity žáka, na konstrukci poznatků v jeho duševním světě. (Nejde jen o to, aby žák učivu rozuměl, je třeba, aby si vytvářel ucelený soubor poznatků.)
5. Formativní aspekty vzdělávacího procesu (rozvoj duševních schopností, aktivita, kritičnost, systematickosti, schopnost komunikace) tvoří jen jednu složku práce školy. Druhou je úroveň a kvalita systému poznatků, které si žák vytváří a které umí použít.

2. BADATELSKY ORIENTOVANÁ VÝUKA

V souladu s konstruktivistickým pohledem na znalosti žáka a jeho učení se v poslední době velmi silně rozvíjí směr, který se označuje jako badatelsky orientované vyučování [16]. Termín badatelsky orientované vyučování pochází z anglického termínu inquiry-based teaching, příp. inquiry-based education [15]. *Inquiry* je v tomto kontextu překládáno jako bádání. Většina materiálů týkající se badatelsky orientované výuky (dále též BOV) je v angličtině, při překladu však vznikají jisté terminologické nesrovnalosti, neboť česká terminologie související s BOV není zcela v souladu s anglickou.

Při vymezování pojmu bádání se často odkazuje na americkou publikaci National Science Education Standards z roku 1996 [13]. Podle této publikace *bádání zahrnuje činnosti žáků, při kterých rozvíjejí své znalosti a porozumění vědeckým myšlenkám*. Těmito činnostmi jsou:

- hledání
- pozorování
- kladení otázek
- vyhledávání informací v knihách a dalších zdrojích
- plánování výzkumu, navrhování postupů zkoumání
- přezkoumávání toho, co je již známo, na základě experimentálních výsledků
- využívání nástrojů pro sběr, analýzu a interpretaci dat
- formulování a vysvětlení odpovědí
- sdělování závěrů

Pech a kol. [13] charakterizují pojem bádání jako souhrn činností, při kterých:

- hledáme
- pozorujeme
- dedukujeme
- nabízíme hypotézy
- snažíme se hypotézy ověřit
- nemusíme dojít k žádnému konečnému závěru
- závěry závisí na našem momentálním rozhledu
- různí badatelé mohou dojít k různým závěrům
- různí badatelé mohou interpretovat stejná fakta různě

Samková [14] dále upozorňuje, že při bádání je nutné, aby pozorování bylo co nejpřesnější, neboť malé chyby v pozorování mohou způsobit velké chyby v konečném výsledku. Pozorovatelé mohou chybovat v tom, že podvědomě využívají zkušenosti a postřehy získané z předchozích pozorování a mohou mít tendenci výsledky pozorování zkreslovat, pokud je naznačen vztah k nějakému častému nebo obvyklému jevu.

Badatelsky orientovaná výuka je tedy způsob vyučování, v němž učitel nepředává učivo v hotové podobě, činnost učitele a žáka je zaměřena na rozvoj znalostí, dovedností a postojů na základě aktivního a samostatného poznávání skutečnosti žákem, kterou se sám učí objevovat a objevuje [3].

První zmínka o badatelsky orientované výuce v českém vzdělávacím prostředí se na portálu RVP objevuje v roce 2008 [13]. V zahraničí se badatelsky orientovaná výuka řeší již delší dobu, v anglicky psaných pramenech se tento pojem začal vyskytovat od 60. let 20. století. Dostál [3] ve své publikaci zmiňuje, že se v české literatuře termín badatelsky orientovaná výuka zpočátku neujal. V případech, kdy se pojednávalo o učení objevováním, byl pak tento pojem často spojován s metodou řešení problémů a konstruktivistickou metodou.

Podle Dostála [3] není vymezení pojmu BOV jednoznačné, existují dva odlišné náhledy autorů. V užším pojetí tkví podstata BOV v řešení problému a výrazně se překrývá s problémovou výukou. V širším pojetí je BOV chápána jako výuka zaměřená na bádání se všemi souvislostmi, včetně vlastního bádání, nikoliv pouze na řešení problému. V širším pojetí tedy BOV zahrnuje rozvoj badatelských vědomostí, dovedností a postojů, které mohou být pro pozdější řešení problémů nezbytné.

Pojem badatelsky orientovaná výuka vymezuje Dostál [3] takto:

- BOV zahrnuje bádání, jehož cílem je uvědomění si problémové situace a objevení problému, stejně jako bádání, které má neproblémový charakter
- bádání realizované v rámci BOV nelze ztotožňovat s vědeckým bádáním, lze však hledat paralely, provádět komparace a podrobovat obojí dalšímu zkoumání
- existuje vzdělávací obsah, který lze realizovat pouze prostřednictvím badatelských aktivit žáků
- v rámci BOV jsou využívány různé vyučovací metody, především problémové
- realizace BOV se projevuje ve všech složkách výuky, nikoliv pouze v metodách
- BOV se vztahuje jak k žákovi, tak i k učiteli
- veškerá doba BOV nemusí být věnována pouze přímému bádání
- je vhodné, aby BOV zahrnovala i multioborová badatelská témata
- BOV předpokládá využití badatelských metod nejen empirického, ale i teoretického charakteru

Podle Samkové, Hošpesové, Roubíčka a Tiché [15] jsou pro BOV v matematice charakteristické tyto znaky:

- úlohy a otázky, které mohou být různě interpretovány, mají více způsobů řešení, více správných odpovědí
- objevování a znovuobjevování
- učení se z chyb (vlastních i cizích), neboť chyba je chápána jako nedílná součást učebního procesu
- zajištění dostatečně husté sítě základních znalostí, na kterých je možné dále stavět
- kumulativní styl učení, tedy propojování nových poznatků s dříve nabytými znalostmi
- propojení matematiky s jinými obory
- podpora kooperativního i autonomního učení

Zdrojem matematického bádání tak mohou být:

- přírodní jevy
- technické problémy

- každodenní problémy
- lidské vynálezy
- umění
- matematické objekty

Do českého vzdělávacího prostředí pronikl termín BOV prostřednictvím mezinárodních projektů zaměřených na badatelsky orientované vzdělávání financované ze Sedmého rámcového evropského výzkumného programu [15]. Nejprve se objevily BOV projekty pro přírodovědné předměty, poté i projekty, které kombinovaly přírodovědné předměty a matematiku. Mezi BOV projekty kombinující přírodovědné předměty a matematiku patří např. projekty FIBONACCI, ASSIST-ME a MaSciL.

2.1. Výukové metody podporující BOV

BOV podporují různé vyučovací metody. Podle charakteru poznávacích činností žáka při osvojování obsahu vzdělávání a ze základní charakteristiky činnosti učitele, který tuto činnost při výuce organizuje, lze použít klasifikaci metod výuky podle I. J. Lernerera [6]. Metody výuky se dělí do dvou základních skupin – reproduktivní metody a produktivní metody. Reproductivní metody se vyznačují tím, že si žák hotové poznatky a činnosti osvojuje a poté je pouze reprodukuje. Mezi reproduktivní metody patří informačně-receptivní metoda a reproduktivní metoda. Ve vztahu k výuce jsou tyto metody neekonomičtější, neúčelnější a nejrychleji vedou k cíli, i když často jen zdánlivě. V praxi mají nezastupitelné místo. Pro produktivní metody je naopak charakteristické, že žák získává nové poznatky převážně samostatně jako výsledek tvořivé činnosti. Produktivními metodami jsou heuristická metoda a metoda výzkumná. Kombinace osvojování hotových informací a prvky tvořivé činnosti je charakteristická pro metodu problémového výkladu, která se řadí do přechodné skupiny.

V případě klasifikace výukových metod podle Maňáka a Švece [8] patří mezi hlavní kritéria pro výběr výukové metody zákonitosti výukového procesu, cíle a úkoly výuky, úroveň psychologického a fyzického rozvoje žáků, zvláštnosti třídy, vnější podmínky výchovně-vzdělávací práce a osobnost učitele. Výukové metody se dělí na klasické, aktivizující a komplexní, a to podle kritéria stupňující se složitosti edukačních vazeb. Klasické výukové metody se dále člení na metody slovní, názorně-demonstrační a dovednostně-praktické. Aktivizující výukové metody se dále dělí na metody diskusní, heuristické, řešení problémů, situační, inscenační a didaktické hry. Komplexní výukové metody rozdělují na frontální výuku, skupinovou a kooperativní výuku, partnerskou výuku, individuální a individualizovanou výuku, samostatnou práci žáků, kritické myšlení, brainstorming, projektovou výuku, výuku dramatem, otevřené učení, učení v životních situacích, televizní výuku, výuku podporovanou počítačem, sugestopedii a superlearning a hypnopedii.

Aktivizující metody se podílí na překonávání stereotypů ve výuce a podporují tvořivé hledání učitelů [1]. Vymezují se jako postupy, při nichž je výuka vedena tak, aby se výchovně-vzdělávacích cílů dosahovalo hlavně na základě vlastní učební práce žáků, přičemž důraz se klade na myšlení a řešení problémů [5]. Aktivizující metody rozvíjí osobnost žáka, především jeho myšlenkovou a charakterovou samostatnost, zodpovědnost a tvořivost [8]. Tyto metody vychází vstříc individuálním učebním stylům jednotlivých žáků při respektování úrovně jejich kognitivního rozvoje, žáci mohou zčásti ovlivnit konkrétní cíle výuky, zapojovat se do kooperativního učení, využívat možností individuálního učení. Aktivizující výukové metody jsou založeny na bázi heuristického přístupu k učivu, jsou proto velmi motivační [9].

