



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra pedagogiky a psychologie

Diplomová práce

**Badatelsky orientované vyučování v matematice
(desítková soustava a velká čísla)**

Vypracovala: Soňa Rončáková

Vedoucí práce: doc. PhDr. Alena Hošpesová, Ph.D.

České Budějovice 2016

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá badatelsky orientovanou výukou matematiky, se zaměřením na desítkovou soustavu a velká čísla na prvním stupni základní školy. Badatelsky orientovaná výuka je výuka, která je zaměřená na objevování nebo ověřování poznatků samotným žákem. Teoretická část práce se věnuje základní charakteristice badatelského vyučování a jeho principům. Praktická část se opírá o kvalitativní výzkum. Cílem této části je určit na základě sběru dat a analýzy pěti výzkumných experimentů, které proběhnou ve dvou paralelních pátých třídách, charakteristické znaky badatelského vyučování, a odhalit problematické jevy, které se při této výuce mohou objevit. Na základě zjištěných informací poté dojde k formulaci doporučení pro praxi. Výsledky projektu ukázaly, že badatelsky orientované vyučování v hodinách matematiky je pro žáky přínosem. I přes počáteční větší péči, kterou je zapotřebí věnovat výběru vhodné úlohy, přípravě pomůcek, ale i zevrubnější přípravě učitele, se její zařazení do hodin matematiky vyplatí. Pro žáky je netradičním zpestřením, během kterého se nenásilnou formou vzdělávají a své vědomosti si upevňují.

Klíčová slova: badatelsky orientovaná výuka matematiky, desítková soustava, velká čísla, 1. stupeň základního vzdělávání.

ABSTRACT

Abstract

This thesis discusses inquiry-based education in mathematics aimed at the decimal system and large numbers in elementary school environment. Inquiry-based education is a form of education that uses exploration or verification of new findings by the students themselves. The principles and basic characteristics of inquiry-based education are discussed in the theoretical part. The practical section is based on qualitative research. Data collection and analysis of results in 5 experiments in two parallel 5th grade classes are used to determine the characteristics of inquiry-based education and to discover the possible problematic occurrences, which could be encountered with this kind of education. Based on this information, recommendations for practical use are formulated. Results have shown that inquiry-based education in mathematics classes is beneficial to the students. Although greater care in selecting the right exercise and rigorous preparation of the teachers and teaching aids is required, implementation of this education is worth the effort. It represents an untraditional variegation for the students, by which they can calmly educate themselves and consolidate their knowledge.

Key words: inquiry-based education in mathematics, decimal system, large numbers, primary school level.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, 24. června 2016

.....

Soňa Rončáková

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou děkuji doc. PhDr. Aleně Hošpesové, Ph.D. za odborné vedení mé diplomové práce a její cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat učitelkám ze Základní školy Plešivec v Českém Krumlově za to, že se u nich mohl výzkum konat. A v neposlední řadě také děkuji paní PhDr. Ivě Žlábkové, Ph.D. a studentce Markétě Váchové za dokumentaci výzkumu pomocí kamer.

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ ČÁST.....	9
1.1 <i>Vznik a vývoj.....</i>	9
1.2 <i>Základní charakteristiky.....</i>	10
1.2.1 <i>Jaký vztah má BOV k cílům vzdělávání?.....</i>	11
1.2.2 <i>Co dělá žák?</i>	13
1.2.3 <i>Co dělá učitel?.....</i>	14
1.2.4 <i>Jaká je kultura vyučování?</i>	15
1.3 <i>Důvody pro zavedení badatelsky orientované výuky.....</i>	15
1.3.1 <i>Výhody</i>	15
1.3.2 <i>Nevýhody</i>	16
1.4 <i>Úrovně bádání.....</i>	17
1.5 <i>Kroky badatelského postupu.....</i>	18
1.6 <i>Vyučovací metody používané při badatelsky orientované výuce</i>	19
1.7 <i>Desítková soustava</i>	20
1.7.1 <i>Možnosti znázornění desítkové soustavy</i>	21
1.8 <i>Rozšiřování číselného oboru na ZŠ.....</i>	24
1.8.1 <i>Velká čísla.....</i>	25
2 VÝZKUMNÁ ČÁST.....	26
2.1 <i>Úvod.....</i>	26
2.2 <i>Cíl šetření.....</i>	26
2.3 <i>Výzkumný vzorek</i>	27
2.4 <i>Data.....</i>	27
2.5 <i>Metody práce s daty</i>	27
2.6 <i>Jednotlivé experimenty</i>	28

2.6.1	1. experiment – 7. 11. 2015 – Čočka – obohacování představ o velkých číslech (zjišťování počtu prvků v souboru)	28
2.6.2	2. experiment – 13. 11. 2015 – Slovní úlohy (s velkými čísly) I. řešené skupinami.....	35
2.6.3	3. experiment – 20. 11. 2015 – Slovní úlohy (s velkými čísly) II. řešené dvojicemi	44
2.6.4	4. experiment – 25. 11. 2015 – Čtverečky - obohacování představ o velkých číslech I. (návod, jak zjistit počet prvků).....	50
2.6.5	5. experiment – 9. 12. 2015 – Trojúhelníky – obohacování představ o velkých číslech II. (návod, jak zjistit počet prvků).....	60
3	ZÁVĚR	65
3.1	<i>Charakteristické jevy badatelsky orientované výuky.....</i>	65
3.2	<i>Problémy, které se objevily při bádání.....</i>	65
3.3	<i>Zhodnocení celého projektu žáky.....</i>	66
3.4	<i>Zhodnocení celého projektu učitelkami</i>	67
3.5	<i>Vlastní zhodnocení a doporučení pro praxi.....</i>	67
4	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	68
4.1	<i>Použitá literatura</i>	68
4.2	<i>Použité obrázky.....</i>	70
4.3	<i>Použité tabulky.....</i>	70
4.4	<i>Použité přílohy</i>	70
5	SEZNAM PŘÍLOH	72

ÚVOD

Badatelsky orientované vyučování (BOV), v anglickém překladu známé jako Inquiry based education (IBE), je účinnou aktivizující metodou ve vyučování. Je založena na konstruktivistickém přístupu ke vzdělání. Učitel neposkytuje učivo již v hotové podobě, ale snaží se přivést své žáky k řešení a pochopení problému pomocí objevování a systematicky kladených otázek (Škola BOV, [b.r.]).

Téma badatelsky orientované výuky jsem si vybrala z toho důvodu, že nemám ráda teoretickou výuku matematiky založenou na suchém memorování látky, aniž by docházelo k propojování s praktickými činnostmi. Myslím si, že je podstatné, aby byla matematika spojená s reálným světem a funkčním myšlením. V dnešní době se bohužel setkáváme s tím, že žáci umí nazpaměť odříkat například jednotlivé vzorečky na výpočet obvodu a obsahu rovinných útvarů, ale problém se vyskytne v praktickém životě, ve kterém nedokáží poznat, kdy mají daný vzoreček použít. Mnohem důležitější podle mě je, aby žáci o matematice přemýšleli, snažili se zapojit své logické myšlení, prohlubovali ho a propojovali si jednotlivé poznatky ze školní výuky a běžného života.

Na základě badatelské výuky je možné budovat lepší vztah mezi žáky a matematikou. Díky zařazení badání do hodin běžné matematiky žáci snáze pochopí, jaké praktické využití matematika má, a to je může motivovat k většímu zájmu o ni. Žáci se snaží určitý problém vyřešit sami, pomocí toho si danou látku snáze osvojují a lépe si jí zapamatují.

Hlavním cílem diplomové práce je na základě analýzy pěti badatelských experimentů, které probíhaly ve dvou paralelních třídách, odhalit hlavní charakteristické jevy badatelsky orientované výuky, ale i možné problémy, které se mohou při bádání objevit. Dalším cílem této práce je formulovat ze zjištěných informací doporučení pro využití badatelsky orientované výuky v praxi.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Vznik a vývoj

Za první osobu, tzv. „předchůdce“ dnešní BOV bychom mohli považovat řeckého filozofa Sokrata a to díky jeho dialogické metodě tázání. Další náznaky je možné hledat i u Humboldta, Pestalozziho a Fröbela. Ti hledali cestu, jak zakládat vědomosti na myšlení, experimentování a reflexi, jak stimulovat zájem žáků o učení a kultivovat jejich autonomii.

Základní myšlenky BOV je možné najít v dílech amerického filozofa a pedagoga Johna Deweye (1938). Pro Deweye bylo bádání základem jak pro objevování nového, tak i pro učení již objeveného. K dalším velkým jménům v pedagogice a psychologii, která jsou spojena se studiem nebo podporou procesů „bádání“ v průběhu lidského kognitivního vývoje i utváření osobnosti patří bezpochyby tyto myslitelé: L. S. Vygotsky, J. Piaget, D. Ausubel. Nikdo z nich, ale záměrně nepoužíval termín „bádání“. Výjimku tvoří M. Lipman, který je považován za zakladatele tzv. „Philosophy for Children“ (méně přesně, ale výstižně přeloženo jako „Filosofování s dětmi“). Lipman hovoří o tzv. „community of inquiry“, společenství žáků a učitele, které společně bádá a hledá pravdu. Hlavním cílem má být rozvoj kritického myšlení, které umožňuje dobré usuzování, protože se opírá o logická kritéria, je sebekorektivní a citlivé na kontext, bere v potaz výsledky bádání druhých (Stuchlíková, 2010).

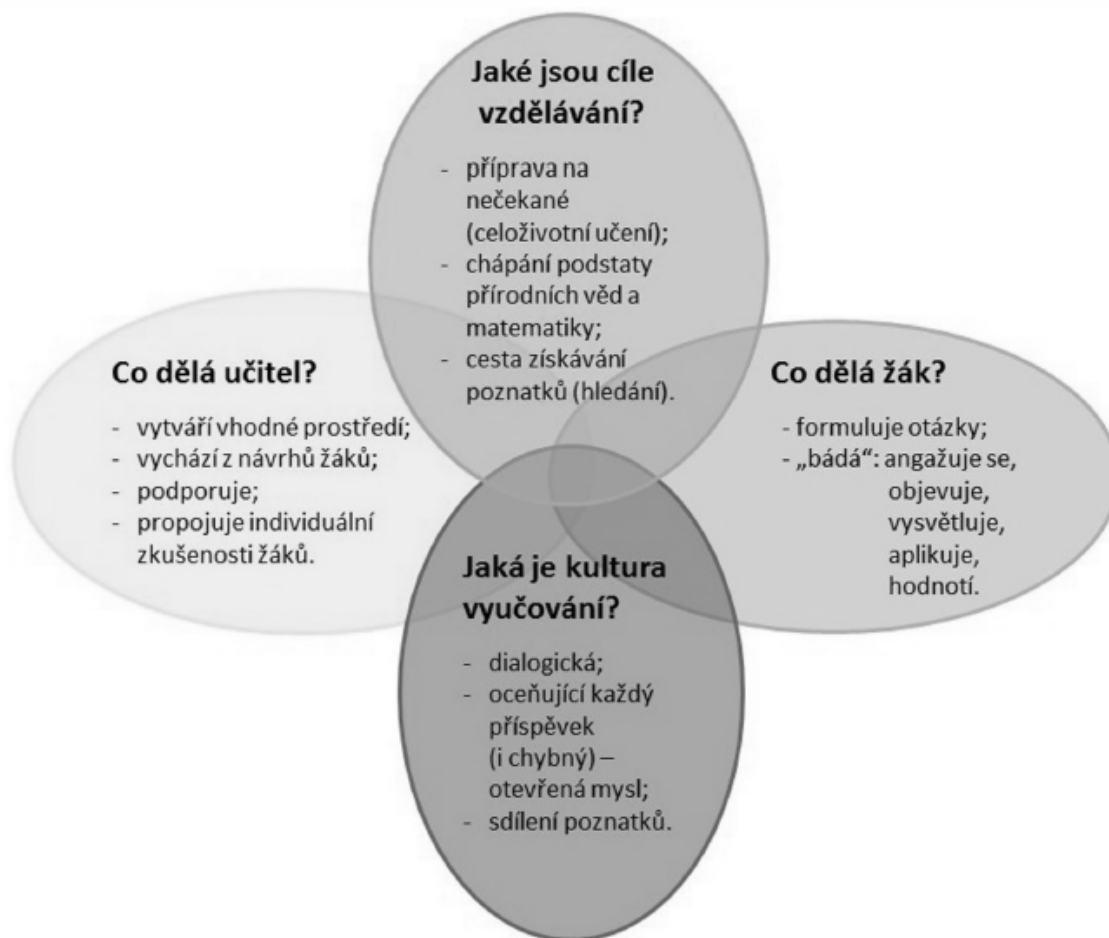
Badatelsky orientovaná výuka se začala objevovat v 60. letech 20. století jako součást diskuse o podstatě a cílech vyučování (Linn et al., 2004). Za výsledek těchto debat lze považovat vytváření a zavádění konstruktivistického vzdělávacího a vyučovacího směru, v angličtině pojmenovaného jako inquiry based education (IBE). Ve Spojených státech amerických se tento směr velmi rychle rozšířil a bylo k němu vydáno velké množství metodických příruček. V Evropě se tento směr začal objevovat až v 90. letech 20. století, pod anglických termínem inquiry teaching, který se překládá jako „vyučování bádáním, objevováním“. V češtině se ujal název „badatelsky orientované vyučování“, tento překlad je podle Stuchlíkové (2010) dobře využitelný, avšak poněkud významově zkrácený.

S hojnějším výskytem termínu BOV v ČR se setkáváme až v posledních pěti letech. V českém vzdělávacím prostředí se setkáváme s termínem BOV hlavně díky mezinárodním projektům zaměřeným na badatelsky orientované vzdělávání, které jsou financovány ze Sedmého rámcového evropského výzkumného programu. Jako první se objevily BOV projekty pro přírodovědné předměty a až následně projekty kombinující přírodovědné předměty a matematiku. Mezi tyto kombinující projekty patří například projekt FIBONACCI (2010 - 2013, v ČR od září 2011) jehož českým partnerem je Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity. Dalším projektem, na kterém se v České republice podílí Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity, byl projekt S-team. Pokračováním je projekt ASSIST-ME (2013 - 2016). Známý je také projekt MaSciL (2013 - 2016), který v Čechách rozvíjí Přírodovědecká fakulta Univerzity Hradce Králové (Samková, Hošpesová, Roubíček, Tichá, 2015).

1.2 Základní charakteristiky

Badatelsky orientované vyučování lze schématicky znázornit jako průnik čtyř charakteristik: cílů vzdělávání, rolí učitele a žáků s kulturou vyučování (Obrázek 1).

Obrázek 1 - Charakteristika badatelsky orientované výuky (převzato z práce Samková, Hošpesová, Roubíček, Tichá, 2015)



1.2.1 Jaký vztah má BOV k cílům vzdělávání?

Cílem badatelsky orientované výuky podle Papáčka (Papáček, 2010a) je zaměření se na bádání (inquiry) a odklonění se od výuky založené na memorování faktů.

Dochází ke zvýšení znalostí v oboru, které pro žáky probíhá přijatelnějším a lépe zapamatovatelným způsobem. Rozvíjí se znalosti, dovednosti a postoje. Dále se také zvyšuje míra samostatnosti, schopnost klást si otázky, řešit problém a zároveň schopnost komunikace při obhájení vlastního názoru.

Podle Artigueové začíná bádání v matematice vždy otázkou nebo problémem. Odpovědi získáváme pomocí pozorování a zkoumání. Realizujeme skutečné, virtuální nebo mentální experimenty. Snažíme se hledat jiné, již kdysi řešené a vyřešené zajímavé otázky a problémy, které se podobají těm našim. Používáme, a pokud

je to nutné, i přizpůsobujeme známé matematické techniky. Bádání vede nebo je vedené k hypotetickým odpovědím, které musejí být následně ověřeny (Samková, Hošpesová, Roubíček, Tichá, 2015).

1.2.1.1 Badatelsky orientovaná výuka z pohledu Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání

Ve které vzdělávací oblasti matematiky lze BOVM úspěšně uplatnit?

Badatelsky orientovanou výuku bychom mohli zařadit do nestandardních aplikačních úloh a problémů. Řešení těchto problémů je do jisté míry nezávislé na znalostech a dovednostech školské matematiky, ale je při něm důležité využít logického myšlení. Takovéto úlohy by se měly prolínat v průběhu celého základního vzdělávání všemi tematickými okruhy. Žáci se seznamují s řešením problémových situací a úloh z běžného života. Snaží se pochopit a analyzovat problém, utřídit údaje, provádět situační náčrty, řešit optimalizační úlohy. Pomocí řešení logických úloh různé obtížnosti je posilováno vědomí žáka ve vlastní schopnosti logického uvažování. Obtížnost závisí na míře rozumové vyspělosti žáků. Tento typ úloh může také podchytit i méně matematicky úspěšné žáky (RVP, 2013).

Ke kterým klíčovým kompetencím může BOVM přispět?

