

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

DIPLOMOVÁ PRÁCE



Bc. Michal Zedník

Prekoncepce žáků v oblasti geometrické optiky

Katedra didaktiky fyziky

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Dana Mandíková, CSc.

Studijní program: Učitelství pro základní školy (FMU2SZS)

Rád bych poděkoval vedoucí své diplomové práce RNDr. Daně Mandíkové, CSc. za cenné rady, vstřícnost a ochotu. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za podporu po celou dobu studia.

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 25.11.2009

Bc. Michal Zedník

Název práce: Prekoncepce žáků v oblasti geometrické optiky
Autor: *Michal Zedník*
Katedra (ústav): *Katedra didaktiky fyziky*
Vedoucí diplomové práce: *RNDr. Dana Mandíková, CSc. KDF MFF UK*
e-mail vedoucího: *dana.mandikova@mff.cuni.cz*

Abstrakt:

Ve své diplomové práci jsem se zabýval prekoncepce žáků v oblasti geometrické optiky. Provedl jsem průzkum mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií. Použitý test obsahoval deset otázek. Při výběru otázek jsem většinou vycházel z již provedených výzkumů, zabývajících se miskoncepce v optice. Přehled těchto výzkumů též uvádím ve své práci. V další části práce jsem zpracoval přehled učebnic používaných na základních školách a nižších stupních gymnázií se zaměřením na témata obsažená v jednotlivých otázkách testu. Stěžejní část práce tvoří přehled výsledků testování, které jsem provedl jednak před výukou optiky ve škole, tak po ní. Šetření se zúčastnilo 162 žáků z osmi tříd základních škol a víceletých gymnázií. Součástí tohoto přehledu je i tabulka, v níž jsou uvedeny nejčastější miskoncepce, které se při testování žáků objevily. V práci jsem se věnoval též rozdílům ve výsledcích mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií a také rozdílům ve výsledcích chlapců a děvčat.

Klíčová slova: *miskoncepce, prekoncepce, optika*

Title: Pupil`s preconceptions in geometrical optics
Author: *Michal Zedník*
Department: *Department of Physics Education*
Supervisor: *RNDr. Dana Mandíková, CSc. KDF MFF UK*
Supervisor's e-mail address: *dana.mandikova@mff.cuni.cz*

Abstract:

I was concerned with the preconceptions of the pupils in the area of geometric optics in my diploma work. I did the research among the pupils of grammar schools and multi-annual secondary schools. The used test contained ten questions. My choice of the questions was based on the researches concerning the misconceptions in optics that have been already done. I also mention the survey of these researches in my diploma work. I compiled the summary of the textbooks that are used at grammar schools and in the lower degrees of secondary schools in the next part. These textbooks are focused on the topics contained in the questions of the test. The survey of the testing results creates main part of my diploma work. I tested before and after the teaching of optics 162 pupils from eight classes of grammar schools and multi-annual secondary schools took part in the investigation. The table with the most frequent misconceptions that were ascertained during the testing is part of this survey. I devoted to the differences in the results between the pupils from grammar schools and multi-annual secondary schools and also the differences in the results of boys and girls.