Podle Maňáka [9] přináší používání aktivizujících metod do školní praxe i určité obtíže, a sice:

1. žáci většinou musí mít o daném tématu určité vědomosti
2. učitel musí překonat direktivní řízení a dominující postavení ve třídě
3. vyžadují více vyučovacího času a organizační přípravy
4. je nutné počítat s nedostatkem vhodných materiálů a pomůcek

Komplexní výukové metody předpokládají ucelenou kombinaci a propojení několika základních prvků didaktického systému, jako jsou metody, organizační formy výuky, didaktické prostředky, nebo životní situace [8].

Výukovou metodu vždy učitel volí s ohledem na cíle, ke kterým směřuje, plánovaném modelu výuky, očekávané úrovni osvojovaných znalostí a dovedností, žádoucí postoje žáků a další faktory. Velkou roli při samotném výběru metody hraje stupeň rozvoje aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků. Některé metody je obtížné realizovat, neboť vyžadují změnu prostorových dispozic, jsou časově náročné, nebo je nutné zajistit rozmanité pomůcky a pomocníky. V případě zavádění nových metod může být narušen zaběhnutý systém, proto je často nezbytná vytrvalost a odvaha učitele a především jeho tvořivost. Volba metody učitele však nejvíce závisí na jeho vlastních zkušenostech a preferencích, které vychází z jeho vyučovacího stylu a vyhovují učebním stylům žáků.

2.1.1. Výuka podporovaná počítačem

Možností, jak využít počítač ve výuce, je celá řada. Počítač bývá vybaven vhodnými programy, které napomáhají zorganizovat výuku, usnadnit přístup k informacím a jejich následné zpracování, může být nástrojem pro efektivní realizaci výpočtů a vytváření dynamických obrázků a grafů [13]. Kromě toho ale může být důležitým prostředkem BOV.

Programy dynamické geometrie

Velmi vhodnou oblastí matematiky pro samostatné bádání a objevování žáky je geometrie, která přímo vybízí zadávat badatelsky orientované úlohy [12]. Geometrie má v životě dospělého člověka mnoho praktických aplikací (např. geometrické vztahy využíváme k měření vzdáleností a určování obsahů a objemů geometrických útvarů), najdeme ji v architektuře, umění, atd. Proto je velmi důležité, aby byla u žáků rozvíjena schopnost geometrického uvažování.

Proces rozvíjení geometrického myšlení konstruktivistickým přístupem badatelsky orientovaného vzdělávání umocňuje potenciál softwaru dynamických geometrií, které jsou obzvláště vhodné pro samostatné bádání a experimentování především v geometrii. Vaníček [17] nazývá programy dynamické geometrie takový software, v němž nejsou sestavené objekty statické, ale lze s nimi po jejich vytvoření dále manipulovat, měnit jejich tvar, velikost a polohu v nákresně i pozici vzhledem k ostatním objektům (při zachování určitých invariantů, jimiž jsou definované vztahy mezi objekty). Dále zavádí pojem dynamická geometrie jako takovou oblast geometrie, v níž má pohyb některého objektu podstatný vliv na vzhled do situace, na řešení úlohy. Mezi programy dynamické geometrie patří např. Cabri Geometrie, GeoGebra, atd.

K objasnění řady geometrických poznatků lze tedy využít dynamiku umožňující pohyb vzájemně provázaných objektů. Role učitele po zadání vstupních prvků řešeného problému přechází do pozice průvodce a žák se musí k požadovanému poznatku dopracovat sám metodou experimentování a následného objevování - žák může uchopit jakýkoliv bod nebo objekt a pohybovat s ním po pracovní ploše, současně jsou všechny další konstrukční prvky spojené s tímto bodem v reálném čase překreslovány a jejich polohy a vzdálenosti přepočítávány. Žák také může měnit velikost narysovaných objektů. Konstrukce se mění přímo před očima, žák získává okamžitý výstup a zpětnou vazbu. Žáci mohou tímto způsobem samostatně zkoumat vlastnosti objektů a objevovat tak zákonitosti a souvislosti [7].

Programy dynamické geometrie jako GeoGebra nemusí sloužit pouze k rozvoji geometrického myšlení. Nocar a Zdráhal [11] uvádí jako příklad podpoření přechodu z operativního na strukturální pochopení funkce. V programu GeoGebra jsou různá zobrazení stejné funkce (grafy, tabulky) dynamicky propojena, což umožňuje uživatelům snadněji pochopit vztahy mezi těmito zobrazeními a lépe tak porozumět pojmu funkce.

3. VÝZKUMNÉ ŠETŘENÍ

Cílem výzkumného šetření bylo zanalyzovat, jaké povědomí mají učitelé o badatelsky orientované výuce, zda znají tento přístup, zda jej využívají, realizují ve své výuce, jaké mají konkrétní zkušenosti, v jakých oblastech matematiky jej využívají, jakých nástrojů ICT k tomu využívají a jaké překážky jim brání k širšímu uplatnění těchto metod ve své výuce.

3.1. Výzkumný nástroj

Výzkum byl realizován dotazníkovým šetřením. Dotazník obsahoval celkem 26 otázek. První dvě otázky dotazníku slouží k selekci nevhodných respondentů – těch, kteří neučí matematiku na ZŠ ani na víceletém gymnáziu, příp. těch, kteří učí matematiku pouze na 1. stupni ZŠ. Otázka č. 3 sleduje formy výuky, které učitelé v hodinách matematiky využívají. Otázky č. 4 – 6 zjišťují, zda vyučující někdy navštívili nějaký kurz zaměřený na BOVM, zda BOVM znají a zda ji i využívají. V případě, že vyučující BOVM zná, i ji využívá, je v následujících otázkách (č. 7 – 10) dotazován, ve kterých třídách a kterých částech, oblastech a tematických částech matematiky BOVM používá. V případě, že vyučující BOVM zná, ale v hodinách matematiky ji nevyužívá, odpovídá v následující části (otázky č. 11 a 12) na důvody nepoužívání BOVM. Jestliže vyučující BOVM vůbec nezná, je automaticky přesměrován na další část dotazníku, která je společná pro všechny učitele. Tato část (otázky č. 13 a 14) zjišťuje, jestli by dotazovaní měli zájem o kurz zaměřený na BOVM a jaké nástroje by jim pomohly k tomu, aby BOVM začali používat, příp. více používali. Následuje část (otázky č. 15 a 18) byly zaměřeny na ICT podporu BOVM především na znalost a užívání programů dynamické geometrie v rámci BOVM a zájmem navštívit kurz zaměřený na tyto programy. Závěrečná část dotazníku (otázky č. 19 – 26) je společná pro všechny vyučující. Je zaměřena na informace o respondentech (jejich aprobace, pohlaví, délka praxe) a na charakteristiku tříd a školy (počet žáků, rozdělení žáků v rámci třídy, geografické umístění školy).

U otázek č. 3, 9, 10, 11 a 14 mohli respondenti doplnit nabízené možnosti o vlastní náměty. Tyto doplněné náměty byly při vyhodnocení dotazníku shrnuty do kategorie s názvem „ostatní“.

3.2. Výzkumný vzorek

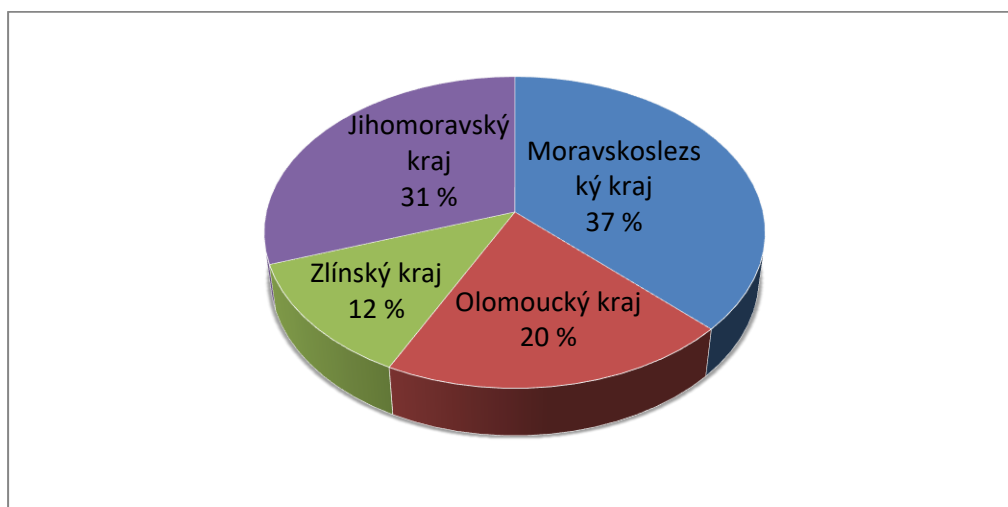
Výzkumné šetření probíhalo na základních školách Moravskoslezského, Olomouckého, Zlínského a Jihomoravského kraje. Respondenti byli osloveni osobně, nebo emailem (dopis s odkazem na dotazník byl zaslán ředitelům základních škol, kteří byli požádáni o předání vyučujícím matematiky na 2. stupni). Výzkum probíhal na přelomu roku 2016/2017. Výzkumného šetření se zúčastnilo 333 vyučujících.

3.3. Výsledky dotazníkového šetření

Výsledky dotazníkového šetření byly zpracovány pomocí programu MS Excel.

3.3.1. Charakteristika respondentů

Z celkového počtu 333 vyučujících se výzkumného šetření zúčastnilo 124 učitelů z Moravskoslezského kraje, 67 učitelů z Olomouckého kraje, 41 ze Zlínského kraje a 101 z Jihomoravského kraje – viz Obr. 1.