Podle RVP „vzdělání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k:

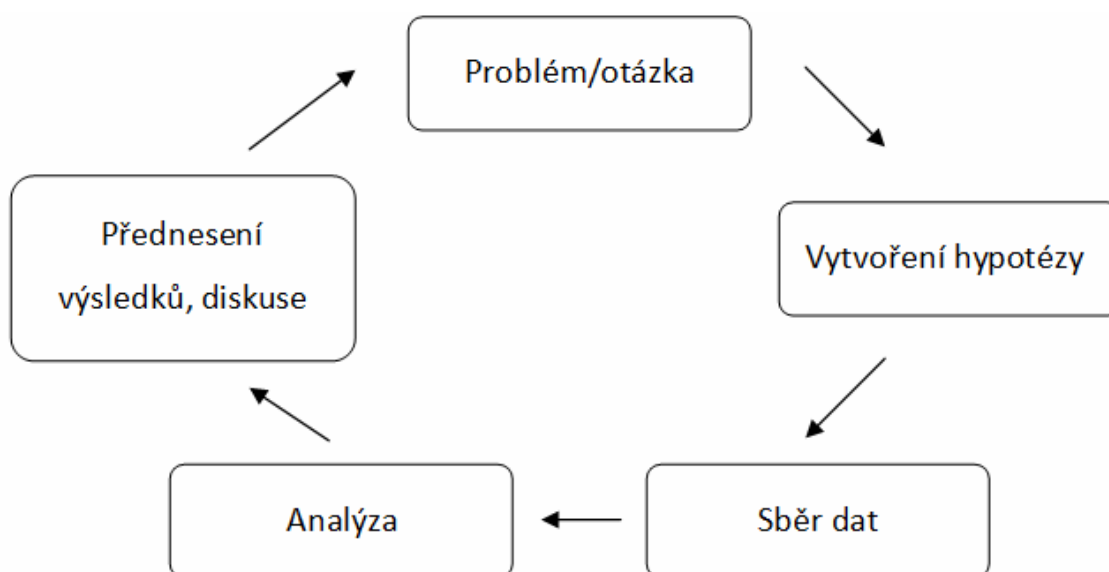
- využívání matematických poznatků a dovedností v praktických činnostech – odhady, měření a porovnávání velikostí a vzdáleností, orientace,
- rozvíjení kombinatorického a logického myšlení, ke kritickému usuzování a srozumitelné a věcné argumentaci prostřednictvím řešení matematických problémů,
- rozvíjení abstraktního a exaktního myšlení osvojováním si a využíváním základních matematických pojmů a vztahů, k poznávání jejich charakteristických vlastností a na základě těchto vlastností k určování a zařazování pojmů,

- vnímání složitosti reálného světa a jeho porozumění; k rozvíjení zkušenosti s matematickým modelováním (matematizací reálných situací), k vyhodnocování matematického modelu a hranic jeho použití; k poznání, že realita je složitější než její matematický model, že daný model může být vhodný pro různorodé situace a jedna situace může být vyjádřena různými modely,
- provádění rozboru problému a plánu řešení, odhadování výsledků, volbě správného postupu k vyřešení problému a vyhodnocování správnosti výsledku vzhledem k podmínkám úlohy nebo problému,
- přesnému a stručnému vyjadřování užíváním matematického jazyka včetně symboliky, prováděním rozborů a zápisů při řešení úloh a ke zdokonalování grafického projevu,
- rozvíjení spolupráce při řešení problémových a aplikovaných úloh vyjadřujících situace z běžného života a následně k využití získaného řešení v praxi; k poznávání možností matematiky a skutečnosti, že k výsledku lze dospět různými způsoby,
- rozvíjení důvěry ve vlastní schopnosti a možnosti při řešení úloh, k soustavné sebekontrolě při každém kroku postupu řešení, k rozvíjení systematickosti, vytrvalosti a přesnosti, k vytváření dovednosti vyslovovat hypotézy na základě zkušenosti nebo pokusu a k jejich ověřování nebo vyvracení pomocí protipříkladů.“ (RVP ZV, 2013, s. 26-27)

1.2.2 Co dělá žák?

Díky metodám používaným v BOV se žáci dostanou do role „vědců“ (Janoušková et al., 2008). Žáci v této roli přebírají iniciativu, objevují problém, pozorují ho, kladou si otázky, vyhledávají informace v knihách a dalších zdrojích, plánují bádání, navrhují postupy zkoumání, přezkoumávají problém, využívají nástrojů pro sběr, analýzu a interpretaci dat, formulují odpovědi i vysvětlení a sdělují závěry (Obrázek 2). Podobně jako vědci analyzují získaná data a z nich vytváří závěry. Velice podstatným prvkem BOV je skutečnost, že učení je stavěno na dotazech žáků (Bransford et al., 1999).

Obrázek 2 - Schématické zobrazení žákovy aktivity



1.2.3 Co dělá učitel?

Role učitele je náročnější na přípravu, než „klasické“ vyučovací metody.

Učitel při BOV zastává roli průvodce, který krok za krokem vede žáky k objevení a vyřešení problému, podobně jako tomu je při reálném výzkumu, a klade jim otázky, které je nutí k zamyšlení nad tématem (Papáček, 2010b).

Postupuje od formulování hypotéz (jak co funguje, jakou to má roli, ...), přes stanovení metod řešení (jak zjistit potřebné informace, ...), přes získání výsledků (zjištěných metodikou, na které se spolu žák a učitel dohodli) a jejich diskusi (Co to znamená? Co mohlo být jinak?) až k závěrům (takhle to je, takto by to mohlo být). Tento přístup umožňuje žákovi samostatně nebo ve spolupráci se spolužáky formulovat problém, navrhnout metodu jeho vyřešení, vyhledávat informace, řešit problém zvoleným způsobem a tak aktivně získávat nezbytné kompetence, dovednosti, znalosti a komunikační schopnosti (Škola BOV, [b.r.]).

Učitel musí umět napomáhat při hledání cesty k řešení problému, naslouchat žákovým výsledkům a umět s ním o výsledcích diskutovat. Při negativním výsledku bádání musí umět učitel povzbudit a pokusit se žáka přivést k jinému způsobu řešení dané problematiky (Strnadová, 2015).

1.2.4 Jaká je kultura vyučování?

BOVM vede žáky mimo jiné i k dialogickému jednání (ke schopnosti jednat, prosazovat si svůj názor, spolupracovat ve skupinách, představit a obhájit své výsledky před svými spolužáky).

Při tomto typu vyučování si vážíme jakéhokoli nápadu či způsobu řešení problému, a to i takového postupu, který nevede ke správnému řešení nebo pokud je tento postup příliš náročný či komplikovaný. Oceňujeme to, že se žák nad problematikou zamýšlí a snaží se přijít na nějaké řešení.

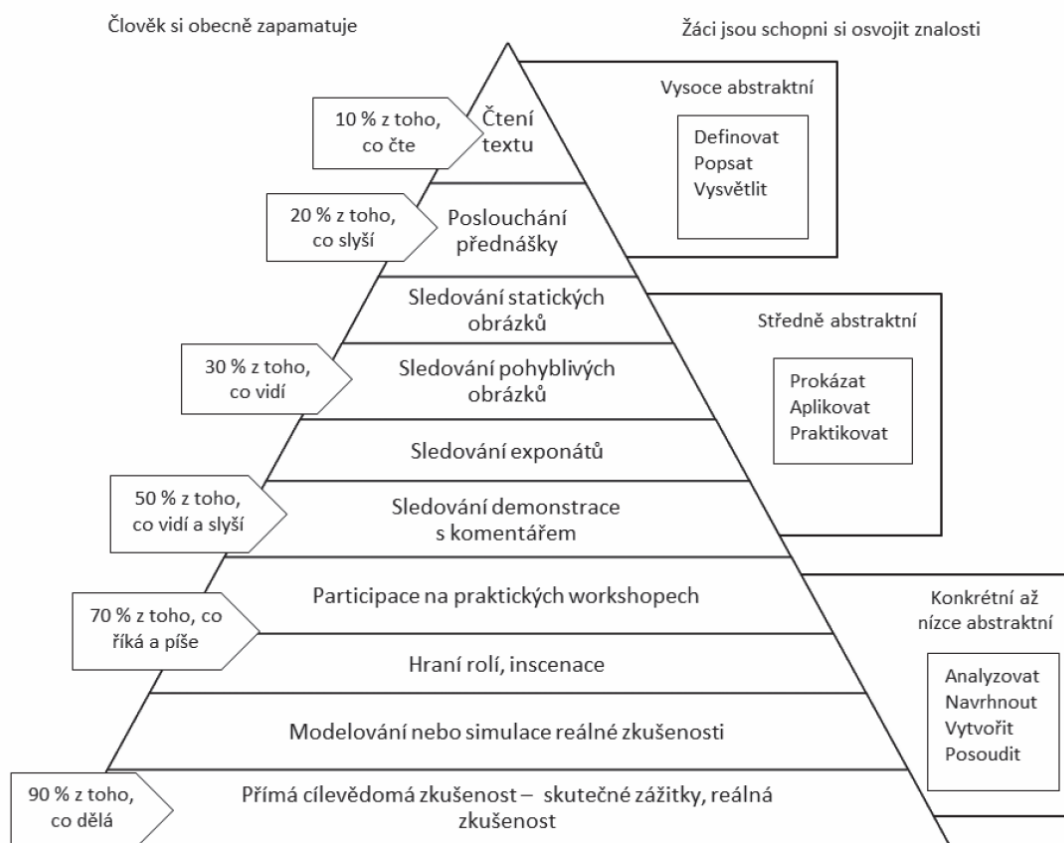
1.3 Důvody pro zavedení badatelsky orientované výuky

Mechanické počítání či řešení slovních úloh bez reálné představy či modelace u určitých matematických operací brání často žákům v porozumění a správném vyřešení problémů. Žáci často mechanicky počítají pomocí naučeného vzorce či postupu, aniž by byli schopni sami přijít na to, proč je právě tímto způsobem výhodné postupovat. Nedochozí k propojení reality s matematickými úlohami, které jsou pro žáky často ryze abstraktní. Proto je dobré a žádoucí, aby byli žáci vedeni k porozumění zadání, k jeho transformaci do praxe, k zamýšlení se nad problémem a snaze vybádat správné řešení, případně přijít i na jiná řešení či jiné netradiční cesty vedoucí také ke správnému výsledku.

1.3.1 Výhody

Předpokládáme, že díky „hře na vědce“ si žák snáze danou problematiku zapamatuje a je schopen ji dále používat v dalších, i složitějších modifikacích. Edgar Dale (1969) vytvořil pyramidu učení, která znázorňuje stupně osvojování si vědomostí žáky (Obrázek 3). U základny jsou aktivity, které mají nejvyšší až devadesáti procentní účinnost při získávání poznatků. Do tohoto dílce patří i badatelské vyučování, při kterém dítě získává poznatky, vědomosti a dovednosti přímou cílevědomou zkušeností.

Obrázek 3 - Daleho pyramida učení (převzato z práce Dostál, 2013)



Žáci jsou motivováni „vědeckou činností“. Při použití BOV vznikají obecné schopnosti hledat a objevovat a také speciální schopnosti a dovednosti potřebné pro zkoumání. Dochází ke zlepšení porozumění vědeckým pojmům a objevování vědeckých principů. V neposlední řadě se zvýší citlivost na nedostatky ve vlastních znalostech a jejich doplňování cestou systematického zkoumání, upřesňování a využívání dosavadních znalostí (Edelson, Gordin a Pea, 1999).

Jak již bylo naznačeno výše, dochází též k rozvoji týmové práce a komunikace.

1.3.2 Nevýhody

Učitel musí dopředu zvážit, zda mají děti dostatečné teoretické znalosti a zda jsou na takové rozumové úrovni, kterou zadaná úloha vyžaduje. Je potřeba počítat i s větší časovou náročností, nedostatky zdrojů, špatným zázemím či vyšší mírou hluku. Učitel musí umět bedlivě pozorovat, naslouchat, diskutovat a lehce nasměrovat pomocí systematicky kladených otázek.

1.4 Úrovně bádání

Je zcela pochopitelné, že žáci nebudou provádět bádání na stejné úrovni jako vědci. Rozdíly mohou plynout z věkové diference, nadání žáků, ale i z různé úrovně stylu bádání. Banchi a Bell (2008, citováno podle Trna, 2011, str. 5) definovali čtyři úrovně badatelsky orientovaného vyučování podle podílu vedení ze strany učitele (Tabulka 1). Pomocí těchto úrovní může učitel diferencovat náročnost výuky v hodinách a také aktivizovat schopnosti studentů.

Tabulka 1 - Úrovně bádání (dle práce Banchi a Bell, 2008, český překlad z práce Trna, 2011, str. 5)

Úroveň badatelsky orientovaného vyučování	Otázky (stanovené učitelem)	Postup (stanovený učitelem)	Řešení (stanovené učitelem)
1. Potvrzující	ANO	ANO	ANO
2. Strukturované	ANO	ANO	NE
3. Nasměřované	ANO	NE	NE
4. Otevřené	NE	NE	NE

Potvrzující bádání je nejméně náročnou úrovní. Úkolem je potvrzení nebo ověření zákonitostí či teorií. Učitel žáky přímo vede a instruuje k experimentování a k osvojení si badatelských dovedností.

Druhou úrovní je strukturované bádání. Tato úroveň klade na žáky již vyšší nároky, ačkoli učitel zastává stejně významnou roli. Pokládá žákům návodné otázky a stanovuje cestu bádání. Ve srovnání s potvrzujícím bádáním hledají děti v této úrovni řešení samostatně na základě důkazů, které nashromáždily během vědeckého postupu.

Jako třetí úroveň definují Banchi a Bell (2008) nasměřované bádání. V této úrovni je učitel stanoven spíše do role průvodce žákovského bádání. Učitel spolu se studenty stanovuje výzkumné otázky a radí při plánování postupů. Tyto postupy si již ale navrhuji samotní žáci. Učitelská podpora je výrazně menší, tím se pochopitelně

zvýšuje míra žákovské samostatnosti. Avšak k této úrovni bádání je zapotřebí dřívějších zkušeností s bádáním.

Nejnáročnějším a zároveň posledním stupněm je otevřené bádání. Zde je hlavním cílem vysoká autonomie žáků v procesu bádání. Na rozdíl od předešlých stupňů učitel v tomto procesu nezasahuje. Metody otevřeného bádání mají již blízko k reálnému vědeckému výzkumu. Žáci si nejen sami stanovují výzkumné otázky, ale vybírají i způsob bádání a vyvozují ze svého zkoumání a dat závěry (Banchi a Bell, 2008).

1.5 Kroky badatelského postupu

Primární kroky badatelského výzkumu dobře popisuje sdružení TEREZA (Anonymus, 2013) ve svém Průvodci pro učitele badatelsky orientovaného vyučování.

Prvním krokem je objasnění „Co chci řešit“. Tento krok zahrnuje motivaci, získání informací, kladení otázek a výběr výzkumné otázky. Při těchto činnostech by žáci měli získat mnoho informací, prozkoumat jejich důvěryhodnost, zamyslet se nad tématem a prodiskutovat své názory a myšlenky se spolužáky. Ostatní žáci ani učitel žádnou z těchto aktivit nehodnotí.

Následuje fáze „Přicházím s domněnkou“. Pro tuto část je klíčová formulace hypotéz. Dochází k odhadování výsledků pokusu a sestavení hypotéz, které se váží k výzkumné otázce.

Fáze ověřovací, aneb „Jak zjistím, zda mám pravdu?“. V tomto kroku žáci ověřují hypotézu. Přichází na řadu plánování a příprava pokusu, provedení pokusu, zaznamenávání pokusu a vyhodnocení dat. Vhodná je práce ve skupině, kde si členové mezi sebou rozdělí kompetence. Výzkumná skupina si zaznamenává zjištěná data.

Závěrečnou fází je vyhodnocení vlastního bádání žáků. Tento krok je spojen s návratem k hypotéze, s formulací závěrů a s hledáním dalších souvislostí.

Jednotlivé badatelské kroky korespondují se schématickým zobrazením žákovy aktivity (Obrázek 2). Krok „Co chci řešit“ odpovídá fázi „Problém/otázka“. Je zde důležitá motivace, kladení si otázek a následný výběr výzkumné otázky. Krok druhý, tedy „Vytvoření hypotéz“ je srovnatelný s fází „Přicházím s domněnkou“, kde je klíčové

formulování hypotéz. Následující krok „Jak zjistit, zda mám pravdu?“ zahrnuje fáze „Sběr dat“ a „Analýza“. V tomto okamžiku je nejdůležitější plánování, příprava pokusů a jejich realizace. „Závěrečný krok“ badatelského postupu odpovídá fázi „Přednesení výsledků a diskuse“, při které si žák vyvodí závěry a porovná je se svými hypotézami.

1.6 Vyučovací metody používané při badatelsky orientované výuce

BOV můžeme použít v různých učebních situacích za použití různorodých vyučovacích metod. Tyto metody dělíme na teoretické či empirické, jejich příklady jsou zobrazené v tabulce (Tabulka 2).

Tabulka 2 - Příklady metod poznávání skutečnosti (upraveno dle Ochrany, 2009)

	Obecně-teoretické	Empirické
Příklady metod	Analýza	Pozorování
	Syntéza	Měření
	Indukce	Experiment
	Dedukce	
	Analogie	
	Komparace	
	Specifikace	
	Abstrakce	

Asi za nejpříhodnější lze považovat metody pozorování a experiment, díky kterým žák lépe pronikne do podstaty problému a stává se z něho badatel. Pomocí těchto metod žáci získávají informace, osvojují si nové poznatky, naučí se samostatně myslet, správně pozorovat a všimnout si různorodých jevů, tvořit hypotézy a návrhy

na řešení problémů. Badatel se díky této metodě naučí pracovat vědecky a poznatky, které si osvojí, mají mnohem větší váhu než znalosti získané memorováním.

Dle Maňáka a Švece (2003) můžeme rozlišit tři druhy experimentů: praktické, vědecké a školní pokusy. Praktické experimenty jsou přirozené lidské činnosti, jejichž cílem je manipulace se skutečnými předměty; důraz je kladen na zkoumání, zjišťování a ověřování vlastností těchto předmětů. Vědecký a školní experiment se liší tím, že žák prozkoumává něco, co bylo už dříve odhaleno vědci. BOV bychom mohli stavět na školním experimentu, protože studenti si nejen osvojí nová fakta, ale experiment poslouží i k vysvětlení příčinných vztahů a je možné si jím ověřit hypotézy.

Janás (1996) doporučuje používat při experimentu tyto zásady:

- zásada jednoduchosti, srozumitelnosti a bezpečnosti,
- zásada informovanosti žáků před počátkem pokusu,
- zásada vhodně zvolených pomůcek,
- zásada neustálé kontroly žáků učitelem,
- učitel hraje pouze roli organizátora a žáky motivuje,
- žáci mají možnost samostatně měnit postupy pokusů i celé pokusy.

Fáze experimentu představují jednotlivé části cyklu „Badatelsky orientované výuky“ (Obrázek 2). Pro fázi „Problém/otázka“ je velice důležitá správná motivace žáka k danému experimentu. Fáze „Sběr dat“ je postavená na přípravě pokusů, a hlavně na jejich praktickém provedení. Úsek „Analýza“ se zabývá pozorováním a rozborem jednotlivých zjištěných informací. A fáze „Přednesení výsledků a diskuse“ je založená na zhodnocení celého experimentu a zobecnění důležitých východisek.

1.7 Desítková soustava

Následující dvě kapitoly se zabývají didaktickou analýzou učiva, které bylo předmětem výukového experimentu.

Desítková poziční numerační soustava je soustava, která umožňuje zápis přirozených čísel pomocí číslic 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Desítková soustava je soustavou poziční, protože stejná číslice může znamenat jednotky různých řádů podle toho, na kterém místě (pozici) stojí. Záleží nám na pořadí symbolů.

Dnes je desítková soustava brána jako „základní poziční soustava“, protože je nejhojněji používaná. Z tohoto důvodu při zápisu neoznačujeme desítkovou soustavu indexem, jako je tomu u zápisu ostatních soustav.