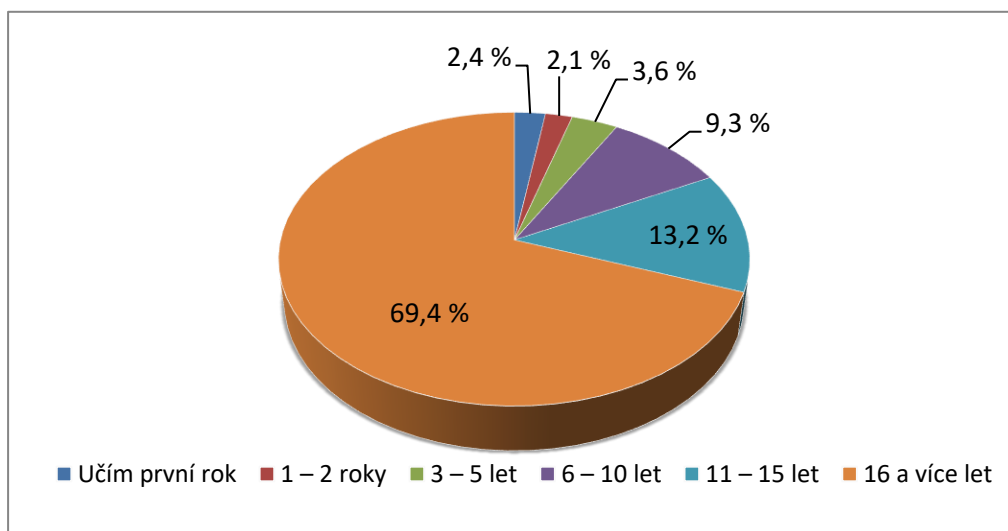


OBRÁZEK 1. Zastoupení respondentů z jednotlivých krajů

Výzkumného šetření se zúčastnilo 269 žen (81 % dotazovaných) a 64 mužů (19 % dotazovaných). Tento fakt potvrdil, že ve školství pracuje více žen než mužů.

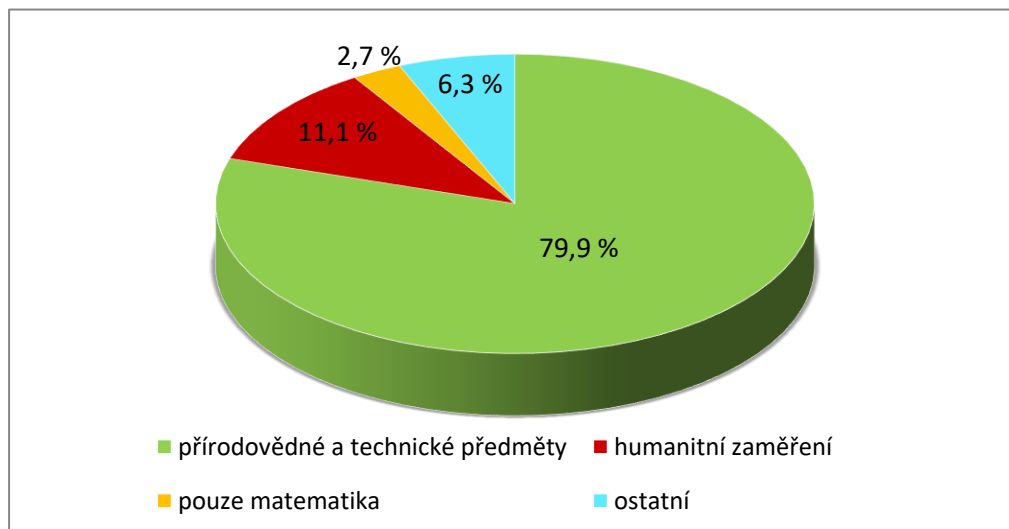
Do výzkumného šetření se zapojili učitelé, kteří učí zároveň na 1. i 2. stupni ZŠ (celkem 35 vyučujících, tj. 10,5 % ze všech dotazovaných), dále vyučující působící jen na 2. stupni ZŠ (297 vyučujících, tj. 89,2 %) a jeden respondent, který učí na víceletém gymnáziu.

Pro délku praxe respondentů byla zvolena uzavřená otázka s možností výběru ze šesti kategorií. Z Obr. 2 lze vyčíst, že se výzkumu zúčastnilo 8 začínajících učitelů (tj. 2,4 % z celkového počtu dotazovaných), 7 učitelů (tj. 2,1 %) s praxí 1 – 2 roky, 12 učitelů (tj. 3,6 %) má praxi 3 – 5 let, praxi 6 – 10 let uvedlo 31 učitelů (tj. 9,3 %), praxe 11 – 15 let je zastoupena 44 učiteli (tj. 13,2 %) a nejvíce učitelů, 231 (tj. 69,4 %), má praxi v délce trvání 16 a více let. Z tohoto grafu můžeme usoudit, že více než polovina učitelů vyučujících matematiku má dlouholeté zkušenosti.



OBRÁZEK 2. Zastoupení respondentů podle délky praxe

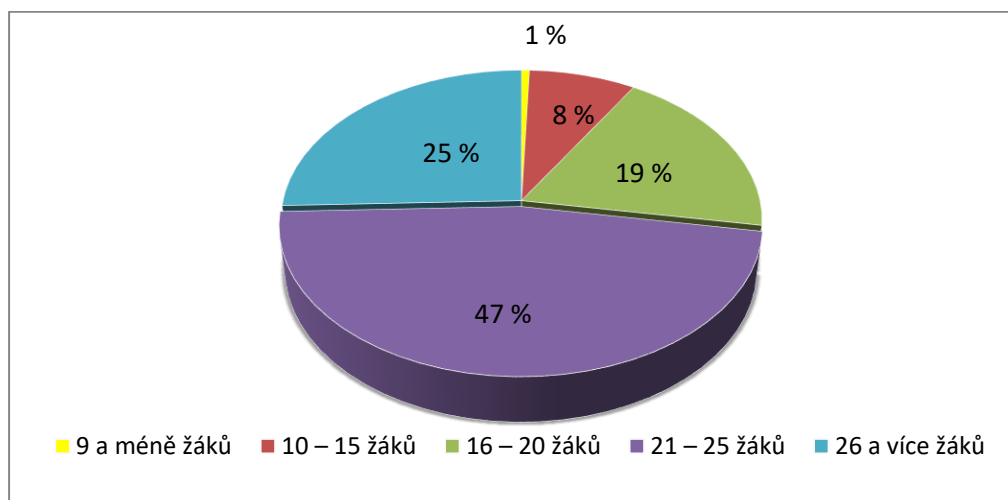
Poslední otázka, která se týkala charakteristiky respondentů, se zabývala jejich aprobací. V dotazníku byla zadána formou otevřené otázky, vyučující měli sami zapsat svou aprobaci. Získaná data byla rozdělena do čtyř kategorií. Tyto kategorie byly zvoleny podle toho, jakým způsobem souvisí aprobace učitele s možností využití BOV v jiných předmětech. Více než polovina vyučujících (79,9 %) studovala přírodovědné a technicky zaměřené předměty. Učitelství matematiky v kombinaci s humanitně zaměřeným předmětem uvedlo 11,1 % učitelů. Jednooborové studium matematiky absolvovalo 2,7 % respondentů. Zbývající část respondentů (6,3 %) byli zařazeni do kategorie „ostatní“ – tu tvoří vyučující, kteří vystudovali učitelství na 1. stupni ZŠ, brannou nebo tělesnou výchovu, obor pedagogika – sociální práce, a ti, kteří nemají aprobaci učitele matematiky – viz Obr. 3.



OBRÁZEK 3. Zastoupení aprobace respondentů

3.3.2. Charakteristika školy

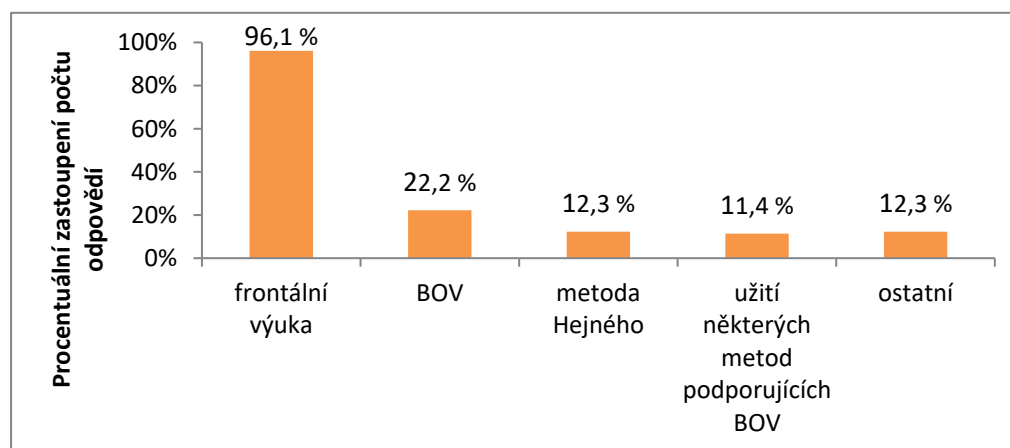
Jedna z charakteristik školy, která byla šetřením sledována, byl průměrný počet žáků ve třídě. Výzkumu se zúčastnili učitelé ze dvou škol (tj. 1 % ze všech respondentů), jejichž průměrný počet žáků ve třídě je 9 nebo méně. 27 respondentů (tj. 8 %) odpovědělo, že učí ve třídě s průměrným počtem 10 – 15 žáků. Ve třídě s průměrným počtem 16 – 20 žáků učí 63 dotazovaných (tj. 19 %). Největší procentuální zastoupení, konkrétně 47 % (tj. 156 dotazovaných) je v kategorii s průměrným počtem 21 – 25 žáků ve třídě. Čtvrtina respondentů (85 dotazovaných) odpověděla, že pracuje ve třídě s 26 a více žáky. Z grafu je patrné, že ve více než 70 % tříd je průměrně 21 a více žáků – viz Obr. 4.



OBRÁZEK 4. Zastoupení průměrného počtu žáků ve třídě

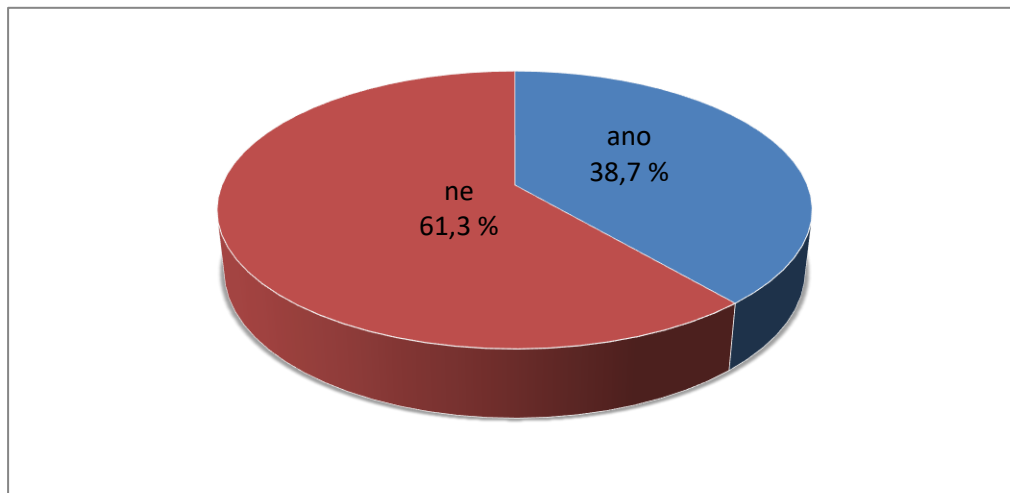
3.3.3. Předmětné otázky

Jedna z prvních otázek dotazníku (konkrétně otázka č. 3) zjišťovala, jaké metody výuky učitelé během výuky matematiky používají. Podle předpokladů, nejčastěji používanou metodou je frontální výuka, tu volilo 320 z 333 respondentů (tj. 96,1 %). Téměř pětina vyučujících (74, tj. 22,2 %) zařazuje BOV, metodu Hejného používá 41 dotazovaných (tj. 12,3 %). 38 vyučujících (tj. 11,4 %) používá jen některé metody vhodné pro podporu BOV – heuristickou metodu, činnostní učení, hry a soutěže, logické úlohy, metodu kritického myšlení, metodu pokus – omyl, práci s chybou, problémové úlohy, projektové vyučování, řešení reálných situací a úloh, učení na základě vlastních chyb. Vzhledem k tomu, že tito respondenti neuváděli tyto metody současně s používáním BOVM, není zřejmé, zda používají vyjmenované metody v souladu s BOVM či nikoliv, proto jsou zařazeny do samostatné kategorie s názvem „užití některých metod podporujících BOV“. Do poslední kategorie s názvem „ostatní“ byli zařazeni respondenti, kteří uváděli, že používají skupinovou výuku, samostatnou práci žáků, individuální práci s nadanými žáky nebo s podprůměrnými žáky a práci s interaktivní tabulí nebo na počítači. Vše je graficky shrnuto v Obr. 5.



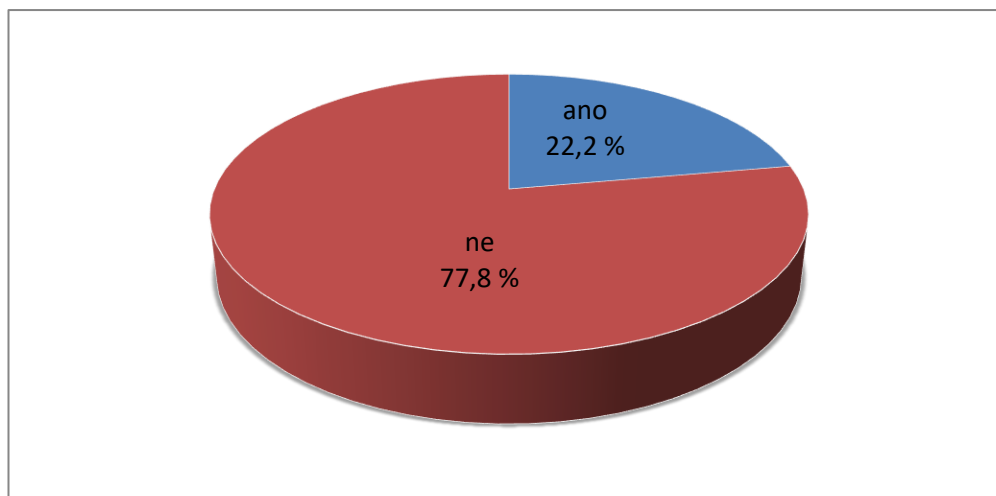
OBRÁZEK 5. Využití jednotlivých metod ve výuce matematiky

Zásadní otázkou výzkumného šetření byla otázka č. 5, v níž bylo zjišťováno, zda respondenti znají konstruktivistický přístup označovaný jako BOV. Z 333 dotazovaných zná tento přístup 129 respondentů (tj. 38,7 %), ostatní (204 respondenti) jej neznají.



OBRÁZEK 6. Zastoupení znalosti BOV mezi respondenty

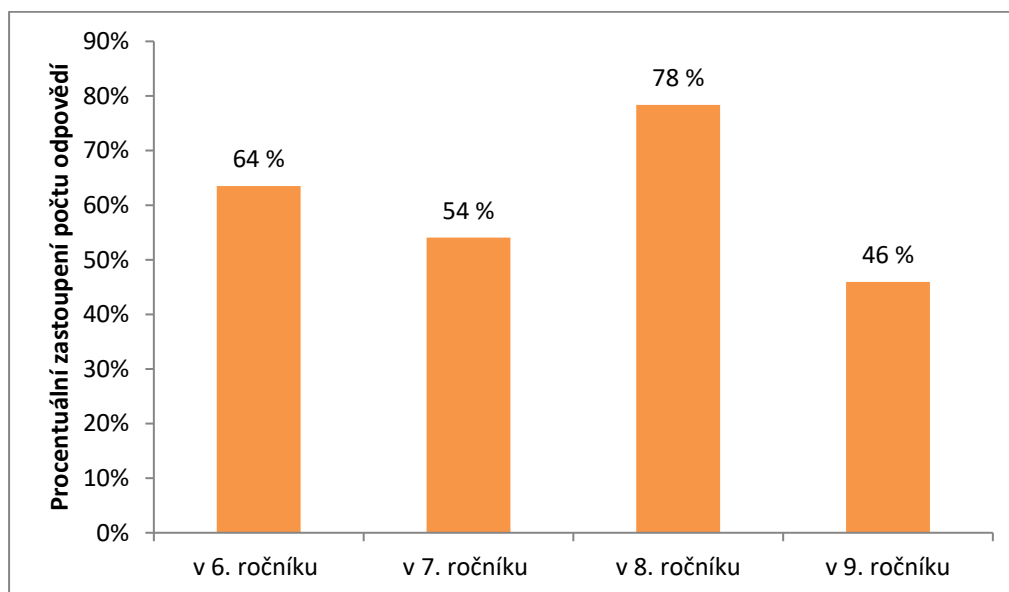
Obr. 7 znázorňuje, kolik respondentů využívá BOVM. Z grafu je patrné, že pouze 74 respondentů z celkového počtu 333 dotazovaných (tedy 22,2 %) používá BOVM.



OBRÁZEK 7. Zastoupení respondentů používajících BOVM

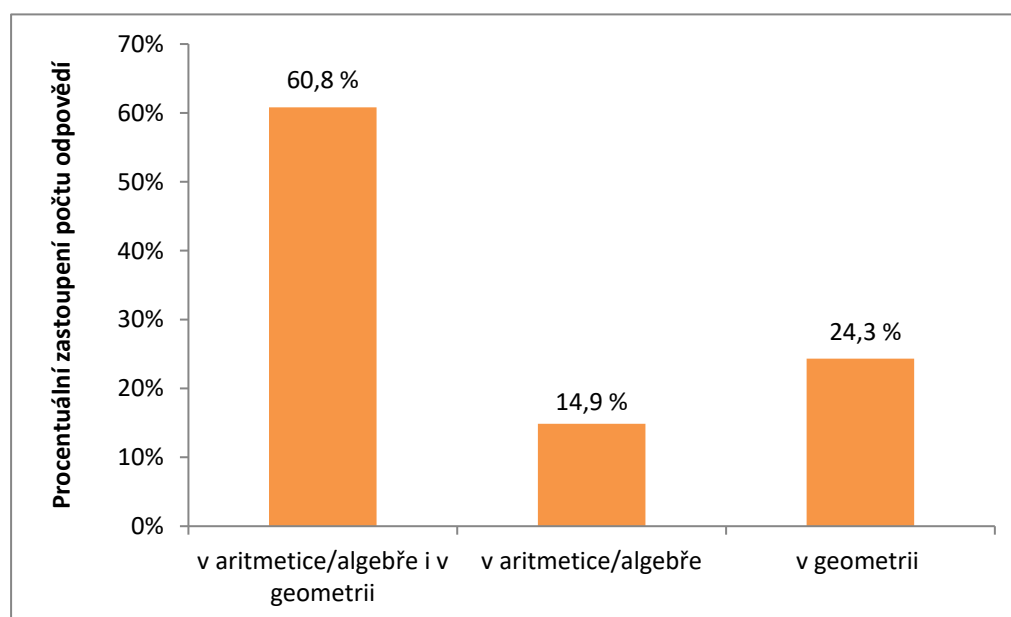
Další grafy souvisí s otázkami č. 7 – 10, jejichž cílem bylo zjistit, ve kterých ročnících a oblastech matematiky respondenti BOV používají. Na tyto otázky odpovídalo 74 respondentů.