Již ve 2. ročníku ZŠ se žáci setkávají s principem desítkové soustavy při seskupování předmětů po deseti. Žáci vytvářejí seskupení předmětů do desítek, maximálně stovek, pak už je praktické provedení seskupování složité a nepřehledné. Seskupování stovek do tisíců může být prováděno pro větší názornost za pomoci čtvercové sítě. Prakticky se však toto seskupování moc často neprovádí. Probíhá spíše jen verbálně. K výkladu principu desítkové soustavy můžeme použít svazečky dřívěk po deseti, napodobené peníze apod. Časem však žáky znázorňování omrzí a přejde se k monotónnímu odříkávání, že „v čísle 36 jsou 3 desítky a 6 jednotek“.

Ve 4. ročníku ZŠ se žáci seznamují také se zaokrouhlováním přirozených čísel podle ČSN 01 1010. Zaokrouhlování je používáno hlavně k odhadům při počítání s velkými čísly (Divíšek a kol., 1989).

1.7.1 Možnosti znázornění desítkové soustavy

K pochopení principů desítkové soustavy můžeme použít stovkovou tabulku (Tabulka 3). Orientaci v tabulce můžeme procvičit pomocí vybarvování zadaných čísel. Můžeme žáky nechat hledat číslo, které si myslíme a které určitým způsobem specifikujeme. Necháme žáky odhalovat souvislosti mezi vyznačenými čísly. Můžeme si také zahrát hru „Na hledače“, kdy dítě dostane k dispozici stovkovou tabulku, údaj o tom, na kterém políčku stojí a šipky, které popisují cestu na hledané pole.

Tabulka 3 - Stovková tabulka

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Ke znázornění se používá také desítkové hřiště, ve kterém se do jednotlivých sloupců (statisíce, desetitisíce, tisíce, stovky, desítky, jednotky) zakresluje příslušný počet značek podle počtu jednotek daného řádu. Například číslo 10 358 je zapsané v tabulce 4 (Hošpesová, Divíšek, Kuřina, 1997).

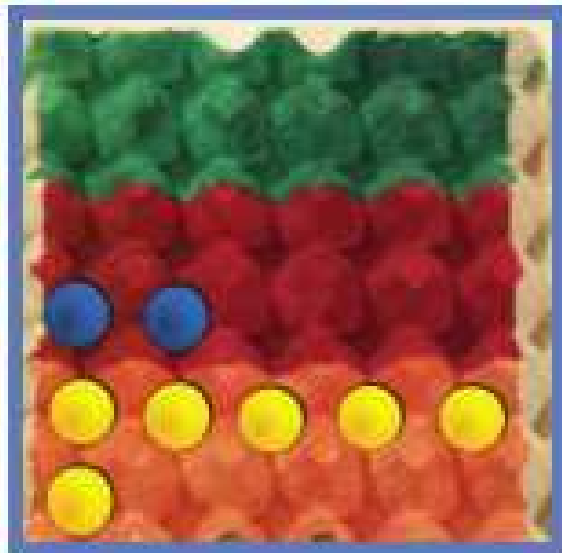
Tabulka 4 - Desítkové hřiště (Hošpesová, Divíšek, Kuřina, 1997)

Statisíce	Desetitisíce	Tisíce	Stovky	Desítky	Jednotky
	*		***	*****	*****

Je možné také pracovat s počítadlem (Obrázek 4), které si můžeme vytvořit z obyčejného plata od vajec (na 30 ks). Plato si položíme tak, abychom měli 6 řad. Spodní dvě řady nám budou představovat jednotky, prostřední dvě řady desítky a horní dvě řady stovky. Jednotlivé řady vybarvíme vždy jinou barvou. Pomocí třiceti drobných předmětů (kuliček, kamínků, kaštanů, ...) můžeme vysvětlit pojmy jednotky, desítky, stovky a následně procvičovat sčítání a odčítání s přechodem přes desítku

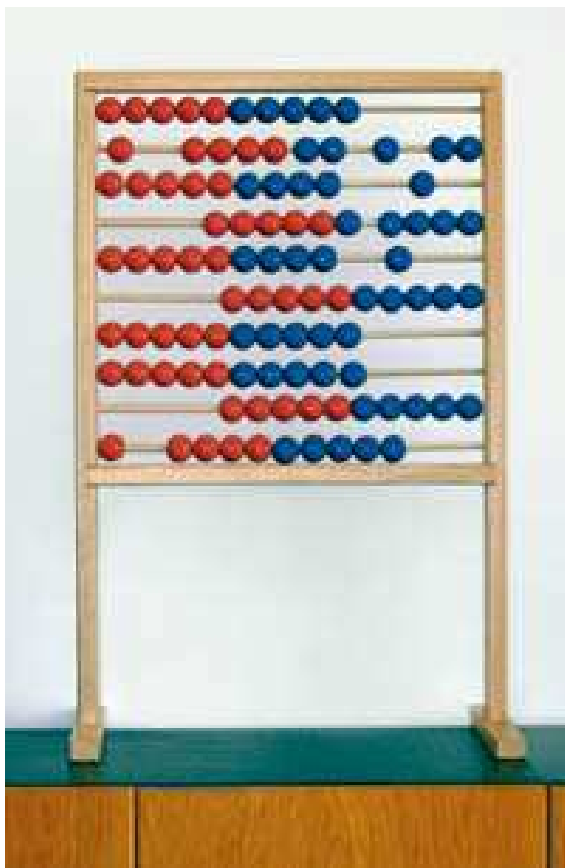
nebo zaokrouhlování na desítky či stovky. Plato je možné použít, ale i na procvičení osově souměrnosti, takzvaného zrcadlení (Vránová, 2005).

Obrázek 4 - Počítadlo (Vránová, 2005), na kterém je znázorněno číslo 26



V neposlední řadě můžeme použít kuličkové počítadlo (Obrázek 5).

Obrázek 5 - Kuličkové počítadlo (Prodos, © 2014)



1.8 Rozšiřování číselného oboru na ZŠ

Podle RVP „žák v 1. období vzdělávání (1. až 3. třída ZŠ):

- používá přirozená čísla k modelování reálných situací, počítá předměty v daném souboru, vytváří soustavy s daným počtem prvků,
- čte, zapisuje a porovnává přirozená čísla do 1 000, užívá a zapisuje vztah rovnosti a nerovnosti,
- užívá lineární uspořádání; zobrazí číslo na číselné ose,
- provádí z paměti jednoduché početní operace s přirozenými čísly,
- řeší a tvoří úlohy, ve kterých aplikuje a modeluje osvojené početní operace.

V 2. období vzdělávání (4. a 5. třída ZŠ) žák:

- využívá při pamětném a písemném počítání komutativnost a asociativnost sčítání a násobení,
- provádí písemné početní operace v oboru přirozených čísel,
- zaokrouhluje přirozená čísla, provádí odhady a kontroluje výsledky početních operací v oboru přirozených čísel,
- řeší a tvoří úlohy, ve kterých aplikuje osvojené početní operace v celém oboru přirozených čísel,
- modeluje a určí část celku, používá zápis ve formě zlomku,
- porovná, sčítá a odčítá zlomky se stejným jmenovatelem v oboru kladných čísel,
- přečte zápis desetinného čísla a vyznačí na číselné ose desetinné číslo dané hodnoty,
- porozumí významu znaku „-“ pro zápis celého záporného čísla a toto číslo vyznačí na číselné ose.“ (RVP ZV, 2013, s. 27-28)

Většina českých učebnic probírá tradičně číselné obory v následujícím pořadí:

- V 1. ročníku ZŠ se žáci učí počítat do 20, a to ve třech obdobích. V 1. období se věnují číslům do 5, v 2. období číslům do 10 a 0, ve třetím období číslům do 20.

- Ve 2. ročníku ZŠ se žáci zabývají číselným oborem do 100.
- Numerace ve 3. a 4. ročníku je rozdělena do tří období. V 1. období se probírají čísla do 1 000, v 2. období (konec 3. třídy) čísla do 10 000 a ve 3. období čísla do 1 000 000 a čísla větší.
- V 5. ročníku ZŠ se žáci setkávají s celými zápornými čísly a následně i s desetinnými čísly.

1.8.1 Velká čísla

Ve 4. ročníku je důležité naučit žáky dobře číst a zapisovat velká čísla, ale také umět rozhodnout, které ze dvou přirozených čísel je větší.

Mohou být probírány i názvy pro vyšší řády (milion, miliarda, bilion, biliarda, trilion, triliarda) a vztahy mezi nimi. Přičemž každé dva sousední řády se liší o 1 000 to znamená ,že miliarda obsahuje 1 000 milionů a naopak milion je 1 tisícinou miliardy.

Aby žáci dobře zvládli numeraci velkých čísel musí předtím dokonale ovládat numeraci do tisíce.

Velká čísla členíme na trojmístné skupiny, které jsou oddělené mezerou. Toto členění nám pomáhá ke snadnějšímu čtení a zapisování. Každou skupinu pak čteme jako samostatné trojciferné číslo s uvedením názvu příslušné jednotky.

Ke znázornění velkých čísel můžeme použít milimetrový papír (1 m² obsahuje 1 000 000 čtverečků o obsahu 1 mm²) (Divíšek a kol., 1989).

2 VÝZKUMNÁ ČÁST

2.1 Úvod

V dnešní době se žáci v matematice na 1. stupni ZŠ setkávají většinou jen s číselnými úlohami, které postrádají propojení s reálným životem. Často se vyučování zaměřuje na vyplňování úloh v pracovních sešitech. Proto jsme se ve výzkumu zaměřily na BOVM, a to zejména na obor velkých čísel a porozumění desítkové soustavě. Vycházely jsme z přesvědčení, že představa o velkých číslech není dostatečně vyvinuta, protože řešení úloh není navázáno na zkušenosti žáků z běžného života. Např. žáci dokáží odhadnout počet prvků v souboru **do 100**, málokdy se ale setkají s většími počty, proto jsou jejich odhady velice rozdílné a spíše nahodilé.

Výukové experimenty byly navrženy s cílem vytvoření prostoru pro samostatné žákovské bádání. Samostatnému badatelskému vyučování předcházela příprava a společná diskuse s učitelkami, při které se formuloval cíl a možnosti jeho dosažení. Došlo k vytvoření pracovních listů, do kterých pak žáci následně zaznamenávali svá řešení. Po bádání byl prostor pro společnou diskusi žáků a krátké zhodnocení skupinových prací. Následně došlo ke zhodnocení celého experimentu s učitelkami.

2.2 Cíl šetření

Cílem šetření bylo popsat pomocí analýzy pěti výukových experimentů, které proběhly ve dvou paralelních třídách pátého ročníku, jakým způsobem probíhala příprava a realizace badatelsky orientované výuky, ale také specifikovat obtíže, které žáci měli při řešení úloh. Na tento cíl navázalo formulování charakteristických rysů badatelsky orientované výuky.

Výukový obsah byl dán RVP ZV pro výuku matematiky na 1. stupni základní školy takto:

„Žák

- používá přirozená čísla k modelování reálných situací, počítá předměty v daném souboru, vytváří soubory s daným počtem prvků, zapisuje a porovnává přirozená čísla, užívá a zapisuje vztah rovnosti a nerovnosti,

- provádí písemné početní operace v oboru přirozených čísel,
- zaokrouhluje přirozená čísla, provádí odhady a kontroluje výsledky početních operací v oboru přirozených čísel a tvoří úlohy, ve kterých aplikuje osvojené početní operace v celém oboru přirozených čísel.“(RVP ZV, 2013, s. 27-28)

Cíle stanovené Rámcovým vzdělávacím programem byly zpracovány tak, že žáci řešili úlohy na:

- odhady a zjišťování počtu prvků daných souborů,
- modelování určeného počtu,
- znázorňování čísel různými způsoby: reálnými předměty, ve čtvercové/trojúhelníkové síti, na číselné ose, penězi a podobně.

2.3 Výzkumný vzorek

Respondenti výzkumného šetření byli ze Základní školy Plešivec v Českém Krumlově. Experimentální vyučování bylo uskutečněno u dvou tříd pátého ročníku. Celkem se jednalo o 5 badatelských experimentů v každé třídě (45 - 90 minut). Tato badatelská výuka probíhala vždy jednou za týden. V jednotlivých výukových experimentech se vytvořil prostor pro samostatné bádání žáků.

2.4 Data

Výzkum probíhal v rámci projektu ASSIST-ME. Všechny výukové hodiny byly natočeny pomocí kamer a následně byly zpracovány jejich přepisy. Za pomoci diktafonů byly zaznamenány diskuse ve skupinách žáků, ale i rozhovory s učitelkami a žáky po ukončení badatelské výuky. Samozřejmě byly také zdokumentovány všechny písemné projevy žáků.

2.5 Metody práce s daty

Data byla následně zpracována pomocí kvalitativní metodologie, ve které je kladen důraz hlavně na rozkrytí a reprezentování toho, jak žáci danou problematiku pochopili, jak badatelské vyučování prožívali a jaké poznatky si z jednotlivých experimentů odnesli.

Pomocí opakovaného sledování natočených videí, poslouchání nahraných záznamů, rozboru žákovských pracovních listů a rozhovorů s učitelkami a žáky, získaných po experimentech, došlo k vymezení charakteristických jevů badatelsky orientované výuky, ale také k odhalení problémů, které se mohou při bádání vyskytnout. Ze zjištěných poznatků poté byla stanovena doporučení pro další badatelskou praxi.

2.6 Jednotlivé experimenty

2.6.1 1. experiment – 7. 11. 2015 – Čočka – obohacování představ o velkých číslech (zjišťování počtu prvků v souboru)

2.6.1.1 Cíl výukového celku

Cílem tohoto bádání bylo, aby si žáci uvědomili princip desítkové soustavy. V minulosti se žáci setkávali se zjišťováním počtu prvků v souboru, ale pravděpodobně jen v oboru do 100 prvků. Toto zjišťování se provádí tak, že se vytvoří skupiny po deseti prvcích a následně se počítá po desítkách. Díky malému počtu prvků ale žák nemá možnost si uvědomit skutečný princip desítkové soustavy. U počtu zrníček v našem souboru se dalo předpokládat, že bude možné skutečně vytvářet nejen desítky, ale i stovky, případně i tisíce.

2.6.1.2 Příprava

Před samotným experimentem došlo k přípravě a společné diskusi s učitelkami daných tříd, ve kterých se výzkum odehrával. Při této diskusi byly formulovány cíle a debatovalo se o různých možnostech řešení daného badatelského problému.

Následně si každá učitelka zpracovala přípravu badatelského vyučování pro svou třídu.

Byl vytvořený pracovní list, do kterého žáci zaznamenávali svá řešení (Příloha 1).

Důležité také bylo připravit a správně rozmístit kamery a diktafony. Tato technika sloužila k zaznamenání celého experimentu.

2.6.1.3 Pomůcky

Žáci měli k dispozici váhy, odměrné válce, různé nádoby, metr a pravítko. V případě potřeby si mohli tyto pomůcky půjčit a použít je. Jakmile už pomůcku nepoužívali, vrátili jí zpět, aby byla k dispozici pro ostatní spolužáky.

Mimo jiné měli žáci k dispozici psací potřeby, pracovní listy a čisté papíry na své výpočty.

2.6.1.4 Zadání a organizace

Úloha 1 - Napiš na papír či mazací tabulku co největší číslo, které umíš správně napsat i přečíst

Žáci pracovali individuálně a následně proběhla společná frontální kontrola.

V případě potřeby bylo připomenuto, že se číslice v čísle zapisují v šestimístných skupinách kromě miliónu. Následně došlo ke společnému zopakování názvů jednotlivých číselných řádů – milion, bilion, trilion, kvadrilion, kvintilion a další.

Úloha 2 – Odhadněte a запиšte na papír, kolik je zrněk čočky v jednom půlkilogramovém balíčku

Žáci pracovali ve skupinách (3 až 5 žáků). Při hlavní badatelské aktivitě šlo o to, aby žáci odhadli počet zrněk čočky, které obsahovalo půlkilogramové balení čočky. A svůj odhad si zaznamenali do pracovního listu (Příloha 1).

Následně si své odhady ověřili za pomoci bádání. K bádání mohli použít připravené pomůcky. Svůj badatelský postup každá skupina popsala do pracovního listu a připsala i svůj výsledek.

Poté si skupiny své pracovní listy vyměnily a navzájem si vyhodnotily své postupy. Přičemž jiné skupině připsaly i komentář k jejich způsobu řešení. Po návratu pracovních listů zpátky k jejich majitelům měly skupiny možnost si své řešení ještě opravit na základě hodnocení od jiné skupiny.

Na konci hodiny proběhla diskuse celé třídy o řešení úlohy. O tom, jak se skupinám pracovalo, jaké pomůcky použily. Co všechno potřebovaly znát k výpočtu, jaký způsob řešení byl asi nejrychlejší a nej přesnější. Zda jim pomohlo

vyjádření spolužáků k jejich práci, a jak se jim hra na vědce a takováhle matematika líbila.

2.6.1.5 Praktické provedení úloh na téma Čočka v 5. B

V této třídě bylo v den prvního výzkumu celkem 24 žáků. Žáci byli dopředu seznámeni s tím, že budou mít dvě „netradiční“ vyučovací hodiny matematiky, a že jim do hodiny přijdou učitelé z Jihočeské univerzity. Při rozhovoru, který experimentu přecházel, se paní učitelka přiznala, že má určité obavy. Především z toho, aby žákům nechtěně neprozradila návod, jak na řešení přijít a také z toho, zda žáci tuto práci zvládnou.

Po krátkém přivítání a seznámením se s projektem výzkumu si žáci připravili své mazací tabulky a snažili se splnit první úkol. Správně napsat a následně přečíst co největší číslo. Velice rychle padl dotaz, zda mohou napsat nekonečno. Tato možnost řešení však nebyla přijata a bylo upřesněno, že musí napsat co největší číslo pomocí číslic. Při následném čtení se bohužel projevila nedostatečná orientace ve velkých číslech. Žáci měli zmatek v jednotlivých řádech, a proto si je společně zopakovali a ujasnili si na kterém místě jsou jednotlivé řády.

Na hlavní badatelskou úlohu byli žáci rozděleni do šesti skupin (4 skupiny byly po čtyřech žácích, 1 skupina po třech žácích a 1 po pěti žácích). Každá skupina dostala papírky s určením rolí žáků ve skupinách (čas, hlas, zapojení, mluvčí). Z reakcí žáků bylo zřejmé, že tomuto rozlišení rozumějí. Do každé skupiny byly také rozdány pracovní listy (každá skupina měla jinou barvu pracovních listů – modré, růžové, červené, žluté, oranžové a zelené). Žáci se podepsali a následně měli provést odhad počtu zrněk čočky v půlkilogramovém balení, které dostali. Několik skupin napadlo pořádně si prohlédnout obal čočky, zda tam nebude přesný počet zrněk uveden. Po záporném zjištění se tedy i tyto skupiny pustily do odhadů.