Z Obr. 8 je možné vyčíst, že nejčastěji je BOVM používána v 8. ročníku. To uvedlo 58 ze 74 respondentů, což odpovídá 78 %. Využití BOVM v 6., 7. a 9. ročníku má postupně klesající charakter. V 6. ročníku volí BOVM 47 vyučujících, v 7. ročníku 40 vyučujících a v 9. ročníku 34 vyučujících.



OBRÁZEK 8. Zastoupení využití BOVM podle tříd

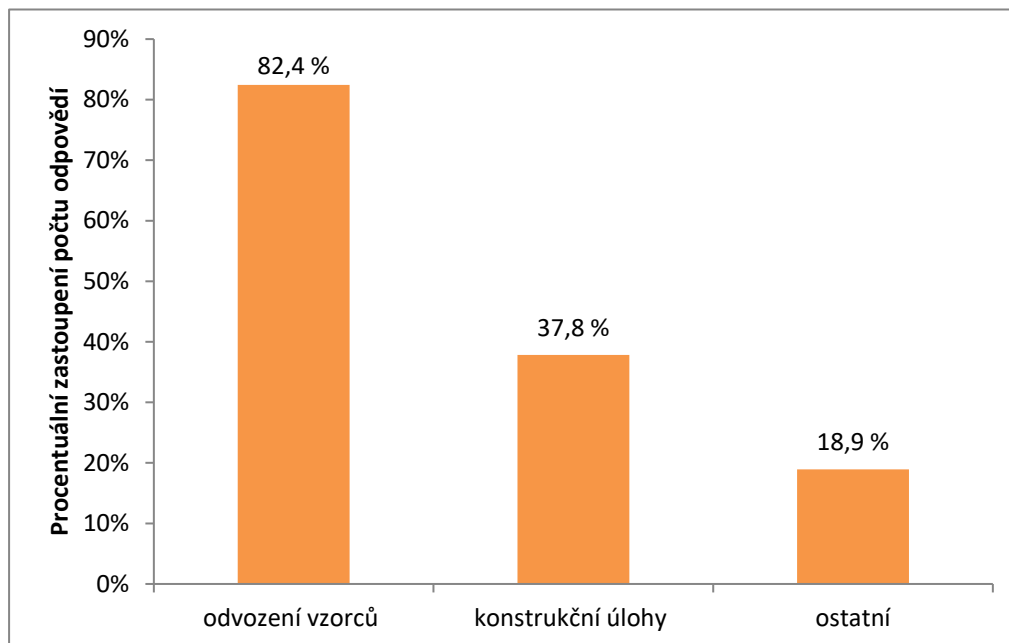
Obr. 9 znázorňuje, v jakých matematických oblastech vyučující používají BOV. Ze 74 respondentů zařazuje 45 dotazovaných (tj. 60,8 %) BOV jak v aritmetice/algebře, tak i v geometrii. 11 vyučujících (tj. 14,9 %) používá BOV pouze v aritmetice/algebře a 18 vyučujících (tj. 24,3 %) pouze v geometrii.



OBRÁZEK 9. Zastoupení využití BOVM podle oblastí matematiky

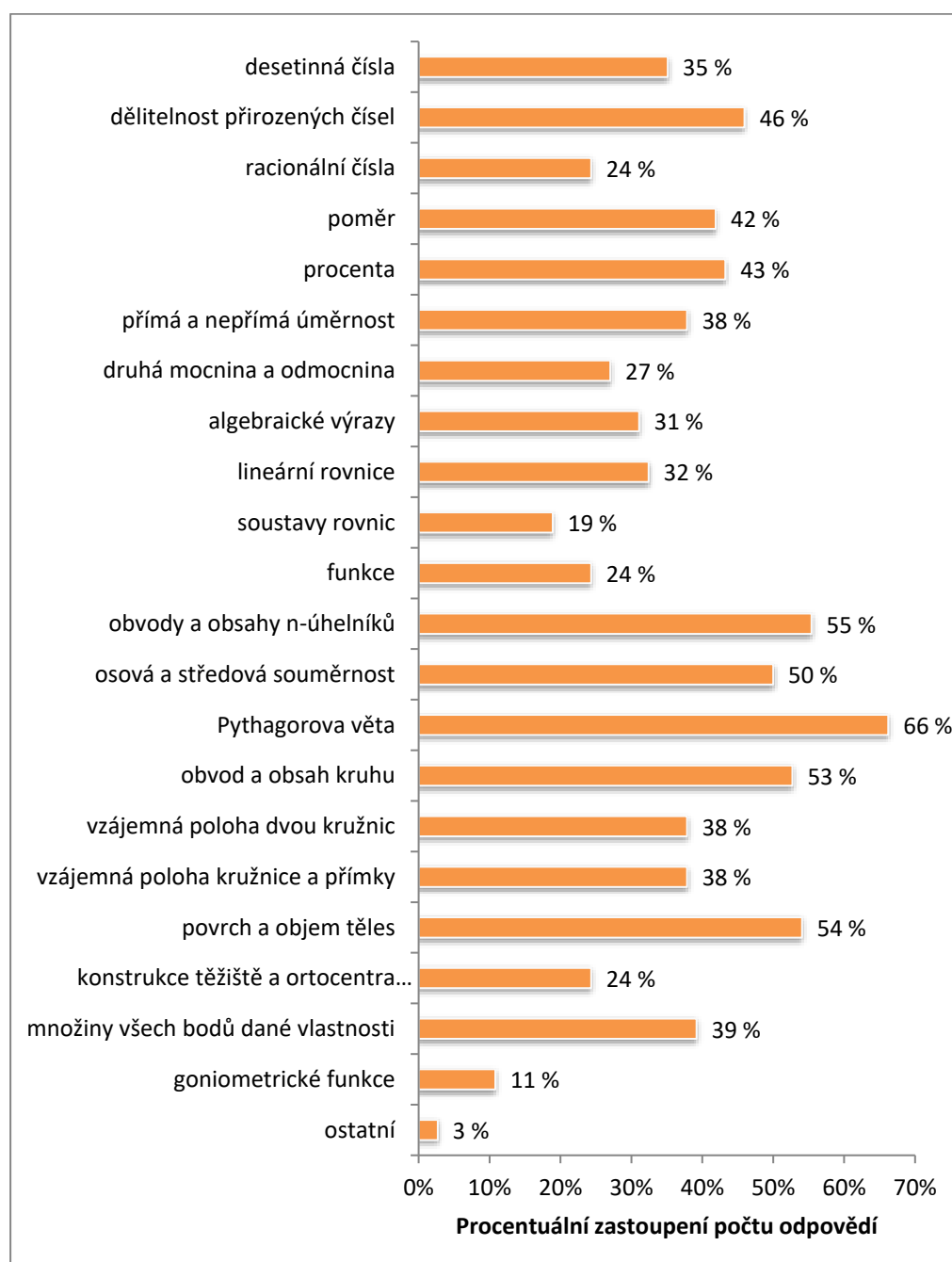
Obr. 10 vyjadřuje, v jakých částech učiva matematiky vyučující používají BOV. 61 ze 74 respondentů (tj. 82,4 %) uvedlo, že BOV používá k odvození vzorců, 28 respondentů (tj. 37,8 %) zařazuje BOV u konstrukčních úloh. Do kategorie „ostatní“ byly zařazeny odpovědi

respondentů (14 odpovědí, což je 18,9 %), kteří uvedli, že BOV používají k výpočtům v geometrii, při řešení slovních úloh, při řešení příkladů souvisejících s finanční gramotností, při odvození čísla π a vztahů mezi veličinami, při vyvozování souvislostí, nebo při práci s číselnou osou.



OBRÁZEK 10. Zastoupení využití BOVM dle částí učiva matematiky

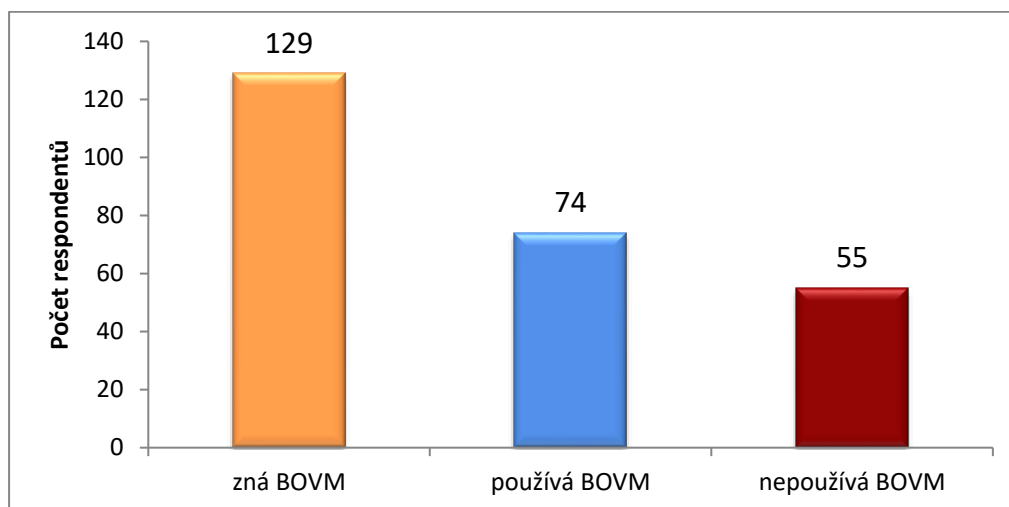
V Obr. 11 je shrnuto, ve kterých dílčích tematických částech matematiky respondenti využívají BOV. Z grafu lze vyčíst, že používání BOV skutečně převažuje v hodinách geometrie. Nejčastěji je BOV využívána v souvislosti s Pythagorovou větou, tuto skutečnost uvedlo 49 ze 74 respondentů (tj. 66 %). Následují obvody a obsahy n -úhelníků (55 %), povrch a objem těles (54 %), obvod a obsah kruhu (53 %), osová a středová souměrnost (50 %). Necelá polovina respondentů (46 %) uvedla využití BOV v souvislosti s dělitelností přirozených čísel, u tematické části procenta bylo zaznamenáno 43 % odpovědí, poměr uvedlo 42 % respondentů a množiny všech bodů dané vlastnosti 39 % dotázaných. Shodně, 38 %, získala přímá a nepřímá úměrnost, vzájemná poloha dvou kružnic a vzájemná poloha kružnice a přímky. 35 % respondentů používá BOV v souvislosti s desetinnými čísly, 32 % u lineárních rovnic, 31 % odpovědí se vyskytuje u algebraických výrazů, následuje druhá mocnina a odmocnina s 27 % odpovědí. Využití BOV v souvislosti s racionálními čísly, funkcemi a konstrukcí těžiště a ortocentra uvedlo shodně 24 % respondentů. Soustavy rovnic pomocí BOV používá 19 % respondentů. Při výuce zaměřené na goniometrické funkce používá BOV pouze 11 % dotázaných. Jeden respondent uvedl, že BOV používá „různě“ a jeden respondent využívá BOV při řešení slovních úloh – tyto jsou zahrnuti v kategorii „ostatní“. Při podrobnější analýze lze z odpovědí respondentů vyčíst, že pouze tři respondenti používají BOV při výuce všech uvedených částí učiva.



OBRÁZEK 11. Zastoupení využití BOVM dle tematických částí učiva matematiky

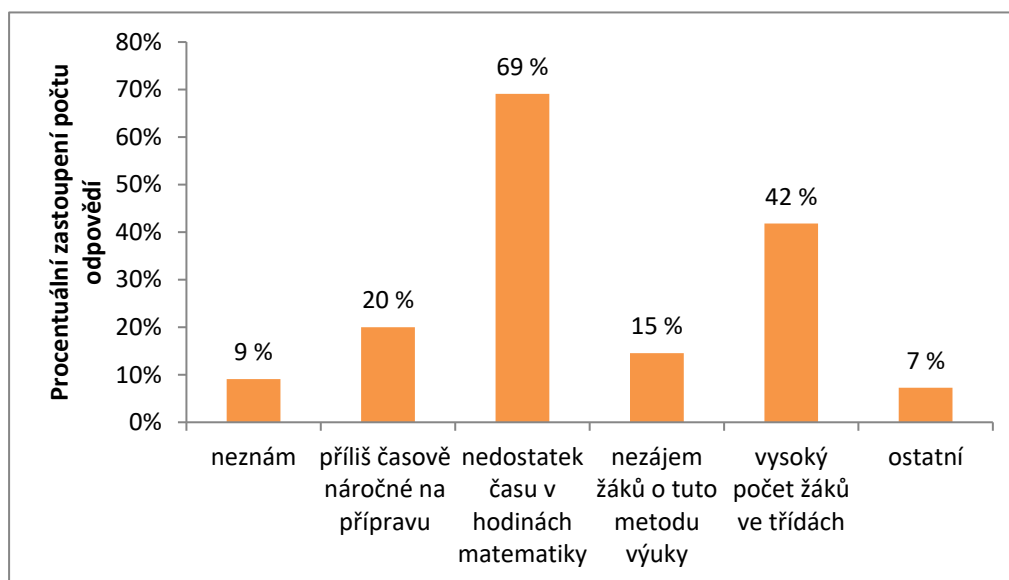
Stejně jako byly analyzovány možnosti využití BOVM jednotlivými respondenty, zaměřili jsme se ve výzkumném šetření také na důvody nepoužívání BOVM.

Jak uvádí Obr. 6, počet respondentů, kteří BOVM znají, je 129. Z tohoto počtu BOVM ve výuce vůbec nepoužívá 55 respondentů (tj. 42,6 %) – viz obr. 12.



OBRÁZEK 12. Zastoupení využití BOVM mezi respondenty, kteří tento přístup znají

Podrobnější analýza důvodů nepoužívání BOVM respondenty, kteří tento přístup znají, je znázorněna v Obr. 13. Z grafu je patrné, že největší překážkou pro použití BOVM je nedostatek času v hodinách matematiky. Tento důvod uvedlo 69 % respondentů (tedy 38 z 55 dotazovaných). 42 % vyučujících nepoužívá BOVM z důvodu vysokého počtu žáků ve třídě. Pětina respondentů vidí jako jeden z důvodů přílišnou časovou náročnost na přípravu takovéto výuky. Osm vyučujících (tj. 15 %) uvedlo, že žáci nemají o takovou metodu zájem. Pět respondentů (tj. 9 %) odpovědělo, že i přesto, že metodu BOVM znají, neznají ji do takové míry, aby ji mohli ve výuce použít. Dva respondenti vidí nemožnost zařazení BOVM do výuky v nedostatku materiálů a nezkušenosti, jeden v inkluzi a jeden respondent netuší, co by s dětmi měl bádát – tito respondenti jsou zařazeni do kategorie „ostatní“.

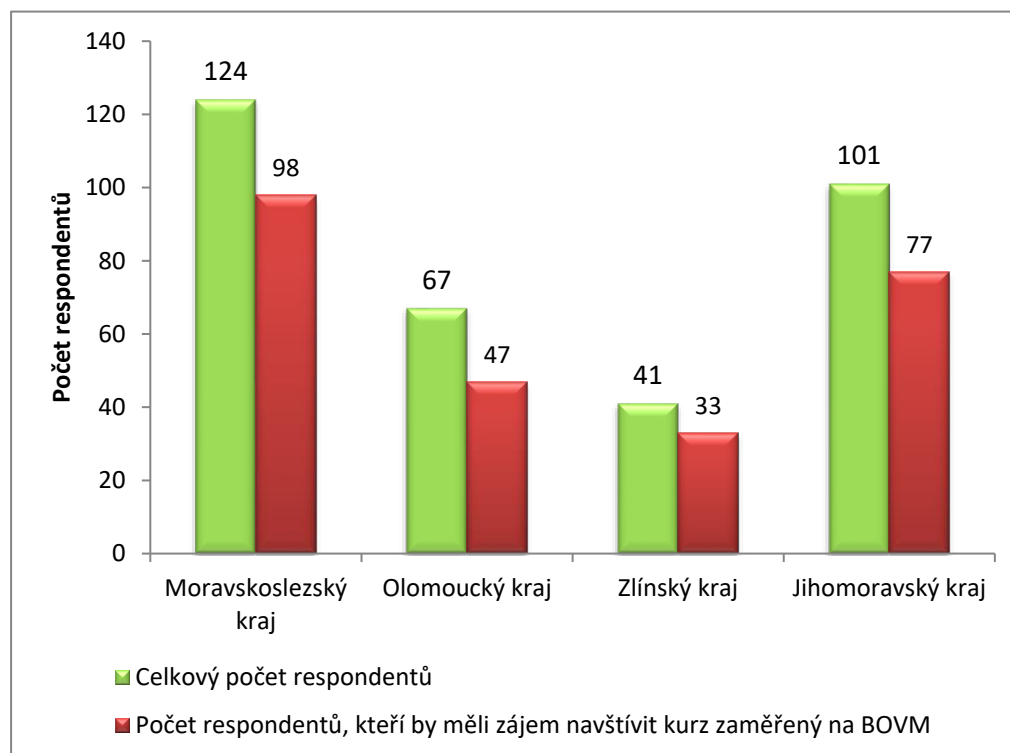


OBRÁZEK 13. Důvody nepoužívání BOVM respondenty, kteří tento přístup znají

Dále byl zjišťován zájem respondentů o účast na kurzu zaměřeného na BOVM, o to které nástroje by uvítali, aby zavedli BOVM do výuky, a zda znají, případně využívají ICT podpory např. programů dynamické geometrie.

O takto zaměřený kurz by mělo zájem 255 dotazovaných (tj. 76,6 %), 78 respondentů by zájem nemělo.