Odhady množství zrněk čočky v 500 gramovém balení čočky

Odhady počtu zrněk jednotlivých skupin se značně lišily. Červená skupina odhadla, že v balíčku je pouze 4 000 zrněk čočky. Naproti tomu zelená skupina se domnívala, že v balíčku je 50 000 zrněk. Nejblíže správnému řešení byla žlutá skupina se svým odhadem 8 000 zrněk čočky v jednom balení.

Rozmanité cesty k řešení úlohy

Zprvu se některé skupiny snažily dopočítat ke konečnému číslu po jednom zrníčku, ale po pár minutách od této metody upustily. Po chvíli začaly skupiny různě experimentovat, ale i odhadovat. Například žlutá skupina ke svému bádání nejprve použila odměrný válec, ale nakonec jeho použití zavrhl a uchýlila se k odhadům. Rozdělila si všechna zrnka na 7 hromádek. Odhadla si, že v jedné hromádce může být přibližně 1 000 zrněk a z toho pak usoudila, že v jednom půlkilogramovém balení čočky je 7 000 zrněk čočky. Naopak červená skupina si 1 000 zrněk odpočítala. Tato zrnka si zvažila, čímž zjistila, že hmotnost jednoho tisíce zrněk je 60 gramů. Následně přivažovala další kopičky, až došla k výsledku 7 200 zrněk čočky v jednom balení.

V principu ve skupinách převažovaly dva typy řešení, které dovedly řešitele ke správnému výsledku.

První typ řešení byl postaven na tom principu, že si žáci zvažili 100 zrněk čočky. Zjistili, že přibližná hmotnost 100 zrněk je 6 gramů. Následně touto hmotností vydělili obsah balení (500g), tím zjistili, že 100 zrněk se do pytlíčku vejde přibližně 83krát, následně tedy vynásobili tento výsledek stem, a získali tak přibližný počet zrněk v jednom balení, který se pohyboval okolo 8 300 zrněk čočky.

Druhý způsob vycházel z toho, že si žáci odvážili 10 gramů čočky. Poté si spočítali, kolik zrníček čočky v těchto 10 gramech je. V průměru se dopočítali k 162 zrníčkům čočky. Následně tento počet vynásobili 50 gramy čočky a dospěli ke konečnému řešení, které se pohybovalo okolo 8 100 zrněk čočky.

Problémy, které se vyskytovaly při řešení

Při experimentu se potvrdila náročnost odhadů většího množství prvků. Někteří žáci se potýkali s problémy u převádění jednotek či jejich záměnou. A velké problémy se projevily při obsluze váhy, kde žáci zapomínali odpočítávat hmotnost nádoby, ve které měli čočku nasypanou, nebo si mysleli, že hmotnost odpovídá počtu zrněk.

Společná diskuse a zhodnocení

V rámci společné diskuse si skupiny navzájem představily své postupy řešení a vyjádřily se k tomu, jak se jim experiment líbil, jestli se jim se spolužáky dobře pracovalo, zda se dozvěděly něco nového nebo či je něco při bádání překvapilo.

Skupiny si své postupy a výpočty po vyslechnutí způsobu práce svých spolužáků nechtěly opravit.

Závěr

Po závěrečném zhodnocení prozradila paní učitelka výsledek, který vyšel při ručním počítání. Bylo napočítáno v jednom balíčku 5 853 zrníček čočky. Je možné, že každý balíček má odlišný počet zrníček. Odchylky od ručně přepočítaného množství mohly vzniknout i díky tomu, že balíček čočky, který byl počítán paní učitelkou, byl jiné značky než balíčky čočky, které měli žáci k dispozici.

Při rozhovoru ihned po hodině učitelka řekla, že je ráda, že dětem bádání nepokazila. Podle jejích slov se její očekávání naplnilo. Byla ráda, že žáci zažili jinou matematiku, a že je práce bavila. Byla sama příjemně překvapená, že většina pracovních skupin došla k výsledku, který je možné považovat za správný.

2.6.1.6 Praktické provedení úloh na téma Čočka v 5. A

V 5. A bylo v den prvního výzkumu přítomno 22 žáků. I tato třída byla dopředu s výzkumem seznámena.

Po krátkém seznámení s projektem výzkumu si žáci připravili mazací tabulky nebo čisté papíry a snažili se splnit první úkol – správně napsat a následně přečíst co největší číslo. Opět se po chvíli objevil dotaz na možnost použití nekonečna. Po odmítnutí tohoto řešení se žáci pustili samostatně do práce.

Jeden žák se odhodlal dokonce ke kvadrilionu a jeho zápis i pojmenování čísla bylo naprosto správné. Zbytek třídy se už k tak vysokým číslům neodhodlal a jednou se opět objevil problém v přečtení osmimístného čísla.

Na hlavní badatelskou činnost byli žáci rozděleni do pěti skupin (3 skupiny byly po čtyřech žácích a 2 skupiny po pěti žácích). V každé skupině si členové mezi sebou

rozdělili role (zapisovatel, kapitán, mluvčí, měřič času). Žáci byli dopředu upozorněni na to, že si mohou ke svému bádání půjčit jakékoli pomůcky, které leží na katedře. Do každé skupiny byly také rozdány pracovní listy (každá skupina měla jinou barvu pracovních listů – modré, růžové, červené, oranžové a zelené). Žáci se podepsali, a poté měli přijít na odhad počtu zrněk čočky v půlkilogramovém balení, které dostali. Opět proběhlo v několika skupinách důkladné prozkoumání popisků na obalu, zda se mezi nimi neukrývá i počet zrněk. Po neúspěšném hledání se tedy i tyto skupiny pustily do odhadů a následného bádání.

Odhady množství zrněk čočky v 500 gramovém balení čočky

Odhady počtu zrněk v jednotlivých skupinách se dost lišily. Červená skupina odhadla, že v balíčku je pouze 2 500 zrněk čočky. Naopak zelená skupina se domnívala, že v balíčku je dokonce 10krát tolik zrněk, tedy 25 000 zrněk. Nejblíže správnému výsledku byla růžová a oranžová skupina se svým odhadem 10 000 zrněk čočky v jednom půlkilogramovém balení.

Rozmanité cesty k řešení úlohy

V této třídě se nikdo nepokusil spočítat počet zrněk v balení po jednom zrnku. Všechny skupiny se snažily na správný výsledek přijít za pomoci váhy. Nedochozelo zde k odhadům jako v předešlé třídě. Krom jedné skupiny si všechny skupiny ověřily skutečnou hmotnost půlkilogramového balení čočky.

V podstatě se ve skupinách objevoval jen jeden postup řešení, který spočíval v odvážení určitého množství zrněk (1 gram, 2 gramy, 5 gramů). Spočítání zrněk v tomto odváženém množství. Následné vydělení celkového množství počtem odvážených gramů a vynásobením počtem spočítaných zrněk.

Dívky z modré skupiny za více než 45 minut nepřišly na žádný způsob řešení. Nakonec ověřily pouze hmotnost čočky. Nejprve si zvažily veškerou čočku i s miskou a následně odečetly hmotnost misky. Celkové množství zrněk čočky nejspíš pouze náhodně určily na 419 zrněk.

Problémy, které se vyskytovaly při řešení

Experimentem se opět potvrdila náročnost odhadů většího množství prvků. Znovu se objevily problémy s převody jednotek a s nesprávným ovládním váhy. Dvě skupiny si stěžovaly na to, že každá váha váží jinak. Nejspíše byl ale problém ve špatné kalibraci váhy či neměly váhu položenou na rovině.

Zhodnocení postupu a případná oprava

V této třídě zbyl dostatek času na písemné zhodnocení postupu bádání jinou skupinou a následné vyjádření řešící skupiny k tomuto hodnocení.

Dvě skupiny napsaly, že by měly zájem si svůj postup a výsledek opravit. Dívky z modré skupiny po představení postupů řešení jednotlivých skupin prohlásily, že nyní by už věděly jak postupovat. Růžová skupina si díky diskusi a hodnocení uvědomila, že udělala chybu a místo 10 gramů, ve kterých si spočítala zrnka počítala dále jen s 1 gramem, a proto došla k tak velikému číslu.

Závěr

Po závěrečném představení způsobů řešení jednotlivých skupinek u tabule paní učitelka prozradila správné řešení. Strhla se diskuze ohledně různého výsledku při vážení na jiné váze. Žáci se tentokrát příliš nevyjadřovali k tomu, jak se jim pracovalo a zda je práce bavila. Prezentovaly se čistě postupy bádání.

Učitelka hodnotila celý výzkum kladně. Při rozhovoru ihned po hodině učitelka řekla, že žáky práce moc bavila, ale že to pro ně bylo i docela náročné a bádání je hodně unavilo. Byla ráda, že se žáci zapojovali, snažili se a byli šikovní. Také se vyjádřila ke skupině dívek, která měla největší problémy. Přiznala, že zde je problém v dětech, že tyto dívky se nechtějí moc zapojovat a nesnaží se. Bohužel se domnívala, že i kdyby tyto dívky byly přerozdělené do jiných skupin, ani pak by se u nich výsledky nedostavily.

2.6.1.7 Celkové zhodnocení 1. experimentu

Záměr tohoto experimentu byl splněn tím, že si žáci vyzkoušeli vytváření skupin prvků po desítkách, stovkách ale i tisících. Díky tomu si žáci uvědomili skutečný princip desítkové soustavy.

Bylo zjištěno, že více než polovina žáků je schopna si se zjišťováním prvků v souboru poradit, i když je to pro ně netradiční úloha a musí se nad ní více zamyslet. Také se bohužel potvrdilo to, že žáci neumí zacházet s váhou a mají problémy v jednotlivých řádech jednotek.

Pro další použití této úlohy by bylo vhodné zakoupit pouze čočku od jednoho výrobce pro všechny zúčastněné skupiny a pedagogy. A také zvážit možné nahrazení půlkilogramového balíčku čočky balíčkem fazolí. Tím by se čas bádání zkrátil, a také by se zamezilo tak velkým odchýlkám kvůli poztrácení drobných zrněk čočky.

2.6.2 2. experiment – 13. 11. 2015 – Slovní úlohy (s velkými čísly) I. řešené skupinami

2.6.2.1 Cíl výukového celku

Cílem bylo vytvoření zadání libovolné slovní úlohy s velkými čísly. Tvoření slovních úloh přispívá k hlubšímu pochopení podstaty aritmetických operací. Současně jde o podporu dovednosti řešit úlohy, protože si žák uvědomuje nutnost formulovat řešitelskou úlohu srozumitelně a jednoznačně.

2.6.2.2 Příprava

Před samotným experimentem došlo opět k přípravě a společné diskusi s učitelkami daných tříd, ve kterých byl výzkum prováděn.

Následně byl vytvořený pracovní list, do kterého žáci zaznamenávali svá řešení (Příloha 2).

I nyní bylo velice důležité správně rozmístit technické přístroje, díky kterým byl výzkum zaznamenáván.

2.6.2.3 Pomůcky

Tentokrát měli žáci k dispozici pouze psací potřeby, pracovní list, a případně čisté papíry na své výpočty.

2.6.2.4 Zadání a organizace

Úloha 1 – Vymyslete slovní úlohu, ve které se bude počítat s velkými čísly

Žáci pracovali ve skupinách (3 až 5 žáků). Skupina měla za úkol vymyslet jakoukoliv slovní úlohu, ve které se bude počítat s velkými čísly. Žáci zapsali zadání své vymyšlené slovní úlohy do pracovního listu a dali svůj pracovní list jiné skupině. Jiná skupina slovní úlohu vypočítala a ohodnotila její zadání. Následně vrátila pracovní list zpět skupině, která zadání vymyslela.

Úloha 2 – Prezentace jednotlivých slovních úloh a společná diskuse

Jednotlivé skupiny prezentovaly svá zadání slovních úloh. Následně se vyjádřily k tomu, zda se skupina, která slovní úlohu řešila dopočítala ke správnému výsledku a jaký byl její postup. Každá skupina si ohodnotila svou práci a případně navrhla, zda by příště své zadání nějak změnila či doplnila.

Na konci hodiny proběhla diskuse celé třídy o tom, jaká by měla být dobrá slovní úloha. Žáci se zamýšleli nad tím, o čem by slovní úloha měla být. Diskutovali o tom, co by mělo být ve slovní úloze zadané, aby bylo možné úlohu dobře vypočítat. A vyjádřili se k tomu, zda je podle nich důležité, aby slovní úloha byla realistická a vázala se k běžnému životu.

2.6.2.5 Praktické provedení úloh na téma Slovní úlohy I. v 5.B

V 5. B bylo v den druhého výzkumu celkem 23 dětí. Žáci byli rozděleni do 6 skupin (5 skupin bylo po čtyřech žácích a 1 skupina po třech žácích). Každá skupina dostala papírky s určením rolí žáků ve skupinách (čas, hlas, zapojení, mluvčí). Paní učitelka je upozornila, že dnes bude nejdůležitější funkce čas. Do každé skupiny byly také rozdány pracovní listy. Žáci se podepsali a následně měli za 10 minut vymyslet jakoukoliv slovní úlohu, ve které se počítá s velkými čísly a zapsat pouze její zadání

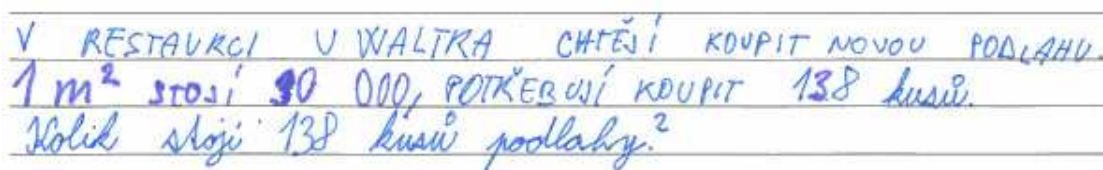
do pracovního listu. Paní učitelka ještě jednou připomněla, že by v zadání rozhodně neměla chybět čísla, které potřebujeme znát k výpočtu a také vhodná otázka.

Typy vytvořených slovních úloh a jejich rozbor

Slovní úlohy byly velice rozmanité. Vyskytovala se rozličná témata. Každá slovní úloha byla z jiného prostředí (restaurace, hokejový stadion, zlatnictví, papírnictví, cukrárna, prodejna se zahradním zařízením). K vyřešení úloh bylo také zapotřebí využít různé matematické operace. Některé slovní úlohy byly jednodušší a obsahovaly jen jednu otázku, naopak jiné byly složité, někdy až zamotané a řešitel musel provést více výpočtů, aby byl schopen odpovědět na zadanou otázku.

1. skupina vymyslela slovní úlohu o ceně nové podlahy (Obrázek 6).

Obrázek 6 - Slovní úlohy I. zadání - 1. skupina třídy 5. B

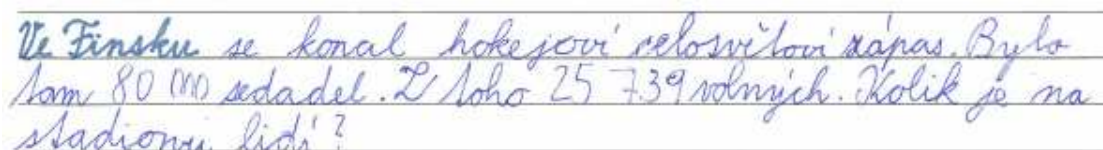


V RESTAURACI U WALTRA CHCEJÍ KOUPIŤ NOVOU PODLAHU.
1 m² STOJÍ 30 000, POTŘEBUJÍ KOUPIŤ 138 KUSŮ.
Kolik stojí 138 kusů podlahy?

Uvedená slovní úloha byla srozumitelná, ale bohužel nebyla jasně formulovaná, chyběla zde jednotka u 30 000 a také v úloze nebylo uvedené, že jeden kus podlahy odpovídá 1 m². Namísto počtu kusů by bylo lepší zadat výměru celé podlahy. I přes tyto nedostatky byla úloha při využití selského rozumu řešitelná a až na vysokou cenu podlahy za 1m² reálná.

2. skupina vytvořila slovní úlohu, která zjišťovala počet volných sedadel na hokejovém zápase (Obrázek 7).

Obrázek 7 - Slovní úlohy I. zadání - 2. skupina třídy 5. B



Ve Finsku se konal hokejový celosvětový zápas. Bylo tam 80 000 sedadel. Z toho 25 739 volných. Kolik je na stadionu lidí?

Tato úloha byla srozumitelná, přesto mohla být lépe formulovaná, opět zde chybělo uvedení názvu předmětů, kterých máme 25 739 volných. Úloha byla řešitelná a mohli bychom se s ní setkat v běžném životě.

3. skupina psala slovní úlohu ze zlatnictví (Obrázek 8).

Obrázek 8 - Slovní úlohy I. zadání - 3. skupina třídy 5. B

V zlatnictví u Ivety stojí
náhradelník 503800 003 Kč a prstýnek o 82000 Kč.
V zlatnictví u Kačky stojí náhradelník
25 200 520 Kč a prstýnek o 820 500 Kč víc.
U koho to je levnější? Kolik stojí prstýnek u Ivety
a u Kačky?

Zadání slovní úlohy bylo chaotické a nereálné. Úloha byla těžko řešitelná, kvůli tomu, že se řešitel do zadání snadno zamotal.

4. skupina se zaměřila na spravedlivé rozdělování množství papírů mezi 3 chlapce (Obrázek 9).

Obrázek 9 - Slovní úlohy I. zadání - 4. skupina třídy 5. B

Igor, Petr a Václav si mají rozdělit 1500 kusů
kusů papírů. Aby každý měl stejné množství.
Petr ale zjistil, že ve skladu jich mají ještě
900, to si museli také rozdělit. Kolik kusů
papírů měl dohromady Igor?

Úloha byla srozumitelná, jasně formulovaná a řešitelná. V reálném životě by ale nejspíš k podobné situaci nedošlo, rozhodně ne s uvedenými čísly.

5. skupina sestavila úlohu, která se odehrávala v cukrárně (Obrázek 10).

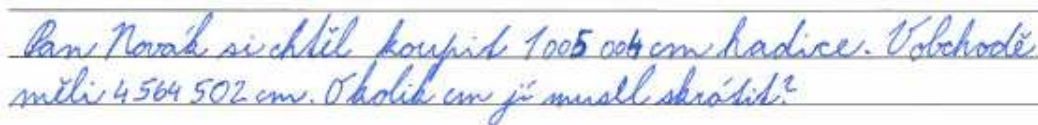
Obrázek 10 - Slovní úlohy I. zadání - 5. skupina třídy 5. B

V cukrárně mají 52424 pytlíků s bonbóny.
V každém pytlíku je 50 bonbónů.
Kolik bonbónů je v cukrárně?
Kolik korun děti zaplatí, pokud se si koupí
14 pytlíků po 70 korunách?

Zadání bylo srozumitelné, jasně formulované a úloha byla řešitelná. Jen cena jednoho pytlíku bonbónů byla na dnešní dobu příliš vysoká.

6. skupina chtěla vědět, o kolik cm si musí pan Novák zkrátit hadici (Obrázek 11).

Obrázek 11 - Slovní úlohy I. zadání - 6. skupina třídy 5. B



Pan Novák si chtěl koupit 1005 cm hadice. V obchodě měli 4564 502 cm. O kolik cm jí musel zkrátit?

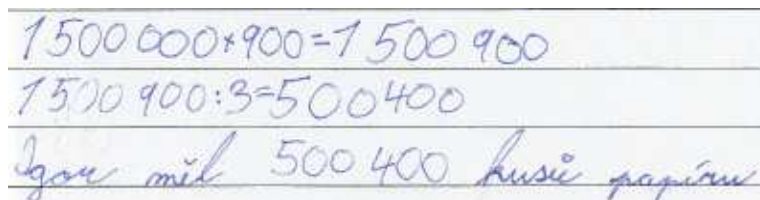
Srozumitelnost slovní úlohy byla dobrá. Úloha byla správně formulovaná a řešitelná. Jen v praktickém životě by byla zadaná ve větších jednotkách, protože při tak dlouhé hadici by byly údaje o její délce uvedeny alespoň v metrech.

Problémy, které se vyskytovaly při řešení slovních úloh

Slovní úloha 3. skupiny byla nepřehledná a zamotaná (Obrázek 8). Řešitelská skupina měla problém s tím, že nevěděla, co má vlastně počítat. V 6. skupině se zadání nejvíce odchylovalo od reality (Obrázek 11).

Samotné vyřešení slovní úlohy nedělalo nikomu problém, jen řešitelská skupina, která řešila slovní úlohu 4. skupiny špatně dělila, a proto se nedopracovala ke správnému výsledku, byť měla správný postup (Obrázek 12).

Obrázek 12 - Slovní úlohy I. řešení - 4. skupina třídy 5. B



$1500000 \times 900 = 1500900$
 $1500900 : 3 = 500400$
Igor měl 500400 kusů papíru

Prezentace jednotlivých slovních úloh, zhodnocení jejich řešení a zadání

Všechny skupiny postupně svá zadání slovních úloh představily, ohodnotily postup řešení a správnost výsledků skupiny, která jejich slovní úlohu řešila. Následně zhodnotily kvalitu svého zadání. Většina žáků byla se svým zadáním spokojená. Některé skupiny uvedly, že by příště použily větší čísla a vymyslely složitější zadání. 3. skupina kriticky přiznala, že jejich slovní úloha byla nepřehledná, a 6. skupina se shodla na tom, že jejich zadání nebylo ideální a že příště by napsala reálnější zadání.

Společná diskuse nad tím, jaká by měla dobrá slovní úloha být

Žáci se jednoznačně shodli, že slovní úloha by měla být srozumitelná, jednoznačná, přehledná, čitelně napsaná, ne úplně jednoduchá, ale zase ne příliš složitá. Společně přišli také na to, že je velice důležité správně položit otázku, na kterou chceme znát odpověď.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Po ukončení hodiny se učitelka v rozhovoru vyjádřila k průběhu celého experimentu. Přiznala, že není tak nadšená jako při minulém bádání, ale že jí překvapilo jak rozmanité slovní úlohy žáci vymýšleli a potěšilo jí, že tentokrát byly skupiny schopné dodržet zadaný čas. Vyjádřila se také k tomu, že na danou problematiku nebyl dostatek času, a že by se k těmto slovním úlohám ještě ráda vrátila a nechala je vyřešit všemi žáky. Také podotkla, že by bylo dobré, kdyby bylo v pracovním listě více místa na hodnocení, a že by příště chtěla po žácích, kteří úlohu vymyslel, aby si pod zhodnocení sami slovní úlohu vyřešili, protože měla občas pocit, že si sami nejsou jistí správným výsledkem.

2.6.2.6 Praktické provedení úloh na téma Slovní úlohy I. v 5. A

V této třídě bylo v den druhého výzkumu celkem 22 dětí. Žáci byli rozděleni do 5 skupin (2 skupiny byly po pěti žácích a 3 skupiny po čtyřech žácích). Každá skupina si zvolila svého zapisovače, kapitána, mluvčího a měřiče času. Do každé skupiny byly také rozdány pracovní listy a každá skupina dostala své číslo. Žáci se podepsali a měli 10 minut na vymyšlení a napsání zadání slovní úlohy, která by se počítala s velkými čísly. Paní učitelka opět shrnula, jaká by měla slovní úloha být. Že by měla být jasná, jednoduchá a srozumitelná.

Typy vytvořených slovních úloh a jejich rozbor

Témata slovních úloh byla opět rozmanitá a slovní úlohy byly zasazeny do různého prostředí. Aby žáci dospěli k odpovědi museli použít různé matematické operace. Slovní úlohy byly o trochu složitější než slovní úlohy, které vymýšleli žáci 5. B.

1. skupina napsala úlohu, která byla zasazená do ZOO shopu (Obrázek 13).

Obrázek 13 - Slovní úlohy I. zadání - 1. skupina třídy 5. A

V zoo shopu objednali 4 argy za 40 000 Kč. Každá akvárium s deseti rybičkami. jedno akvárium 10 000 Kč. Kolik zaplatili celkem?

Zadání bylo srozumitelné, ale úloha nebyla jednoznačně zadaná. Nebylo zcela patrné zda 40 000 Kč stál jeden papoušek nebo 4 papoušci. Řešitelnost a reálnost byla dobrá.

2. skupina se zajímala o výdělek cestovní kanceláře za letenky do Číny (Obrázek 14).

Obrázek 14 - Slovní úlohy I. zadání - 2. skupina třídy 5. A

Do Číny letělo za rok 12 452 561 lidí. Jedna letenka stojí 4900 Kč. Kolik cestovní kancelář vydělala?

Srozumitelnost a formulace zadání byla dobrá. Pro větší reálnost slovní úlohy by se skupina mohla dotazovat na to „Kolik korun vybere cestovní kancelář za prodej letenek do Číny?“ Slovo „výdělek“ označuje peníze, které cestovní kanceláři zbudou po zaplacení mezd zaměstnancům, letištních poplatků a dalších pohledávek, které musí cestovní kancelář uhradit.

3. skupina si vymyslela netradiční úlohu, ve které se zajímala o původní číslo (Obrázek 15).

Obrázek 15 - Slovní úlohy I. zadání - 3. skupina třídy 5. A

Myslím si číslo když k němu přičtu 13 odečtu 8 a vynásobím 3 a vydělím 4 přičtu 5 a vydělím 2 a přičtu 3, vynásobím 2500000 a vydělím 5 vyjde mi 5000000. Jaké číslo si myslím?

Tato slovní úloha byla originální a přesto správně formulovaná a srozumitelná. Její řešení sice zabralo více času a bylo důležité zvolit postup výpočtu „odzadu“, byla ale řešitelná.

4. skupinu zajímalo, kolik peněz zaplatil bohatý podnikatel za nákup různého majetku (Obrázek 16).

Obrázek 16 - Slovní úlohy I. zadání - 4. skupina třídy 5. A

Podnikatel si koupil vlnu za 35 859 612 Kč ke tomu si ještě přikoupil luxusní pláň za 29 658 931 Kč a koupil svojí dceru myšák a zaplatil za něj 3 319 656 138 Kč. Kolik zaplatil podnikatel za věci?

Zadání této úlohy bylo srozumitelné a správně formulované. Úloha byla snadno řešitelná. Čísla v úloze by mohla být reálná.

5. skupina vytvořila úlohu, kde pan Havránek vyhrál v loterii (Obrázek 17).

Obrázek 17 - Slovní úlohy I. zadání - 5. skupina třídy 5. A

Pan Havránek vyhrál v loterii 3 500 000 Kč. Za nové vybavení kuchyně utratil 91000 Kč. Za auto utratil 468 998 Kč. Kolik korun mu zbylo? Kolik utratil celkem?

Úloha byla srozumitelná, správně formulovaná, řešitelná a reálná.

Problémy, které se vyskytovaly při řešení slovních úloh

Problémy se objevily v nejednoznačnosti úlohy u 1. skupiny, kde nebylo jasné poznat, zda je cena udaná za 4 papoušky či jen za jednoho (Obrázek 13). U 2. skupiny došlo ke kurióznímu problému. Skupina si vymyslela tak velká čísla, že pak sama nebyla schopna úlohu vyřešit (Obrázek 14). Řešitelé slovní úlohy od 3. skupiny si stěžovali na to že úloha byla moc složitá, a že neměli dostatek času, aby ji mohli vypočítat (Obrázek 15).

Prezentace jednotlivých slovních úloh, zhodnocení jejich řešení a zadání

Jedna skupina po druhé představila svá zadání slovní úlohy a následně odpovídala na předem připravené otázky z tabule. Otázky zněly: Jakou úlohu jste vytvořili? Jak ji spolužáci vyřešili? Byla úloha řešitelná a srozumitelná? Jak by šla úloha dále řešit? Někteří žáci přiznali, že pro by pro ně bylo vyřešení úlohy příliš složitě

nebo že nepochopili správně zadání. Žáci si také všimli nedokonalé formulace otázky u úlohy 2. skupiny, která se ptala na to, kolik korun si cestovní kancelář za rok vydělala. Posluchači argumentovali tím, že cestovní kanceláři přece nezůstanou všechny peníze, které vybere za letenky, ale že z nich musí zaplatit mzdy pro piloty a letušky, palivo letadla, odvést daně a podobně. Skupina, která úlohu vymyslela, své neadekvátně použité slovo uznala a odvětila, že příště by použila otázku „Kolik peněz cestovní kancelář dostala za prodané letenky?“.

Společná diskuse nad tím, jaká by měla dobrá slovní úloha být

Všichni žáci se shodli, že zadání slovní úlohy musí být jednoznačné, a se srozumitelnou otázkou.

Zhodnocení experimentu paní učitelkou

Paní učitelce se líbilo, že žáci byli spontánní a přítomných kamer a diktafonů si nevšímalí. Experiment se slovními úlohami se jí líbil, ale zdálo se jí, že při minulém experimentu se více zapojili i žáci, kteří s matematikou trochu bojují, a kteří se naopak teď drželi více v ústraní. Byla ráda že se jí nové rozdělení do skupin povedlo, a že všechny skupiny pracovaly a dobraly se nějakého výsledku, byť se nezapojili všichni členové skupiny rovným dílem. Stejně jako její kolegyně z vedlejší třídy podotkla, že by bylo dobré, aby měli žáci na řešení a hodnocení slovní úlohy více místa v pracovním listě a nemuseli si psát vedle na speciální papír. Také by těmto slovním úlohám ještě věnovala určitý čas, aby si je mohli všichni žáci sami propočítat a znova si na nich ukázat důležité znaky, které by správná úloha měla mít.

2.6.2.7 Celkové zhodnocení 2. experimentu

Prokázalo se, že žáci jsou schopni řešit slovní úlohy, a dokonce si jejich zadání sami vymýšlet. Také se ukázalo, že je důležité, aby si žáci uvědomili jaká by měla správná slovní úloha být, a co by měla obsahovat, aby byla řešitelná.

Pro experiment s podobným námětem by bylo vhodné žákům rozdat tématické obrázky, na které by pak měli vymýšlet zadání slovní úlohy. Tím by se značně zkrátila doba, kterou žáci potřebovali na sestavení zadání slovní úlohy. Dále by bylo potřebné

zvětšit prostor pro zápis řešení v pracovním listu, aby si již žáci nemuseli zaznamenávat výpočty stranou na jiný papír.

2.6.3 3. experiment – 20. 11. 2015 – Slovní úlohy (s velkými čísly) II. řešené dvojicemi

2.6.3.1 Cíl výukového celku

Cílem bylo samostatné vytvoření zadání slovní úlohy s velkými čísly na téma, které bylo zadané pomocí obrázku. Procvičení tvoření slovních úloh, když byla zadána určitá kritéria. Uvědomění si důležitosti všech potřebných údajů k výpočtu, správně postavené otázky. Důležitá byla také jednoznačnost a srozumitelnost zadání slovní úlohy.

2.6.3.2 Příprava

Před samostatným výzkumem došlo k přípravě a společné diskusi s třídními učitelkami výzkumných tříd.

Poté byl vytvořen pracovní list, do kterého žáci zaznamenávali svá řešení (Příloha 3), ale i tématické obrázky. Na obrázcích se objevil obchod (Příloha 4), růže (Příloha 5), les (Příloha 6), zlatnictví (Příloha 7), trh (Příloha 8), plameňáci (Příloha 9), spartakiáda (Příloha 10), fotbalisté (Příloha 11) a dopravní zácpa (Příloha 12).

Přímo před hodinou bylo velmi důležité správné rozmístění kamer a diktafonů, které celý experiment zaznamenávaly.

2.6.3.3 Pomůcky

Při tomto bádání měli žáci k dispozici psací potřeby, pracovní list a také obrázky do dvojic.

2.6.3.4 Zadání a organizace

Úloha 1 – Vymyslete slovní úlohu, ve které se bude počítat s velkými čísly a která se bude vázat k tématu, které vám udává obrázek

Žáci si do dvojice vylosovali jeden obrázek. Následně na téma daného obrázku vymyslel každý žák svojí slovní úlohu, která se řešila za pomoci výpočtu s velkými čísly. Po zapsání zadání své slovní úlohy do pracovního listu si vyměnil svůj pracovní list se sousedem a zkusil vypočítat sousedovu slovní úlohu, ohodnotil ji a odpovídal na otázky v šedém rámečku (Byla úloha lehká či těžká? Byla úloha srozumitelná? Mohla by se situace z úlohy opravdu stát? Byla úloha řešitelná? Pokud byla úloha neřešitelná, napiš proč.). Po vyřešení úlohy vrátil žák pracovní list původnímu majiteli. Ten překontroloval výpočet svého kamaráda a následně zhodnotil své zadání. Poté se žák pokusil vymyslet slovní úlohu, která neměla řešení a snažil se objasnit proč daná úloha nejde vyřešit.

Na konci hodiny proběhlo shrnutí a společná diskuse nad jednotlivými slovními úlohami.

2.6.3.5 Praktické provedení úloh na téma Slovní úlohy II. v 5. B

V této třídě bylo v den třetího výzkumu celkem 23 žáků. Žáci si nejprve utvořili dvojice a každý žák dostal pracovní list a každá dvojice si vybrala jeden obrázek. Na daný obrázek následně každý žák vymýšlel své zadání slovní úlohy, které bude obsahovat velká čísla. Každý žák si podepsal svůj pracovní list a zapsal zadání své slovní úlohy.

Typy vytvořených slovních úloh

Žáci měli k dispozici 6 typů obrázků (obchod, růže, les, zlatnictví, trh, plameňáci). Na téma obchodu psalo svojí úlohu 7 dětí. Nejčastěji se objevovaly úlohy na výpočet množství potravin v obchodě či se objevila otázka na tržbu obchodu za prodané zboží. Na dalším obrázku se nelézaly růže. K tomuto obrázku vymýšleli úlohu dva žáci. Žáci psali úlohu o růžích a karafiátech a o tom, kolik růží a karafiátů zůstane v obchodě pokud si zákazník koupí určité množství těchto květin. Nebo kolik zákazník za koupené květiny zaplatí. K obrázku s lesem vymýšleli úlohu 4 žáci. Šlo

o slovní úlohy typy, v lese vyrostlo nějaké množství stromů, dřevorubci určitý počet stromů vykáceli a následně vysadili jiný počet stromů. Slovní úloha byla ukončená otázkou na současný počet stromů v lese. Na 4. obrázku bylo zlatnictví. Na toto téma vymýšleli svoji úlohu 4 žáci. Ve zlatnictví byly hodinky, prstýnky, náhrdelníky či náušnice. Otázka zněla kolik potencionální zákazník zaplatí za určitý počet hodinek, prstýnků či většího množství různých klenotů. Dalším tématem byl trh. Nad slovní úlohou s touto tematikou se zamýšleli 2 žáci. Jeden žák vymýšlel úlohu, která měla zjistit kolik by stál pronájem určitého počtu stánků na 1 den pokud počítáme i s DPH. Druhý žák se zajímal o tržbu za prodanou zeleninu. Na posledním obrázku byli znázorněni plameňáci. Slovními úlohami s plameňáky se zabývali 4 žáci. Slovní úloha se ptala na počet plameňáků, který zůstal ve vodě, pokud známe původní počet plameňáků, a následně nějakí odešli, odletěli, či je sežral krokodýl. Jeden žák chtěl znát ve své úloze odpověď na to, kolik je mezi plameňáky samic, když ví že je jich $\frac{1}{2}$ všech plameňáků.

Problémy, které se objevily při vymýšlení zadání slovních úloh

Jen 2 úlohy z 23 napsaných by se nedaly ze svého zadání vypočítat. Pár úloh mělo popletené či moc složité zadání, případně chyběla jednotka u daného čísla.

Řešení slovních úloh a zhodnocení zadání slovní úlohy

Většině žáků se povedlo úlohu svého souseda vypočítat. Pouze dva žáci nedokázali úlohu vypočítat a někteří žáci měli problém se správným pochopením zadání.

Následně se řešitelé vyjadřovali k otázkám, které se vztahovaly k zadání slovní úlohy. 18 dětem se zdála úloha, kterou počítaly, lehká a jen 5 dětí jí považovalo za obtížnou. 19 řešitelům přišla slovní úloha srozumitelná a reálná a jen 4 žáci se vyjádřili opačně. Jen 2 žáci uvedli, že je úloha neřešitelná a zbylých 21 žáků nemělo s řešením problém.

Zhodnocení zadání samotnými tvůrci

Většina tvůrců slovních úloh byla se svým zadáním spokojená a nic by na něm neměnila. Několik jednotlivců by svojí slovní úlohu ztížilo či by změnilo zadání, tak aby byla úloha realističtější.

Vymýšlení slovních úloh, které nemají řešení a odůvodnění jejich neřešitelnosti

Převážná většina žáků vymýšlela slovní úlohy, které se ptali na něco, co z textu nešlo vypočítat nebo to nebylo uvedeno. Některé úlohy nebylo možné vyřešit kvůli tomu, že nevycházelo celé číslo beze zbytku, či se mělo odečítat větší množství předmětů než byl původní stav.