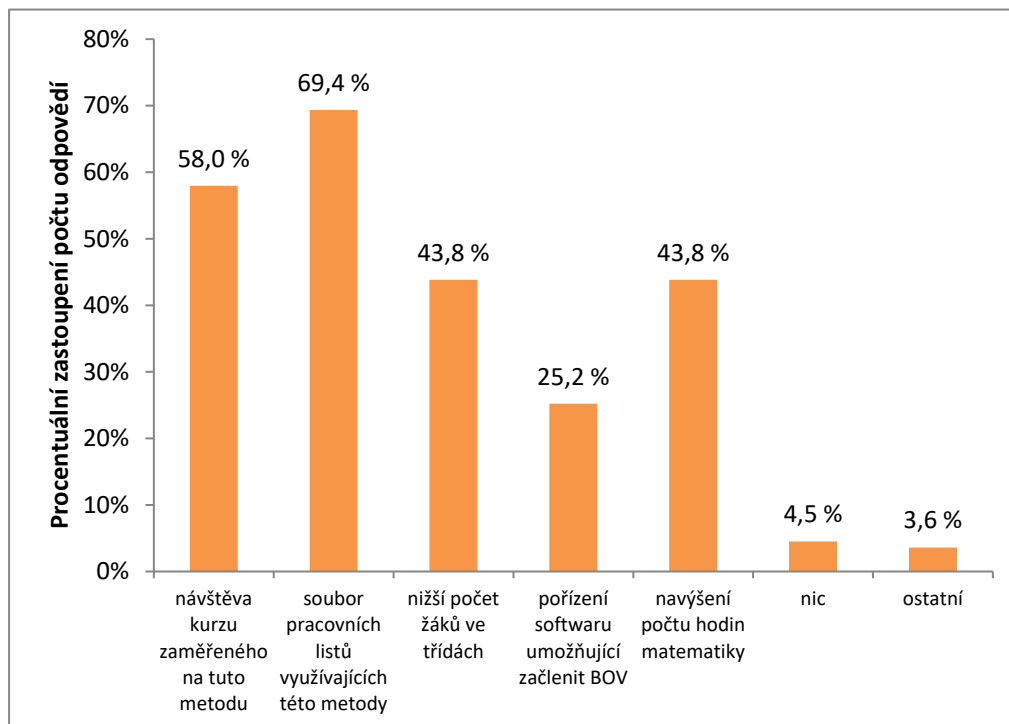
Při podrobnější analýze výzkumného šetření lze zjistit, že nejvíce respondentů, kteří by měli zájem o kurz zaměřený na BOVM, pochází z Moravskoslezského kraje (98 dotazovaných), 77 zájemců je z Jihomoravského kraje, v Olomouckém kraji je 47 zájemců a ve Zlínském kraji najdeme 33 zájemců o takovýto kurz. Porovnáme-li však počet respondentů z jednotlivých krajů s počtem zájemců v daném kraji, vidíme, že ze Zlínského kraje by mělo o kurz zájem 33 ze 41 vyučujících (tj. 80,5 %), z Moravskoslezského kraje 98 ze 124 vyučujících (tj. 79 %), z Jihomoravského kraje 77 ze 101 vyučujících (tj. 76,2 %) a 47 z 67 vyučujících (tj. 70,1 %) z Olomouckého kraje – viz Obr. 14.



OBRÁZEK 14. Zastoupení respondentů z jednotlivých krajů, kteří by měli zájem navštívit kurz zaměřený na BOVM

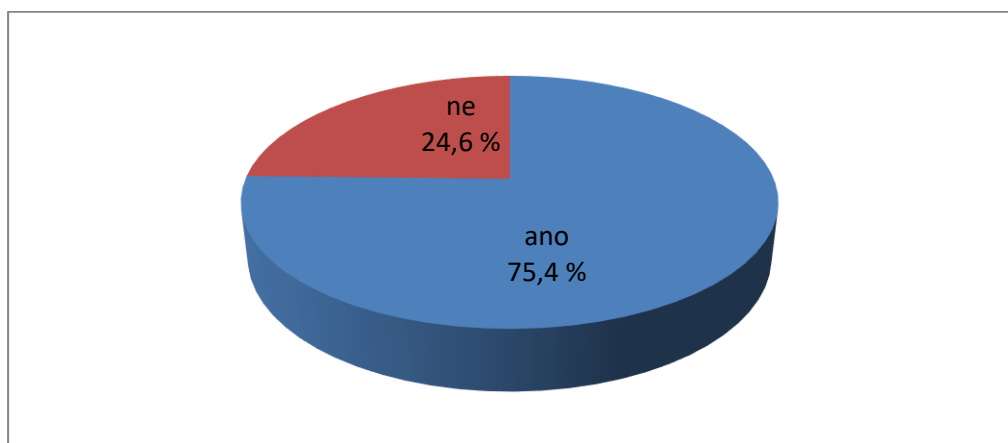
Obr. 15 zachycuje odpovědi respondentů na otázku, jaké nástroje by jim pomohly k rozhodnutí začít, případně častěji používat BOVM. Dle předpokladů, nejčastěji respondenti volili soubor pracovních listů využívajících této metody (v 69,4 % případů) a návštěvu kurzu zaměřeného na tuto metodu (v 58 % případů). Shodný počet respondentů by uvítal navýšený počet hodin matematiky a nižší počet žáků ve třídách (43,8 %). Téměř čtvrtině respondentů by pomohlo pořízení softwaru umožňujícího začlenění BOVM. 15 respondentů (tj. 4,5 %) se domnívá, že by jim nic dalšího nepomohlo. Při podrobné analýze těchto respondentů bylo zjištěno, že 11 respondentů tuto metodu nezná, přičemž 10 z nich ani nemá zájem navštívit kurz zaměřený na BOVM, jeden respondent ji sice zná, ale nepoužívá ji, a zbývající tři respondenti ji znají i využívají.

Další náměty, které vyučující uváděly, byly zařazeny do kategorie „ostatní“ – jeden respondent uvedl, že by mu pomohlo mít dostatek času na přípravu, dalším by pomohl zájem a nadání žáků, někteří by uvítali, kdyby ve třídě neměli žáky, kteří nechtějí nic dělat. Zajímavý je pohled jednoho respondenta, který uvedl: „Pomohly by mi videozáznamy několika vyučovacích hodin, vedených touto metodou. A hlavně porovnání žáků, vyučovaných 4 roky na 2. stupni touto metodou, se žáky, vyučovanými Hejného metodou a běžnou frontální metodou – formou testů, srovnáním úspěšnosti na přijímacích zkouškách, výsledků na matematických soutěžích (matematická olympiáda, Pythagoriáda, Matematický klokan, Pangea apod.). Jen exaktní srovnání výsledků žáků může prokázat míru úspěšnosti různých metod výuky, a to jen v případě, že budou porovnávány stejné typy tříd.“



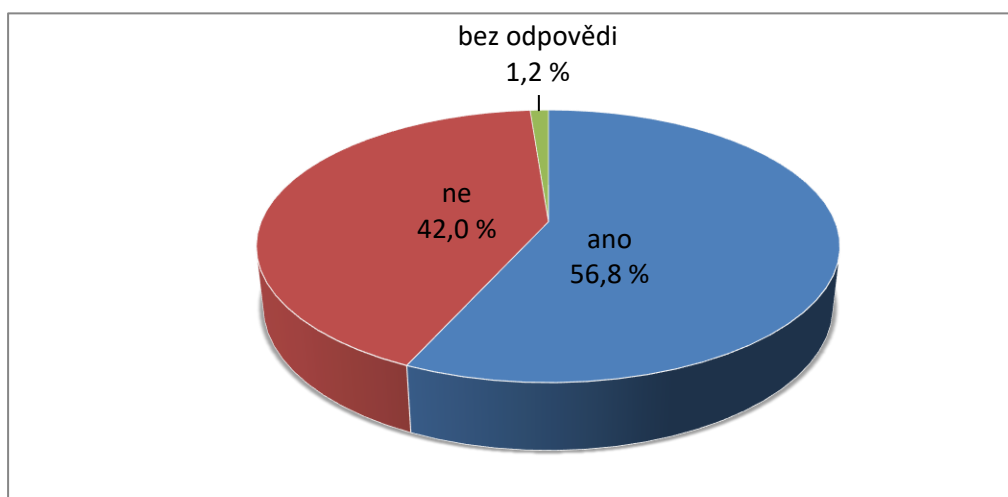
OBRÁZEK 15. Nástroje pro zavedení, příp. častější používání BOVM

Obr. 16 vyjadřuje, kolik respondentů zná programy dynamické geometrie (např. GeoGebra, Cabri, atd.). Z grafu je patrné, že téměř tři čtvrtiny respondentů (přesně 251, tj. 75,4 %) znají tyto programy. Z těchto 251 respondentů programy dynamické geometrie používá při výuce pouze 58. Při podrobnější analýze bylo dále zjištěno, že mezi těmito 58 respondenty je 21 vyučujících, kteří používají programy dynamické geometrie jako prostředek pro podporu BOVM.



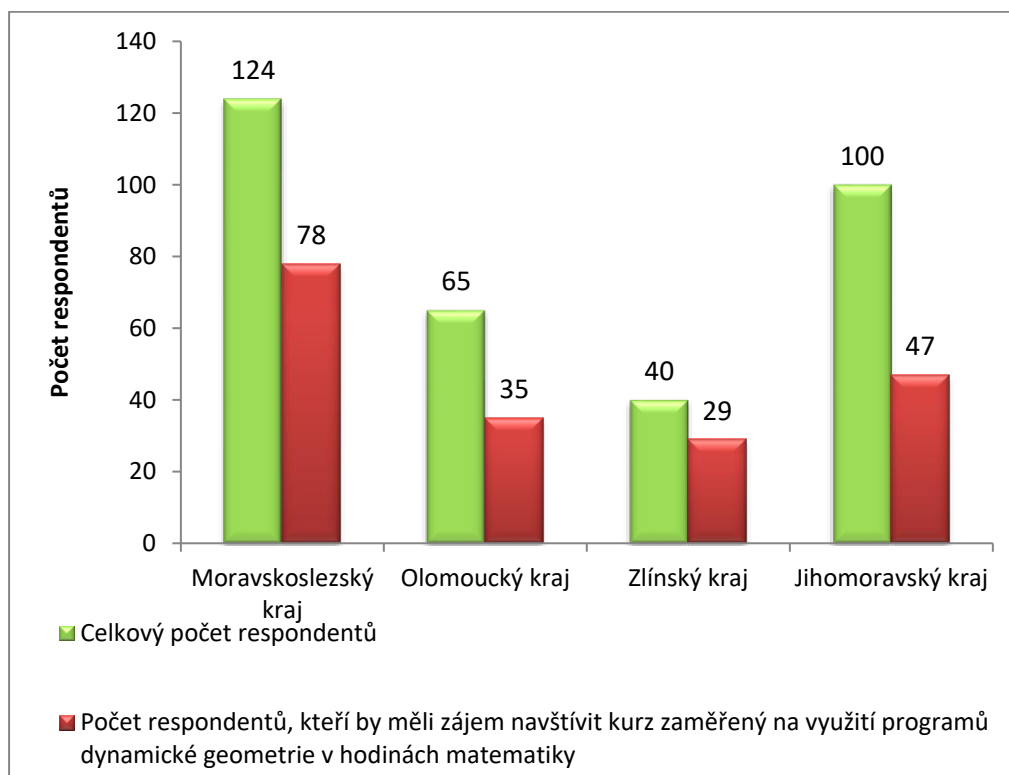
OBRÁZEK 16. Znalost programů dynamické geometrie

Obr. 17 znázorňuje zájem respondentů o kurz zaměřený na využití programů dynamické geometrie v hodinách matematiky. Z výzkumného šetření vyplývá, že 189 respondentů (tj. 56,8 %) by mělo zájem o takto zaměřený kurz, 140 respondentů (tj. 42 %) by zájem nemělo, 4 respondenti (tj. 1,2 %) se k této otázce nevyjádřili.