Objevily se i 3 slovní úlohy, které by i přes tvrzení svých tvůrců řešitelné byly. Byla to například úloha, ve které se mělo odpovědět na otázku kolik tun váží 3 medvědi, když každý medvěd váží 80g. Žákovi, který tuto úlohu vymýšlel nedošlo, že výsledkem může být i to, že medvědi dohromady váží nula tun.

Společná diskuse o tom, jak se žákům pracovalo

Žáci uvedli, že se jim pracovalo dobře, vymýšlení je bavilo a částečně jim pomohl i minulý experiment zaměřený na slovní úlohy s velkými čísly, které byly řešené ve skupinách. A to hlavně tím, že si ujasnili co musí dobrá úloha obsahovat a jak by měla být postavená. Někteří jedinci se přiznali, že v návaznosti na minulý výzkum teď vymýšleli slovní úlohu těžší či naopak lehčí než minule. Třída se shodla na tom, že se jim jako jednotlivcům pracovalo a vymýšlelo zadání snáze každému zvlášť a za pomoci obrázků.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Paní učitelce se slovní úlohy jednotlivých žáků líbily a všimla si, že se tentokrát snažili přemýšlet všichni a nedocházelo k zapojení jen pár členů, jako tomu bylo minule při skupinové práci.

2.6.3.6 Praktické provedení úloh na téma Slovní úlohy II. v 5. A

V 5. A bylo v den třetího experimentu celkem 21 dětí. Každý žák dostal svůj pracovní list, který si podepsal. Následně si dvojice z klobouku vylosovala jeden

obrázek. K vylosovanému obrázku vymýšlel každý žák z dvojice svojí vlastní úlohu a zapsal jí na svůj pracovní list.

Typy vytvořených slovní úloh

Děti měly k dispozici 8 typů obrázků (růže, spartakiáda, fotbalisté, obchod, plameňáci, les, dopravní zácpa a také zlatnictví). Podle obrázku s růžemi vymýšleli svou úlohu 2 žáci. Zajímali se o sumu peněz, kterou zaplatí zákazník za nákup určitého množství růží či o to, kolik květin zákazníkovi zbude když o nějaké přijde. Slovní úlohu na obrázek tématicky zaměřený na spartakiádu tvořili dva žáci. Ve svých úlohách se ptali na počet atletů, kteří postoupili do dalšího kola a naopak počet atletů, kteří byli vyřazeni, ale také se zajímali o celkový počet všech diváků a atletů na závodech. Tématem fotbalistů se zabývali dva žáci, zajímal je celkový počet gólů, který dali hráči za zápas. Na téma obchod psalo svojí úlohu 6 dětí. Zajímala je útrata za nákup různých potravin či zboží. Obrázkem s plameňáky byli inspirováni dva tvůrci slovních úloh. Ve své úloze se ptali na to, kolik plameňáků je v určité ZOO či kolik plameňáků zůstalo v ohradě, když se určitá část odebrala k spánku. Tématu lesa se věnoval pouze jeden žák, a ten se zajímal o to, kolik stála výsadba nových stromků. Slovní úlohu, která se vázala k obrázku s dopravní zácpou vymýšleli dva žáci. Jeden se ve své úloze tázal na množství autobusů, které odjelo do určité hodiny, když víme v kolik vyjel první autobus a jak často jezdí. A druhý se zajímal o to, kolik aut stojí v koloně, když celkem je tam určitý počet vozidel a určitý počet autobusů. Zbylí 4 žáci psali slovní úlohu, která byla inspirovaná obrázkem zlatnictví. Otázka slovní úlohy byla zaměřena na sumu peněz, kterou zaplatil zákazník za určité množství různých šperků, či na to, kolik peněz zbude zákazníkovi po nakoupení určitých klenotů.

Problémy, které se objevily při vymýšlení zadání slovních úloh

Tři úlohy byly špatně zadané a tak se nedaly vyřešit. Některé úlohy byly nejasně zadané či trochu zamotané.

Řešení slovních úloh a zhodnocení zadání slovní úlohy

Všem žákům kromě tří se povedlo slovní úlohu svého souseda vypočítat. Někteří řešitelé měli problém se správným pochopením zadání.

Následně došlo k hodnocení zadání slovních úloh pomocí otázek. 17 žákům se zdála úloha lehká a pouze čtyřem se jevila jako těžší. Pro 15 žáků bylo zadání slovní úlohy srozumitelné a 6 řešitelů mělo problém s pochopením zadání. Děti se vyjádřily, že 19 slovních úloh bylo reálně proveditelných v běžném životě a jen 2 byly nereálné. 18 jedinců napsalo, že je úloha řešitelná a pouze 3 měli s řešením problém.

Zhodnocení zadání samotnými tvůrci

Převážná většina tvůrců slovních úloh, byla se svým zadáním spokojená. Pár jedinců by lépe vysvětlilo zadání, či úlohu ztížilo.

Vymýšlení slovních úloh, které nemají řešení a odůvodnění jejich neřešitelnosti

U úloh, které byly neřešitelné, převládaly dva způsoby zadání. Buď v zadání určitý důležitý údaj chyběl, a nebo úloha nešla dopočítat, protože byl výchozí počet prvků menší než prováděné ubrání nebo předměty nebylo možné rozdělit beze zbytku.

V této třídě se neobjevila žádná slovní úloha, která by byla vydávaná za neřešitelnou ačkoliv by řešení měla. Několikrát se však stalo, že tvůrce zapomněl napsat otázku bez které si můžeme jen domýšlet úmysl slovní úlohy a nedá se tedy její řešitelnost či neřešitelnost jistě prokázat.

Společná diskuse o tom, jak se žákům pracovalo

Na společnou diskusi už v hodině nezbyl čas, a proto žáci následně další den vyjádřili písemně do pracovních listů své pocity z experimentu. Skoro všechny účastníky tvorba slovních úloh bavila. Přiznali, že se jim snáze pracovalo, když měli zadané téma, na které mají slovní úlohu vymyslet. Uvedli také, že se jim lépe pracovalo samostatně, než při minulém výzkumu, kdy slovní úlohy vymýšleli ve skupinách. Pár žáků napsalo, že jim nebyla úplně příjemná přítomnost kamer a diktafonů, ale že si začínají pomalu zvykat. Celkově hodnotili 3. výzkum velice kladně a bavilo je hlavně vymýšlení neřešitelné slovní úlohy.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Paní učitelka potvrdila, že tentokrát se zapojovali všichni žáci a měla z toho velikou radost. Byla si jistá, že žáky tato hodina bavila a že se i něco přiučili, byť byla

tvorba slovních úloh už blíže klasickému vyučování než tomu bylo u experimentu s čočkou. Přiznala také, že bylo znát vliv minulé hodiny, kde se děti již tvorbou slovních úloh zabývaly.

2.6.3.7 Celkové zhodnocení 3. experimentu

Tímto experimentem se povedlo zapojit do vytváření slovních úloh všechny žáky. Bylo znát, že žáci již načerpali nějaké zkušenosti z minulého experimentu. Jejich úlohy byly nyní více promyšlené, přehledné a složitější. Díky tématickým obrázkům žákům nezabralo vymýšlení zadání tolik času jako při minulém experimentu, kdy měli výběr tématu zcela volný. Za pomoci vymýšlení slovních úloh, které nejsou řešitelné, si žáci procvičili a ujasnili, jaké informace ve slovní úloze nesmí chybět a jak moc důležité je správné formulování otázky.

2.6.4 4. experiment – 25. 11. 2015 – Čtverečky - obohacování představ o velkých číslech I. (návod, jak zjistit počet prvků)

2.6.4.1 Cíl výukového celku

Cílem tohoto výzkumu bylo, aby žáci byli schopni napsat ve skupině postup výpočtu počtu čtverečků na čtverečkovaném papíře tak, aby podle něj mohla jiná skupina dojít ke správnému řešení. Následně si žáci procvičili i počítání podle postupu nějaké jiné skupiny. Řešitelé by si měli propojit teoretickou znalost používání vzorečku na výpočet obsahu a jeho praktické použití. Procvičili si také počítání s velkými čísly.

2.6.4.2 Příprava

Samotnému experimentu předcházela příprava a společná diskuse s třídními učitelkami tříd, ve kterých se experiment konal.

Tentokrát si paní učitelky připravily pracovní listy samy. Šlo o barevné velké čtvrtky, které byly rozděleny do 3 až 4 částí. První část, největší, sloužila pro zapsání postupu, který by vedl k vyřešení problému s počtem čtverečků na čtverečkovaném papíře. Postranní pravý sloupec sloužil k zhodnocení skupiny, která se podle tohoto postupu jiné skupiny snažila příklad vypočítat. Řádek dole byl připraven na hodnocení

a postřehy skupiny, která vymýšlela daný postup. Skupina si vedle mohla nakreslit smajlíka a tím vyjádřit, jak se jim při tomto výzkumu pracovalo.

Opět byla důležitá správná příprava a rozmístění nahrávacích zařízení.

2.6.4.3 Pomůcky

K tomuto experimentu měly skupiny k dispozici psací potřeby, pracovní list na barevné velké čtvrtce a čtverečkovaný papír, kde chyběla část čtverečků.

2.6.4.4 Zadání a organizace

Úloha 1 – Napiš pro své kamarády návod, jak zjistit počet čtverečků na dvojarchu čtverečkovaného papíru s utrženým rohem

Děti se rozdělily do čtyřčlenných skupin. Každá skupina zapisovala návod na velký arch papíru. Po ukončení práce si skupiny návody vyměnily a měly za úkol zjistit počet čtverečků na papíře (všechny skupiny měly stejný papír). Vedle návodu napsaly svůj názor na postup, podle kterého problém řešily. Následně si papíry opět vrátily a každá skupina si sama zhodnotila svůj postup dolů pod svůj návod. Nakonec proběhla diskuse a představení postupů, které skupiny využívaly, jejich zhodnocení a osvětlení správných postupů a výsledků.

2.6.4.5 Praktické provedení úloh na téma Čtverečky v 5. B

Při čtvrtém výzkumu bylo ve třídě 24 žáků. Žáci byli rozděleni do 6 skupin a každá skupina dostala velkou barevnou čtvrtku a čtverečkovaný papír. Na velkou čtvrtku měla skupina napsat postup, podle kterého by se dalo zjistit, kolik čtverečků je na celém čtverečkovaném papíru. Paní učitelka upřesnila, že stačí když odhalí počet čtverečků na jedné straně čtverečkovaného dvojarchu.

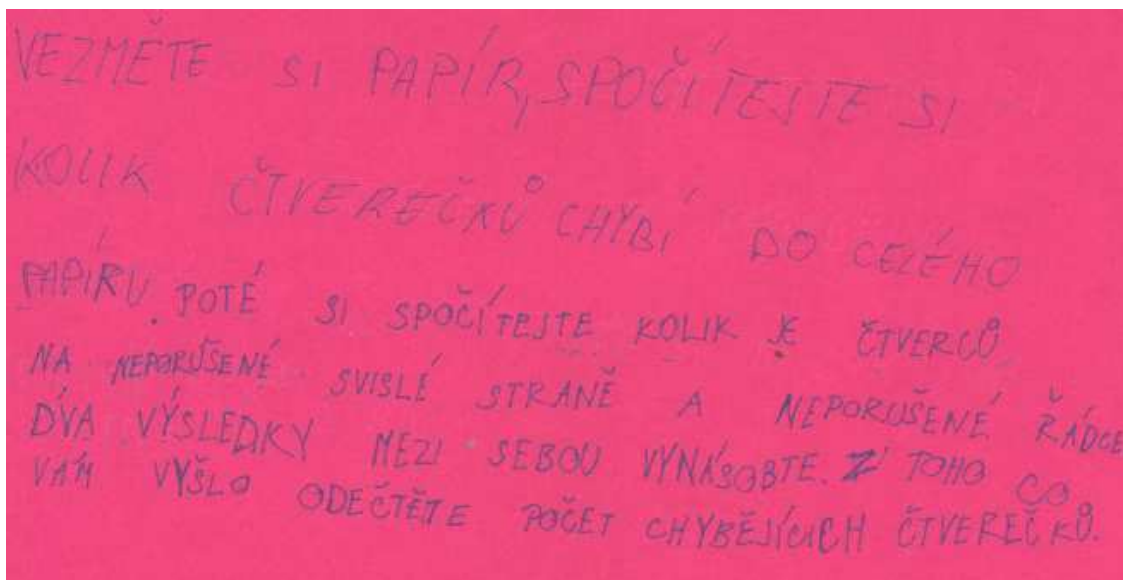
Členové každé skupiny si rozebrali funkce (mluvčí, čas, hlas, zapojení, zapisovatel).

Různé typy postupů

V principu se objevily 2 typy řešení.

Jeden byl založen na tom, že si žáci spočítali obsah celého dvojarchu papíru a následně od něj odečetli obsah chybějících čtverečků (Obrázek 18).

Obrázek 18 - Čtverečky 1. typ řešení - růžová skupina třídy 5. B



Druhý postup spočíval v rozdělení dvojarchu na jednotlivé části. Obsah každé části spočítali žáci zvlášť a následně jednotlivé části sečetli (Obrázek 19).

Obrázek 19 - Čtverečky 2. typ řešení - oranžová skupina třídy 5. B

horní řada výsledků vynásobte napíše
 souvislost (ne shora dolů)
 vedle obrázku

číslo 5
 spočítala je
 kulo část

hři spočítala schody
 (tím samým způsobem)

Uspořádejte vřechy 2-5 schodů

2 s. = 224
 3 s. = 371
 4 s. = 536
 5 s. = 758

Počty schodů která vám vyjde sečtejte dohromady
 počít která vám vyjde sečtejte do s číslem 5
 TO BUDE KONEČNÝ VÝSLEDEK

VÝSLEDEK 1573

Pět skupin ze šesti si do svého návodu nakreslilo i obrázek, který pochopení jednotlivých kroků velmi ulehčil.

Počítání podle postupů a zhodnocení postupů

Skupiny si mezi sebou vyměnily pracovní listy (modrá s oranžovou, růžová se žlutou, světle zelená s tmavě zelenou). A snažily se podle návodu od jiné skupiny vypočítat množství čtverečků na dvojarchu čtverečkovaného papíru. Mohly si dělat

poznámky a zapisovat výpočty na čtverečkovaný papír. Následně se zamyslely nad tím, jak se jim podle návodu jiné skupiny pracovalo, a zapsaly hodnocení do pravého sloupce vedle postupu práce. Některé skupiny přiznaly, že se jim počítalo špatně, protože návod byl nejasný, málo podrobný či nedokončený.

Diskuse a představení jednotlivých postupů a jejich hodnocení

Po dopočítání výpočtů představila každá skupina svůj postup, podle kterého počítala a zhodnotila tento postup. Pokud bylo potřeba, doptala se skupina na nejasnosti přímo skupiny, která postup vymýšlela. Skupiny také zveřejnily výsledek, ke kterému se dopočítaly. Jedna skupina se dopočítala na čtvereček přesně ke správnému řešení, což bylo 4 659 čtverečků. A pouze jedna skupina pracovala úplně špatně, svým postupem ani k výsledku dojít nemohla. Ostatní skupiny se někde odchýlily ve výpočtech, ale postup měly v celku správný.

Při hodnocení některé skupiny uvedly, že návod od jiné skupiny byl nepřesný, nedostatečně podrobný či nebyl doveden do úplného konce.

Zhodnocení vlastního vytvořeného postupu

Po dopočítání došlo k navrácení pracovních listů zpět jejich majitelům. Ti si přečetli hodnocení od jiné skupiny a následně dolů pod svůj postup napsali své hodnocení svého postupu a co by případně na svém návodu pro příště zlepšili.

Nakonec se měla skupina shodnout na smajlíkovi a nakreslit ho. Smajlík měl vyjadřovat, jak se skupině jako celku při experimentu pracovalo a zda se jim jejich práce líbila.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Po skončení bádání byla paní učitelka nadšená. Měla velice dobrý pocit z toho, jak dobře žáci pracovali, jak se snažili, ale také z toho jak hodina plynula. Všimla si také toho, že děti měly problém s hodnocením a sebehodnocením. Jejich hodnocení bylo velice strohé a obecné. Osvětlila ale, že o tomto problému ví a snaží se na něm s dětmi pracovat.

2.6.4.6 Praktické provedení úloh na téma Čtverečky v 5. A

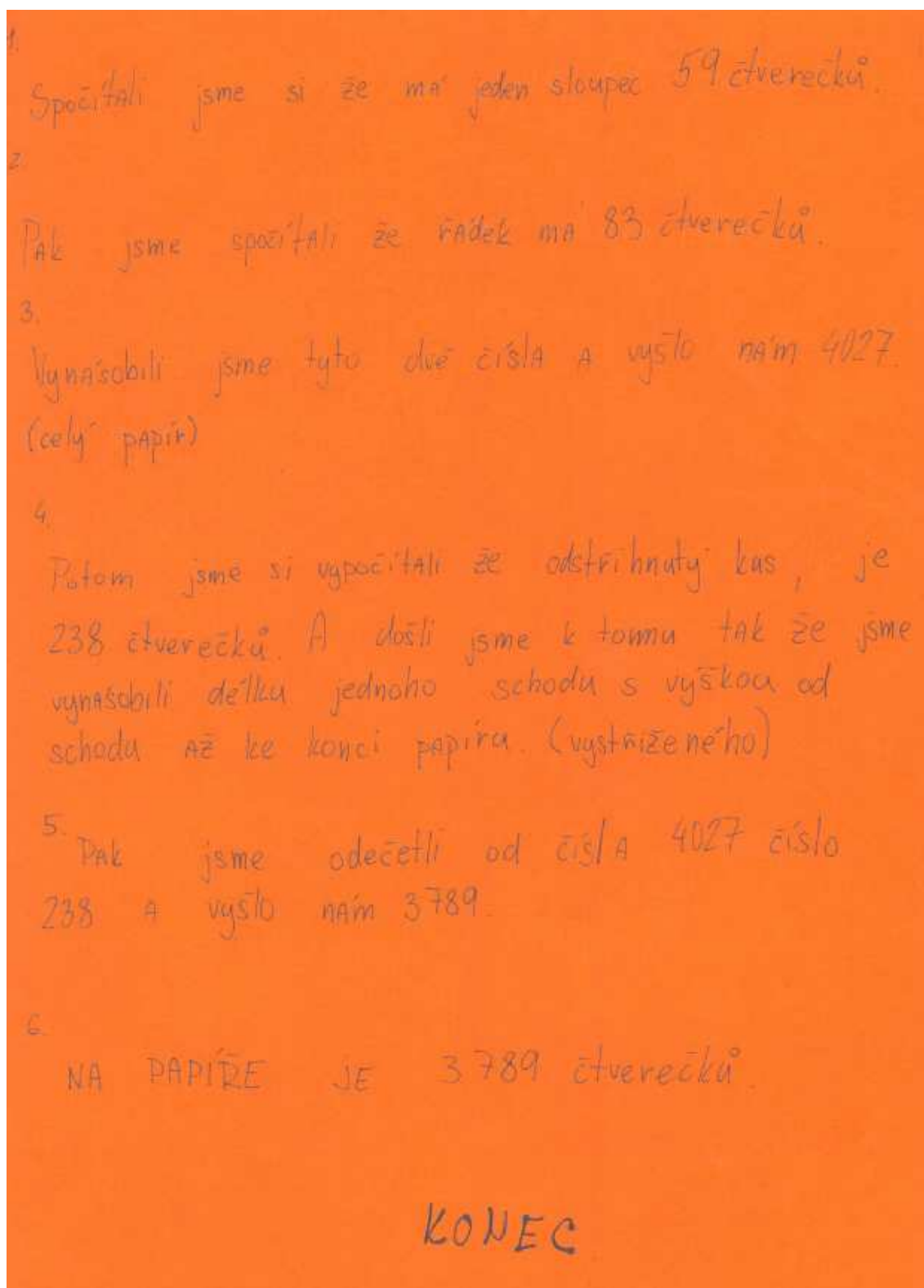
V 5. A bylo v den čtvrtého výzkumu 20 dětí. Paní učitelka vysvětlila žákům, co se po nich bude požadovat a jaký je jejich úkol. Následně rozdělila děti do pěti skupin a každá skupina dostala velkou barevnou čtvrtku a dvojarch čtverečkovaného papíru. Skupina si měla rozdělit mezi sebou funkce (zapisovač, kapitán, mluvčí a měřič času). Poté se měla každá skupina zamyslet nad postupem, který by vedl k vyřešení problematické úlohy, ve které měly skupiny odpovědět na to, kolik je na čtverečkovaném dvojarchu čtverečků, a zapsat výsledek.

Různé typy postupů

V této třídě se objevily také dva způsoby postupů.

První typ řešení spočíval ve spočítání obsahu celého dvojarchu papíru a následného odečtení obsahu chybějících čtverečků (Obrázek 20).

Obrázek 20 - Čtverečky 1. typ řešení - oranžová skupina třídy 5. A



Druhý typ řešení byl založený na rozdělení dvojarchu na jednotlivé části. Žáci spočítali obsah každé části zvlášť a jednotlivé obsahy poté sečetly (Obrázek 21).

Obrázek 21 - Čtverečky 2. typ řešení - světle zelená skupina třídy 5. A

- Nejprve jsme si vypočítali kolik čtverečků je v jednom řádku do prvního ústřížku - 60.
- A to samé v jednom sloupci - 60.
a tak jsme došli k výpočtu $60 \cdot 60$.
- Vyšlo nám 3 600. Pak jsme zjistili že v prvního ústřížku chybí 12 čtverečků. V druhého ústřížku jich chybí 42. V třetího ústřížku jich chybí 88.
- A v posledního jich chybí 96. Zjistili jsme že jich chybí 238. Pak jsme zjistili že ve zbytku je v řádku 25 čtverečků. Už víme že v jednom sloupci je 60 čtverečků. A tak došli k příkladu $60 \cdot 25$ to se rovná 1 500. Odečetli jsme si od toho 238.
- Vyšlo nám 1 262.
- to jsme sečetli s 3 600 a výsledek byl 4 862.
- to jsme vynásobili dvěma
a vyšlo nám 9 724.

Tvůrci postupů se sami do příkladu zamotali. Psali postup úlohy hned s čísly, místo toho, aby se nad ní jen obecně zamysleli a jednotlivé kroky podrobněji popsali nebo je doplnili o nákresy.

Počítání podle postupů a zhodnocení postupů

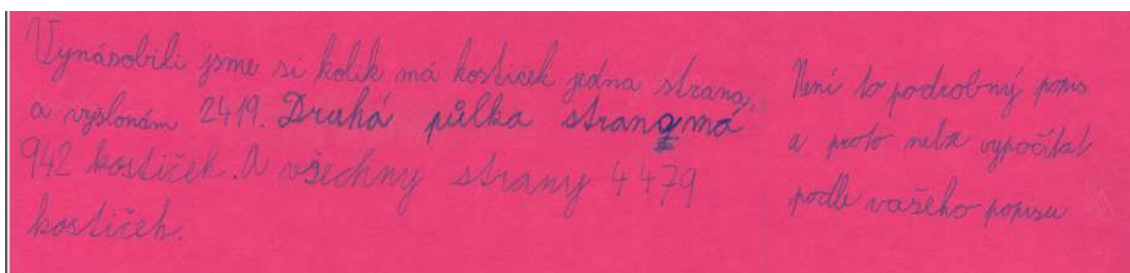
Po dopsání si skupiny mezi sebou vyměnily pracovní listy a snažily se podle návodu příklad vyřešit. Měly s tím ale velké problémy, protože napsané postupy byly značně strohé a nejednoznačné. Následně jednotlivé kroky postupu zhodnotily a své hodnocení napsaly vedle do pravého sloupce.

Diskuse a představení jednotlivých postupů a jejich hodnocení

Poté se vrátily pracovní listy zpět jejich tvůrcům, ti si přečetli hodnocení od jiné skupiny a následně představili svůj postup a hodnocení jiné skupiny. Skupina uvedla také výsledek, ke kterému se dopočítala. Oranžová skupina přiznala, že u nich nedošlo k zapojení všech členů při práci.

Do hodnocení některé skupiny uvedly, že postup který byl vymyšlený jinou skupinou nepochopily, neorientovaly se v něm či byl pro ně příliš strohý nebo dokonce nedokončený a proto se jim špatně počítalo (Obrázek 22).

Obrázek 22 - Čtverečky postup - růžová skupina třídy 5. A



Ani jedna skupina se nedopočítala ke správnému výsledku, což bylo 4 659 čtverečků. Žáci pak ale namítali, že si mysleli, že mají spočítat čtverečky z obou stran čtverečkovaného archu a ne jen z jedné. I když se následně vzala tato připomínka v potaz, nikdo se ke správnému výsledku nedopočítal.

Nakonec paní učitelka ukázala na tabuli postup, který při řešení úlohy použila ona sama. Někteří jedinci podotkli, že počítali dobře, ale že nestihli dopočítat vše v daném čase. Následně proběhla diskuse o tom, co by měl mít správný návod,

aby podle něj dokázal někdo něco vytvořit či vypočítat. Žáci podotkli, že by měl být přesný, mít jasné a dostatečně podrobné popisky a že by bylo dobré, kdyby byl doplněn o nějaký nákres, který se váže k postupu řešení.

Zhodnocení vlastního vytvořeného postupu

Po diskusi se skupiny snažily samy zhodnotit svůj navrhovaný postup. A případně dopsaly to, co by příště na svém návodu změnily. Napsaly, že by svůj postup změnily celý nebo by ho napsaly srozumitelněji.

Poté dostal každý žák od učitelky prázdný papír, na který měl zhodnotit, jak se jemu samotnému pracovalo, zda souhlasil s postupem skupiny nebo by použil nějaký svůj jiný postup, a podobně.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Paní učitelka byla z celého bádání trochu rozpačitá. Mrzelo ji, že se žáci do postupů a řešení zamotali a přemýšlela, zda jim úlohu dobře vysvětlila a zda jejímu zadání žáci dobře porozuměli. Podotkla, že žáci, místo toho, aby svůj postup více konkretizovali, pracovali moc s konkrétními čísly, a ta je zmátla. Vyjádřila také názor, že bylo vidět, že se žáci s podobnými úlohami zatím nesetkali, a tudíž ani pořádně nevěděli, jak je řešit. Byla ale ráda, že i přes nesprávný výsledek se děti stále snažily nad úlohou přemýšlet a přijít na to, kde se v jejich výpočtu stala chyba.

Při výzkumu se opět projevilo, že tato třída neumí dobře pracovat ve skupinách a práce jim jde lépe, když mohou pracovat každý sám. S tímto problémem se paní učitelka setkává i v jiných předmětech. Tento stav se snaží řešit a pracovat na zlepšení i za pomoci pedagogického poradce.

2.6.4.7 Celkové zhodnocení 4. experimentu

Prokázalo se, že s podobnými úlohami se žáci běžně nesetkávají a tudíž je pro ně jejich řešení složitější. Tento experiment ale pomůže při řešení pátého experimentu, který je postavený na podobném principu.

Projevilo se i to, že někteří žáci mají z běžného života zkušenosti s návody na sestavení nábytku, či s kuchařskými recepty, a proto byl jejich postup popsán více

dopodrobna a případně doplněn i nákresem. I přes částečné neúspěchy v počítání žáci neztráceli chuť do bádání.

2.6.5 5. experiment – 9. 12. 2015 – Trojúhelníky – obohacování představ o velkých číslech II. (návod, jak zjistit počet prvků)

2.6.5.1 Cíl výukového celku

Cílem tohoto výzkumu bylo, aby žáci byli schopni vymyslet a zapsat postup výpočtu, který povede k odhalení počtu trojúhelníků na pracovním listě, a tento výpočet provést. Žáci používali již nabyté znalosti z minulého výzkumu na téma Čtverečků a tyto vědomosti si upevnili. Také řešitelé měli propojit teoretickou znalost používání vzorečku na výpočet obsahu a jeho praktické využití. A samozřejmě si procvičili počítání s velkými čísly.

2.6.5.2 Příprava

Před experimentem proběhla příprava a společná diskuse s učitelkami tříd, ve kterých výzkum probíhal.

Poté byl vytvořený pracovní list, do kterého žáci zaznamenávali svá řešení a list s trojúhelníky (Příloha 13), které měli žáci spočítat.

Neméně důležitá byla i příprava a správné rozmístění nahrávacího zařízení.

2.6.5.3 Pomůcky

K tomuto výzkumu měli dvojice k dispozici psací potřeby, pracovní list a list s trojúhelníky.

2.6.5.4 Zadání a organizace

Úloha 1 – Odhadněte počet trojúhelníků na obrázku a zapište. Zjistěte počet trojúhelníků na obrázku. Zapište, jak jste pracovali.

Děti pracovaly ve dvojicích. Každá dvojice zapsala řešení do pracovního listu. Po ukončení práce si skupiny řešení vyměnily a zhodnotily ho (pomocí smajlíků a slovně). Nakonec následovala diskuse, která se týkala toho, jak se žákům pracovalo,

ale i porovnání 4. experimentu (počítání čtverečků ve čtverečkovaném dvojarchu papíru) a aktuálního 5. experimentu.

2.6.5.5 Praktické provedení úloh na téma Trojúhelníky v 5. B

Před začátkem nového experimentu paní učitelka zopakovala, nad čím žáci bádali před dvěma týdny.

V den pátého výzkumu bylo v 5. B 24 dětí a tudíž byly rozděleny do 12 dvojic. Každá dvojice dostala pracovní list a list s trojúhelníky. Dvojice se podepsaly na oba papíry, a následně do pracovního listu doplnily svůj odhad počtu trojúhelníků, které byly vyobrazeny na druhém papíru. Po provedení odhadu se pokusily trojúhelníky spočítat. Svůj postup a výsledek opět zapsaly do pracovního listu. V případě potřeby se mohly dělat jakékoliv poznámky do papíru s trojúhelníky.

Odhady množství trojúhelníků

Odhady se u jednotlivých dvojic značně lišily. Nejmenší tip byl 70 trojúhelníků a naopak největší 900 trojúhelníků.

Různé typy řešení

Při experimentu se objevily 4 postupy. První postup spočíval v tom, že si žáci spočítali počet trojúhelníků na kratší straně a vynásobili ho počtem trojúhelníků na delší straně. Druhý typ řešení byl založen na tom, že si žáci spočítali počet trojúhelníků ve dvou sloupcích a následně je vynásobili počtem sloupců. Ve třetím postupu si žáci rozdělili obrazec úhlopříčkou na dva menší obrazce. Následně si spočítali počet trojúhelníků v jednom obrazci a vynásobili ho dvěma. V posledním způsobu dvojice počítali trojúhelníky po jednom trojúhelníku.

Zhodnocení řešení

Některé dvojice psaly, že neporozuměli postupu, nevěděli s jakou řádkou či sloupcem spolužáci počítali nebo nevěděli kde na dané číslo přišli. Větší část řešitelů ale postup pochopila a dokázala podle něj určit, zda je úloha správně vypočítána či nikoliv.

Po vrácení pracovních listů zpět k jejich majitelům si dvojice přečetly hodnocení a následně sami ohodnotily svůj postup řešení úlohy. A také dopsaly, zda jim hodnocení a rada od spolužáků pomohla. Většina dvojic napsala, že jim rada nepomohla nebo že jí nebudou brát v potaz, protože měli úlohu správně vypočítanou už předtím.

Společná diskuse a porovnání aktuálního a minulého experimentu

Paní učitelka si zapsala výsledky jednotlivých skupin na tabuli a poté prozradila, který výsledek je správný. 9 z 12 dvojic mělo správný výsledek.

Následně se žáci vyjadřovali k tomu, zda se jim zdálo dnešní bádání snazší nebo těžší než minulé bádání, a proč si to myslí. Většina řešitelů se vyjádřila, že počítání trojúhelníků bylo snazší, protože byly větší, bylo jich méně, a už věděli, jak podobné úlohy řešit. Někteří žáci přiznali, že se jim lépe pracovalo ve skupinách, protože pak snáze něco vymysleli a někteří naopak preferovali dvojice, protože bylo jednodušší se domluvit ve dvojici než ve skupině.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Paní učitelka byla s průběhem experimentu spokojená. Byla ráda, že se zapojili všichni žáci a že jim už takováto netradiční úloha nečinila takové problémy jako při minulém experimentu. Práce žáků se jí líbila a překvapilo ji množství správných odpovědí.

2.6.5.6 Praktické provedení úloh na téma Trojúhelníky v 5. A

I druhá paní učitelka před začátek nového výzkumu zopakovala klíčové body z výzkumu předchozího.

Následně rozdělila žáky do dvojic. V den pátého výzkumu bylo ve třídě 22 dětí, a tudíž vzniklo 11 dvojic. Poté rozdala každé dvojici pracovní list, list s trojúhelníky a nechala je podepsat. Každá dvojice napsala do pracovního listu svůj odhad počtu trojúhelníků, které byly zobrazeny na druhém papíru. Poté vymyslela, jak by se dal počet trojúhelníků zjistit, a svůj postup i výsledek zapsala do pracovního listu. Řešitelé si mohli psát mezivýpočty a postup do listu s trojúhelníky.

Odhady množství trojúhelníků

Odhady se i v této třídě od sebe značně lišily. Nejmenší odhad byl 100 trojúhelníků a největší dokonce 2 000 trojúhelníků.

Různé typy řešení

Stejně jako v předešlé třídě se i v této objevovaly 4 postupy výpočtu. První postup byl založen na tom, že si žáci spočítali počet trojúhelníků ve sloupci a počet trojúhelníků v řádce a tyto údaje mezi sebou vynásobili. Druhý způsob řešení byl postaven na tom, že si žáci spočítali počet trojúhelníků ve dvou sloupcích a následně je vynásobili počtem sloupců. Třetím řešením, které se objevovalo, bylo počítání trojúhelníků po jednom. A posledním řešením bylo rozdělit obrazec trojúhelníků pomocí úhlopříčky na dva shodné obrazce. Vypočítat množství trojúhelníků v jednom obrazci a vynásobit výsledný počet dvěma.



Zhodnocení řešení

V pracovních listech se vyskytovala hodnocení, která napovídala tomu, že hodnotící skupina nepochopila postup, kterým úlohu řešila předešlá skupina. Někteří žáci nevěděli jak řešitelé přišli na určité počty trojúhelníků, a co vlastně mezi sebou násobili a sčítali (Obrázek 22).

Obrázek 23 - Trojúhelníky postup a zhodnocení - 10. skupina třídy 5. A

jak postupovali? Nejprve jsme si spočítali že v
horním řádku je 9 trojúhelníků. V řádku pod
ním je 10 trojúhelníků. Pak jich je také 10 a
potom je jich 9. Ve sloupci který vede od řádku
s 10 ti trojúhelníky je jich 17. V řádku kde je 9
trojúhelníků je to stejné. Pak jsme si vypočítali
že $10 \cdot 17 = 170$ a že $9 \cdot 14 = 126$ a že $170 + 53 = 223$ na papíře je
223 trojúhelníků

jaké žáků, kteří
to hodnotili:

je-li odpověď správně? Zaškrtni.  

co vám na řešení líbí?
Líbilo se nám to ale, a korát sme nepochopily
jak to počítat.

Po vrácení listů zpět řešitelským dvojicích si dvojice přečetly hodnocení a poté se samy snažily zhodnotit svůj postup řešení. Ve většině případů dvojice řešitelů uvedla, že jim rady jiné dvojice nijak nepomohly.

Společná diskuse a porovnání aktuálního a minulého experimentu

Po prozrazení správného výsledku se objevila pouze jedna skupina, která měla jiný výsledek.

Následně se žáci snažili zhodnotit svojí práci v tomto experimentu a porovnat minulý a současný experiment. Žáci se shodli na tom, že počítání počtu trojúhelníků pro ně bylo mnohem snazší než počítání čtverečků a to kvůli tomu, že trojúhelníky byly větší, nebylo jich tam takové množství a žádné v obrazci nechyběly. Obrazec byl pravidelný.

Zhodnocení výzkumu paní učitelkou

Po skončení hodiny byla paní učitelka s bádáním spokojená. Byla ráda, že to žáky bavilo a že se do přemýšlení zapojili všichni. Bylo také vidět, že této třídě opravdu více vyhovuje práce pro jednotlivce či dvojice více, než práce pro celé skupiny.

2.6.5.7 Celkové zhodnocení 5. experimentu

Experiment se povedl. Potvrdilo se, že když žáci řeší netradiční úlohu, se kterou se dosud nesetkali, podruhé, tak se jejich postupy řešení rychle zlepšují a i výsledky jsou mnohem blíže správnému řešení. Žáky zjišťování počtu trojúhelníků bavilo více, než minulé zjišťování počtu čtverců. Díky práci ve dvojicích se žáci i mnohem více zapojili.