OBRÁZEK 17. Zájem respondentů o kurz zaměřený na využití programů dynamické geometrie v hodinách matematiky

Podrobnější analýzou předchozích grafů pak lze zjistit, že nejvíce respondentů, kteří by měli zájem o kurz zaměřený na BOVM, pochází z Moravskoslezského kraje (78 dotazovaných), 47 zájemců je z Jihomoravského kraje, v Olomouckém kraji je 35 zájemců a ve Zlínském kraji najdeme 29 zájemců o takovýto kurz. Porovnáme-li však počet respondentů z jednotlivých krajů s počtem zájemců o takovýto kurz v daném kraji, vidíme, že ze Zlínského kraje by mělo o kurz zájem 29 ze 40 vyučujících (tj. 72,5 %), z Moravskoslezského kraje 78 ze 124 vyučujících (tj. 62,9 %), z Olomouckého kraje 35 z 65 vyučujících (tj. 53,8 %) a 47 ze 100 vyučujících z Jihomoravského kraje (tj. 47 %) – viz Obr. 18.



OBRÁZEK 18. Zastoupení respondentů z jednotlivých krajů, kteří by měli zájem navštívit kurz zaměřený na využití programů dynamické geometrie v hodinách matematiky

ZÁVĚR

Hlavním cílem výzkumného šetření bylo analyzovat povědomí učitelů základních škol o badatelsky orientované výuce matematiky, zda znají tento přístup, zda jej využívají, realizují ve své výuce, jaké mají konkrétní zkušenosti, v jakých oblastech matematiky jej využívají, jakých nástrojů ICT k tomu využívají a jaké překážky jim brání k širšímu uplatnění těchto metod ve své výuce.

Analýzou získaných dat z výzkumného šetření, kterého se zúčastnilo 333 vyučujících matematiky 2. stupně základních škol Moravskoslezského, Olomouckého, Zlínského a Jihomoravského kraje, vyplynulo, že i když necelých 40 % všech respondentů zná tento přístup, v hodinách matematiky jej využívá pouze 22 % vyučujících. K rozhodnutí zavést či častěji používat badatelsky orientovanou výuku v hodinách matematiky by 58 % respondentů uvítalo možnost návštěvy kurzu zaměřeného na tuto metodu a téměř 70 % vyučujících uvedlo, že by jim pomohl zpracovaný soubor pracovních listů využívajících této metody.

Dosavadní zkušenosti naznačují, že badatelsky orientovaná výuka matematiky je efektivní metodou, neboť během ní si žáci snadněji osvojují poznatky, které si pak lépe zapamatují, navíc může zvýšit motivaci žáků ve výuce matematiky. Příprava takto orientované výuky je však časově náročná a klade zvýšené nároky na vyučující. Navíc je třeba si uvědomit, že ne každá vyučovací hodina může být realizována tímto způsobem, neboť časová dotace je omezená.

V hodinách matematiky má své místo i transmisivní výuka, neboť ne vše lze realizovat badatelskými přístupy a bez předchozích poznatků a jejich osvojení by nebylo možné následné zkoumání a bádání.

Ve výuce matematiky jsou velmi vhodné nástroje pro samostatné bádání a experimentování programy dynamické geometrie. Je sice pozitivní, že pibližně 75 % respondentů zná tyto programy, ale pouze čtvrtina z nich tyto programy ve své výuce využívá. Důvodem je pravděpodobně dosavadní nezkušenost s těmito programy či absence hlubší znalosti k jejich využití, neboť 57 % respondentů vyjádřilo svůj zájem o kurz zaměřený na využití programů dynamické geometrie v hodinách matematiky. S ICT podporou včetně nástrojů dynamické geometrie by se měli žáci setkávat ve výuce již od 1. stupně, neboť tyto technologie jsou již v tomto věku pro ně nedílnou součástí života, proto by měly být i nedílnou součástí jejich vzdělávání. K efektivnímu zapojení těchto technologií do výuky je ale v první řadě potřeba příslušná úroveň kompetencí učitelů, která ani na tomto stupni není v této oblasti dostatečně rozvinutá [2]. Důležitou roli zde bude i nadále představovat pregraduální příprava učitelů všech stupňů škol a také školení a kurzy, kterých se mohou učitelé účastnit v rámci svého dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků.

Poděkování. Příspěvek vznikl v rámci specifického výzkumného projektu IGA „*ICT ve výuce matematiky na moravských základních školách (Česká republika) a školách provincie S'-čchuan (Čína)*“, č. projektu: IGA_PdF_2017_014 realizovaného na Katedře matematiky Pedagogické fakulty Univerzity Palackého v Olomouci.

LITERATURA

- [1] BINTEROVÁ, H., HAŠEK, R., PECH, P., PETRÁŠKOVÁ, V. *Klíčové kompetence v badatelsky orientované výuce matematiky*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2015. ISBN 978-80-7394-516-9.
- [2] DOFKOVÁ, R., NOCAR, D. Analýza vzdělávacích potřeb a kompetencí učitelů 1. stupně ZŠ v Olomouckém kraji k implementaci a využívání ICT ve výuce matematiky, In *Primárne matematické vzdelávanie - teória, výskum a prax*. Banská Bystrica: Belianum, 2017. ISBN 978-80-557-1236-9.
- [3] DOSTÁL, J. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. ISBN 978-80-244-4393-5.
- [4] HEJNÝ, M. – KUŘINA, F. *Dítě, škola a matematika: konstruktivistické přístupy k vyučování*. 3. vyd. Praha: Portál, 2015. ISBN 978-80-262-0901-0.
- [5] JANKOVCOVÁ, M., KOUDELA, J., PRŮCHA, J. *Aktivizující metody v pedagogické praxi středních škol*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989. ISBN 80-04-23209-4.
- [6] KALHOUS, Z., OBST, O. et al. *Školní didaktika*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- [7] KOCICHOVÁ, D. Seznámení s Geogebrou. In *ITveSkole.cz* [online]. 2015. Dostupné z: <http://www.itveskole.cz/2015/03/31/seznameni-s-geogebrou-2/>.
- [8] MAŇÁK, J. – ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
- [9] MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. 3. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2003. ISBN 80-210-3123-9.
- [10] MOLNÁR, J., SCHUBERTOVÁ, S., VANĚK, V. *Konstruktivismus ve vyučování matematice*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2008. ISBN 978-80-244-1883-4.
- [11] NOCAR, D. – ZDRÁHAL, T. ICT Tools Used in Teaching and Learning Concept of Function in School Mathematics. In *ICERI2016 Proceedings*. Seville: IATED, 2016a. ISBN 978-84-617-5895-1 / ISSN 2340-1095.
- [12] NOCAR, D. – ZDRÁHAL, T. Vizualizace specifických množin bodů kuželoseček pomocí nástrojů dynamické geometrie. In *STUDIA SCIENTIFICA FACULTATIS PAEDAGOGICAE UNIVERSITATIS CATHOLICA RUŽOMBEROK, Rok 2016, ročník XV, číslo 4*. Ružomberok: VERBUM, 2016b. ISSN 1336-2232.
- [13] PECH, P., ČINČUROVÁ, L., GÜNDEL, M. et al. *Badatelsky orientovaná výuka matematiky a informatiky s podporou technologií*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2015. ISBN 978-80-7394-531-2.

- [14] SAMKOVÁ, L. Badatelsky orientované vyučování matematiky. In *Sborník příspěvků 5. konference: Užití počítačů ve výuce matematiky* [online]. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2011, s. 6. ISBN 978-80-7394-324-0. Dostupné z: http://home.pf.jcu.cz/~upvvm/2011/sbornik/clanky/36_UPVM11_Samkova.pdf.
- [15] SAMKOVÁ, L., HOŠPESOVÁ, A., ROUBÍČEK, F., TICHÁ, M. Badatelsky orientované vyučování matematice. In *Scientia in educatione 6 (1)* [online]. Praha: PedF UK, 2015, s. 91 – 122. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/154>.
- [16] STUHLÍKOVÁ, I. O badatelsky orientovaném vyučování. In *PAPÁČEK, M., ed. Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování: (DiBi 2010): sborník příspěvků semináře: 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích*. [online] České Budějovice: Pedagogická fakulta, 2010. ISBN 978-80-7394-210-6. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/stru/katedry/bi/DiBi2010.pdf>.
- [17] VANÍČEK, J. *Dynamická geometrie* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 2002. Dostupné z: <http://www.pf.jcu.cz/cabri/temata/dynamgeo/dyngeo.htm>.
- [18] ŽILKOVÁ, K. *Teória a prax geometrických manipulácií v primárnom vzdelávaní*. 1. vyd. Praha: Powerprint, 2013. 115 s. ISBN 978-80-87415-84-9.

ADRESA AUTORA; KATEDRA MATEMATIKY, PEDAGOGICKÁ FAKULTA UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI, OLOMOUČ, ČESKÁ REPUBLIKA

E-mail address: david.nocar@upol.cz, pavla.polejova@seznam.cz, jitka.laitochova@upol.cz