3 ZÁVĚR

3.1 Charakteristické jevy badatelsky orientované výuky

Badatelsky orientované vyučování je netradičním vyučováním matematice. Mezi úlohy s badatelským zaměřením mohou patřit jakékoliv úlohy, které jsou blíže praktickému životu, a k jejich vyřešení může dojít různými postupy.

Cílem BOV je poznání a upevnění určitých jevů spojených s matematikou, které je založené na samotném žákovském bádání.

Při bádání je důležitý i prostor na chybu. Každé řešení či myšlenka, byť chybná, posune svého řešitele dál. Neměli bychom se tedy chybování při bádání obávat.

Důležitým prvkem badání je kritické hodnocení či diskuse skupiny řešitelů nad zjištěnými výsledky a postupy, které vedly k řešení.

3.2 Problémy, které se objevily při bádání

Při projektu se vyskytly i některé problémy či nedostatky. V experimentu, který probíhal jako první, by bylo lepší příště využít větších prvků, kterých by nebylo tak velké množství. Ale hlavně by bylo třeba, aby všichni žáci, ale i učitelé při své přípravě pracovali s potravinou stejného druhu, a od stejného výrobce. U vytváření návodu, který by vedl ke zjištění počtu prvků v dané množině, by bylo možná vhodnější nejprve zařadit úlohu na zjišťování počtu trojúhelníků na daném papíře, a až poté úlohu s podobnou tematikou, zaměřenou na zjišťování počtu čtverečků na čtverečkovaném dvojarchu papíru.

Pro některé žáky byly jednotlivé úlohy moc těžké. Většina žáků by uvítala spíše samostatnou práci nebo práci ve dvojicích, než skupinovou práci. Výzkumem se potvrdilo, že žáci mají problémy v hodnocení a sebehodnocení. Hodnotí jednotlivé postupy práce moc obecně a nejsou schopni napsat konkrétní důvod špatného postupu či poradit, jak by se daná úloha dala vyřešit lépe. Dalo by se jistě i zapracovat na práci učitelů v tom smyslu, aby byly úlohy lépe vysvětleny a uvedeny, ale to je podmíněno i mírou zkušeností s netradiční výukou matematiky.

3.3 Zhodnocení celého projektu žáky

Po skončení celého výzkumného projektu se žáci vyjádřili k tomu, jak je badatelské vyučování bavilo a co by na něm případně změnili.

První experiment, který se zabýval zjišťováním počtu zrněk v jednom půlkilogramovém balení čočky, byl pro žáky zajímavý. Líbilo se jim, že šlo o zcela netradiční úlohu. Jedna slečna přiznala, že ji bavilo počítat zrníčka čočky po jednom zrníčku. Ostatní žáci ale oponovali a uvedli, že byli rádi, když si všimli váhy nebo je napadlo, že by jí mohli využít. Polovina dotázaných dětí by si chtěla podobné určování počtu prvků v souboru zopakovat, ale příště by čočku nahradila raději nějakými většími elementy, jakými jsou například nové koření či fazole. Využití nového koření by ale nemuselo být zcela bezpečné z důvodu možnosti zanesení koření do očí.

Většina respondentů se shodla na tom, že nemají rádi slovní úlohy hlavně kvůli tomu, že jim nerozumí, bývají příliš těžké a jejich řešení jim dělá problémy. Uvedli ale, že slovní úlohy badatelského typu je bavily. Bavilo je hlavně vymýšlení zadání slovních úloh a to zejména úloh, které neměly mít řešení. Díky tomu, že si slovní úlohy sami vymysleli, si také ujasnili jednotlivé náležitosti, které slovní úloha musí mít, a důležité provázání jednotlivých dat v nich se samotnou otázkou.

Vymýšlení postupů, které by vedly k výpočtu množství čtverečků či trojúhelníků na papíře bylo po žáky zprvu náročné. Mnohem lépe se jich pracovalo při 5. experimentu s trojúhelníky a to z několika důvodů. Trojúhelníků nebylo na papíře tolik, byly větší, tvořily pravidelný obrazec bez jakéhokoli vykousnutí, a mimo jiné měli žáci již zkušenosti s podobnou úlohou, se kterou se setkali při 4. experimentu u počítání čtverečků.

Ze společné diskuse také vyplynulo, že více než polovina žáků preferuje práci ve dvojicích či samostatnou práci kvůli tomu, že se nemusí s nikým shodnout na jednotném postupu výpočtu a také se do jejího řešení mohou více zapojit, kdežto ve skupinové práci nedostanou vždy šanci prosadit svůj názor a postup. Zbylým žákům se lépe pracuje ve skupinách z toho důvodu, že více hlav víc ví.

Celkově se netradiční výuka matematiky dětem líbila, bádání je bavilo a samy se na tyto hodiny těšily. Pár jedinců podotklo, že pro ně byly úlohy náročné.

Žáci vyjádřili zájem o to, aby byla jednou za čas výuka matematiky pojata badatelsky. Souhlasili by s jednou až dvěma takto pojatými hodinami do měsíce.

3.4 Zhodnocení celého projektu učitelkami

Paní učitelky se před začátkem výzkumu značně obávaly, zda žáci netradiční vyučování zvládnou a zda i ony samotné při zadávání a hodnocení experimentů nezklamou. Po skončení projektu přiznaly, že většina jejich obav byla zbytečná. Badatelsky orientovaná výuka se jim líbila a překvapilo je, jak se žáci v průběhu jednotlivých experimentů zlepšovali. Díky výzkumům získaly zkušenost s tím, že se dá matematika pojmout i jinak než jsou běžně zvyklé a rády by i v budoucnu občas bádání do svých hodin zařadily.

3.5 Vlastní zhodnocení a doporučení pro praxi

Já sama jsem byla s jednotlivými experimenty a jejich provedením spokojená. Díky výzkumu jsem si ověřila, že žáci jsou schopni pracovat badatelským způsobem. A i když zprvu je to pro ně neznámé a občas i složitější, své výsledky podobný přístup má a znalost žáků se díky netradičním přístupům rozvíjí. Sama bych ve své praxi praktické úlohy ráda zařazovala a využila i badatelského přístupu.

Obecně je velmi důležitý správný výběr úloh, zajištění potřebných pomůcek a podnětného prostředí. Dále je podstatné, aby se učitel na badatelské vyučování dostatečně připravil a vytvořil prostor i pro případnou žakovu chybu.

Jako při každé jiné výuce tak i při badatelském vyučování je velice důležitá správná motivace, která probouzí u dětí zájem o dané úlohy, ale i o matematiku jako takovou.

Učitel by měl umět poradit či popostrčit žáky správným směrem, aby je navedl ke správnému řešení úlohy, ale samotný postup jim neprozradil. Klíčové je, aby učitel žáky podporoval v rozvíjení funkčního myšlení a v objevování různých postupů, které vedou ke správnému řešení.

Záleží na samotném sebehodnocení žáka a jeho postupu řešení úlohy, ale i na zpětné vazbě od učitele a ostatních řešitelů.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

4.1 Použitá literatura

ANONYMUS,. *Průvodce pro učitele badatelsky orientovaným vyučováním*. Praha: Sdružení TEREZA, 2013, 120 s. ISBN 978-80-87905-02-9.

Badatelsky orientované vyučování. *Škola BOV: Vzdělávání učitelů přírodopisu a biologie s tematikou badatelsky orientovaného vyučování* [online]. [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://home.pf.jcu.cz/~bov/>

BANCHI, H. a R. BELL. The Many Levels of Inquiry. *Science and Children*. 2008, (2): 26-29.

BRANSFORD, J. D., A. L. BROWN a R. R. COCKING. *How people learn: Brain, mind, experience, and school*. Washington: National Academy Press, 1999. ISBN 0-309-07036-8.

DALE, E. *Audiovisual methods in teaching*. New York: Dryden Press, 1969.

DIVÍŠEK, Jiří, Zdeněk BUŘIL, Jiří HÁJEK, Karol KRIŽALKOVIČ, Eliška MALINOVÁ, Jana ZEHNALOVÁ a Eva VASILKOVÁ. *Didaktika Matematiky: pro učitelství 1. stupně ZŠ*. 1. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1989, 272 s. ISBN 80-04-20433-3.

DIVÍŠEK, Jiří, Alena HOŠPEŠOVÁ a František KUŘINA. *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 2. ročník základní školy*. 1. Praha: Prometheus, 1997, 80 s. ISBN 80-7196-067-5.

DORIER, J.-L. a K. MAAß. Inquiry-based mathematics education: In S. Lerman (Ed.). *Encyclopedia of Mathematics Education: Dordrecht: Springer*. : 300-304.

EDELSON, D. C., D. N. GORDIN a R. D. PEA. Addressing the Challenges of Inquiry-Based Learning through technology and curriculum design. *Journal of The Learning Sciences*. 1999, (48): 391-442.

JANÁS, Josef. *Kapitoly z didaktiky fyziky*. 1. Brno: Masarykova univerzita, 1996, 121 s. ISBN 80-210-1334-6.

JANOŠKOVÁ, S., J. NOVÁK a J. MARŠÁK. Trendy ve výuce přírodovědných oborů z evropského pohledu. *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Trnavensis*. 2008, (12): 129-132.

LINN, Marcia C., DAVIS a Philip BELL. *Internet environments for science education*. Lawrence Erlbaum: Associates, 2004, 412 s. ISBN 0805843035.

LIPMAN, Matthew a T. W. BYNAM. *Philosophy for Children*. Basil Blackwell: Oxford, 1976, 320 s.

MAŇÁK, Josef. *Výukové metody*. 1. Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-7315-039-5.

PAPÁČEK, M. Badatelsky orientované přírodovědné vyučování -cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *SCIED*. 2010a, (1): 33-49.

PAPÁČEK, M. Limity a šance badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In: Papáček M. (ed.): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientovaného vyučování*. Jihočeská univerzita, České Budějovice. 2010b, : 145-163.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy* [online]. Praha: MŠMT, 2013, 1.9.2013 [cit. 2015-08-11]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>

SAMKOVÁ, Libuše, Alena HOŠPESOVÁ, Filip ROUBÍČEK a Marie TICHÁ. Badatelsky orientované vyučování matematice. *SCIED*. 2015, 6 (1): 1-33. ISSN 1804-7106.

STRNADOVÁ, Zuzana. *Metodika pro badatelsky orientovanou výuku*. 2015.

STUHLÍKOVÁ, Iva. O badatelsky orientovaném vyučování. In: Papáček M. (ed): *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování*. Jihočeská univerzita, České Budějovice. 2010, : 129-136.

TRNA, Josef. *Využití IBSE ve výuce fyziky: In: Veletrh nápadů učitelů fyziky 16..* Olomouc: UP Olomouc, 2011, s. 237-245. ISBN 978-80-244-2894-9.

VRÁNOVÁ, Jitka. *Matematické hřiště. Lidé na UHK* [online]. 2005 [cit. 2016-06-12]. Dostupné z: http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/cachoja1/MODELY/2005/Mod_vran_hriste.pdf

4.2 Použité obrázky

Obrázek 1: SAMKOVÁ, Libuše, Alena HOŠPESOVÁ, Filip ROUBÍČEK a Marie TICHÁ. Badatelsky orientované vyučování matematice. *SCIED*. 2015, 6 (1): 1-33. ISSN 1804-7106.

Obrázek 3: DOSTÁL, J. Experiment jako součást badatelsky orientované výuky. *Trends in Education*. 2013, : 9-19.

Obrázek 4: VRÁNOVÁ, Jitka. Matematické hřiště. *Lidé na UHK* [online]. 2005 [cit. 2016-06-12]. Dostupné z:

http://lide.uhk.cz/prf/ucitel/cachoja1/MODELY/2005/Mod_vran_hriste.pdf

Obrázek 5: Počítadlo PRODOS malé. *PRODOS* [online]. 2014 [cit. 2016-06-12]. Dostupné z: <http://ucebnice.org/pomucky/male-pocitadlo>

4.3 Použité tabulky

Tabulka 1: TRNA, Josef. Využití IBSE ve výuce fyziky: In: *Veletrh nápadů učitelů fyziky 16.*. Olomouc: UP Olomouc, 2011, s. 237-245. ISBN 978-80-244-2894-9.

Tabulka 2: OCHRANA, František. *Metodologie vědy*. Praha: Karolinum, 2009, 156 s. ISBN 978-80-246-1609-4.

Tabulka 4: DIVÍŠEK, Jiří, Alena HOŠPESOVÁ a František KUŘINA. *Svět čísel a tvarů: Matematika pro 2. ročník základní školy*. 1. Praha: Prometheus, 1997, 80 s. ISBN 80-7196-067-5.

4.4 Použité přílohy

Příloha 4: 89793425. In: *Thinkstock: by Getty Images* [online]. United States [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.thinkstockphotos.com/image/stock-photo-shopping-cart-in-a-grocery-store/89793425/popup?sq=M|Images%20similar%20to:%2089793425|89793425/f=CPIHVX/s=DynamicRank>

Příloha 5: Blahopřejeme. In: *Vrčeň obec: Novinky* [online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.vrcen.cz/novinky/#prettyPhoto>

Příloha 6: Jehličnatý les (Eliška Filáková).jpg. In: *Lesnická škola Hranice: Všechny obrázky*[online]. 2014 [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: [http://slswiki.jecool.net/index.php?title=Soubor:Jehli%C4%8Dnat%C3%BD_les\(Eli%C5%A1ka_Fil%C3%A1kov%C3%A1\).jpg](http://slswiki.jecool.net/index.php?title=Soubor:Jehli%C4%8Dnat%C3%BD_les(Eli%C5%A1ka_Fil%C3%A1kov%C3%A1).jpg)

Příloha 7: Stock Photo - Cambodia, Siem Reap, The Old Market, Jewellery Display. In: *Alamy*[online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.alamy.com/stock-photo-cambodia-siem-reap-the-old-market-jewellery-display-39415213.html>

Příloha 8: Farmers Market. In: *Health, Fitness & Body Building: Tips to Eating Healthy on a Budget* [online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.healthfitnessandbodybuilding.com/2013/09/06/tips-to-eating-healthy-on-a-budget/>

Příloha 9: A vibrant sea of pink as flamingos feed in one Tanzania's lakes. In: *Southern destinations: Marty & Patti's epic 47 day journey through east africa* [online]. 2014 [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <https://www.southerndestinations.com/epic-47-day-east-african-safari/>

Příloha 10: Spartakiáda 1985. In: *Moderní dějiny: Vzdělávací portál pro učitele, studenty a žáky* [online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: <http://www.moderni-dejiny.cz/clanek/spartakiada-1985/>

Příloha 11: 2013_05 Sedlec - St. Role (přípravka). In: *Rajče: Sedlecke* [online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: http://sedlecke.rajce.idnes.cz/2013_05_Sedlec_-_St.Role_pripravky/#2013_05_St.Role_-_Sedlec_08_v_Nejdku.jpg

Příloha 12: Beijing unveils measures to ease traffic flow. In: *Chinadaily: Government and Policy*[online]. [cit. 2016-06-18]. Dostupné z: http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-12/24/content_11747970.htm

5 SEZNAM PŘÍLOH

V diplomové práci jsou vloženy pouze přílohy, na které se odvolávám v textu. V souboru „Ostatní data k diplomové práci“, který je vložen na CD, jsou uloženy ostatní přílohy, se kterými jsem pracovala.

Příloha 1 - Pracovní list Čočka

Příloha 2 - Pracovní list Slovní úlohy I. řešené skupinami

Příloha 3 - Pracovní list Slovní úlohy II. řešené dvojicemi

Příloha 4 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - obchod

Příloha 5 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - růže

Příloha 6 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - les

Příloha 7 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - zlatnictví

Příloha 8 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - trh

Příloha 9 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - plameňáci

Příloha 10 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - spartakiáda

Příloha 11 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - fotbalisté

Příloha 12 - Tématický obrázek ke Slovníkům úlohám II. - dopravní zácpa

Příloha 13 - Pracovní list Trojúhelníky

Příloha 1 - Pracovní list Čočka

Kolik zrněk je v půl kg čočky?

Jména žáků, kteří
úlohu řešili:

--	--	--	--

Odhad počtu zrněk :

--

Jak jsme postupovali?

Výsledek:

Jména žáků, kteří
úlohu hodnotili:

--	--	--	--

Je výsledek správně? Zaškrtni.



Pokud ano, proč? Co se vám na řešení líbí?

Pokud ne, proč? Poradte svým spolužákům, jak zjistit správný počet.

Řešitelé

Oprava:

Pomohla vám rada kamarádů? V čem?



SLOVNÍ ÚLOHY I.

Jména žáků					
------------	--	--	--	--	--

Vymyslete jakoukoliv slovní úlohu, ve které se počítá s velkými čísly.

(pouze napište zadání, neřešte ji)

Jména žáků, kteří úlohu řešili					
-----------------------------------	--	--	--	--	--

Vypočítejte slovní úlohu. (zapište postup, ne pouze výsledek). Pokud úloha vyřešit nejde, napište proč.

Je úloha správně vyřešena?

Ano

Ne

Co by se ve vaší úloze dalo zlepšit?

SLOVNÍ ÚLOHY II.

Jméno

Vymysli k obrázku slovní úlohu a dej kamarádovi k vyřešení.

Vyřešil a hodnotil
(jméno)

Úlohu vyřeš.

Zodpověz (zakroužkuj) následující otázky:

Úloha byla: lehká – obtížná.

Byla úloha srozumitelná? ANO – NE

Mohla by se situace z úlohy opravdu stát? ANO – NE

Byla úloha řešitelná? ANO – NE

Pokud byla úloha neřešitelná, napiš proč.

Jak se ti úloha povedla?



Jak bys úlohu zlepšil?

Vymysli úlohu, která nemá řešení.

Zdůvodni, proč úloha nejde vyřešit.

Příloha 4 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - obchod



Příloha 5 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - růže



Příloha 6 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - les



Příloha 7 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - zlatnictví



Příloha 8 - Tématický obrázek ke Slovník úlohám II. - trh



Příloha 9 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - plameňáci



Příloha 10 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - spartakiáda



Příloha 11 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - fotbalisté



Příloha 12 - Tématický obrázek ke Slovním úlohám II. - dopravní zácpa



Příloha 13 - Pracovní list Trojúhelníky

Kolik trojúhelníků je na papíře?

Jména žáků,
kteří úlohu
řešili:

--	--	--	--

Odhad počtu
trojúhelníků:

--

Jak jsme postupovali?

Jména žáků,
kteří úlohu
hodnotili:

--	--	--	--

Je výsledek správně? Zaškrtni.



☺ Pokud ano, co se vám na řešení líbí?

☹ Pokud ne, poraďte svým spolužákům, jak zjistit správný počet.

Řešitelé

Oprava:

Pomohla vám rada kamarádů? V čem? ☺ ☹