Keywords: *misconceptions, preconceptions, optics*

Obsah

1. Úvod	5
1.1 Vymezení problematiky.....	5
1.2 Struktura práce.....	5
1.3 Přehled literatury	6
1.3.1 Porozumění základním pojmům v optice u žáků základních škol	6
1.3.2 Žákovské představy a učební potíže v oblasti optiky	9
1.3.3 Making sense of secondary science	12
1.3.4 Potíže studentů při porozumění vytváření obrazu rovinným zrcadlem	16
1.4 Přehled učebnic používaných na základních školách a nižších stupních gymnázií	20
1.4.1 Přehled kapitol zabývajících se optikou v jednotlivých učebnicích	20
1.4.2 Rozbor učebnic z hlediska otázek obsažených v testu	22
2. Průzkum	30
2.1 Cíle průzkumu.....	30
2.2 Podmínky průzkumu.....	30
2.3 Forma průzkumu.....	32
2.4 Výběr otázek testu	32
2.5 Znění testu	33
2.6 Způsob zpracování výsledků.....	39
2.7 Přehled výsledků jednotlivých otázek	40
2.7.1 Přehled výsledků první otázky – zdroje světla	40
2.7.2 Přehled výsledků druhé otázky – světlo Měsíce.....	48
2.7.3 Přehled výsledků třetí otázky – proč vidíme okolní předměty	53
2.7.4 Přehled výsledků čtvrté otázky – zatmění Slunce	58
2.7.5 Přehled výsledků páté otázky - stín	63
2.7.6 Přehled výsledků šesté otázky – obraz v rovinném zrcadle.....	68
2.7.7 Přehled výsledků sedmé otázky – obraz panenky v rovinném zrcadle	73
2.7.8A Přehled výsledků otázky 8A – lom světla.....	79
2.7.8B Přehled výsledků otázky 8B – lom světla.....	85
2.7.9 Přehled výsledků deváté otázky – skládání barev.....	90
2.7.10 Přehled výsledků desáté otázky – barevný filtr.....	95
2.8 Souhrn výsledků	100
2.8.1 Přehled miskoncepce	100
2.8.2 Úspěšnost v jednotlivých úlohách.....	102
2.8.3 Výsledky podle typu školy a podle pohlaví.....	103
3. Závěr	105
4. Seznam použité literatury.....	106
5. Přílohy.....	109
5.1 Vzorově vyřešený test	109
5.2 Rozdíly mezi žáky základních škol a žáky víceletých gymnázií v grafech	115
5.3 Rozdíly mezi děvčaty a chlapci	119

1. Úvod

1.1 Vymezení problematiky

Než žák přijde do školy, má už vytvořenou řadu subjektivních, intuitivních představ (prekonceptů) o tom, jak se svět kolem nás chová a funguje. Tyto představy bývají často v rozporu s vědeckými poznatky, znesnadňují jejich správné pochopení a mohou vést k povrchnímu, formálnímu a zkreslenému osvojování fyzikálních pojmů.[32]

Prekoncepty (intuitivní představy) mohou být jak správné, tak nesprávné. Nesprávné prekoncepty se obvykle označují jako miskoncepty. Učitelé fyziky by měli mít přehled o nejčastějších prekonceptech. V případě, že takový přehled mají, mohou na správné představy žáků navázat, což je asi nejlepší cesta k pochopení dalšího učiva. V případě nesprávných představ musí být učitel stále na pozoru, zda žák jen neopakuje definice, přičemž probírané látce nerozumí. Miskoncepty mohou být trvalé, často přetrvávají i po studiu na střední či vysoké škole. Je tedy velmi důležité vytvořit přehledy možných miskonceptů, se kterými se můžeme setkat v jednotlivých částech fyziky. Proto je také cílem této práce vytvořit alespoň částečný přehled miskonceptů v oblasti geometrické optiky.

1.2 Struktura práce

Práce je rozdělena na tři části. V první části se věnuji stručně problematice prekonceptů ve fyzice, přehledu zahraničních studií týkajících se prekonceptů v optice. Do této části jsem též zahrnul přehled učiva z optiky v učebnicích, s nimiž se žáci základních škol a tříd nižších gymnázií mohou setkat. Druhá, hlavní část práce, je věnována samotnému průzkumu představ žáků, jeho zpracování, vyhodnocení a porovnání výsledků s jinými výzkumy. V závěru shrnuji výsledky a hodnotím význam své práce. Součástí práce je příloha se vzorově vyplněným testem.

1.3 Přehled literatury

Na téma miskoncepcí ve výuce optiky byla napsána řada prací. V této kapitole bych chtěl uvést alespoň čtyři práce, tři zahraniční a jednu českou.

1.3.1 Porozumění základním pojmům v optice u žáků základních škol [29]

Edita Klímová

Jedná se o diplomovou práci Edity Klímové pod vedením RNDr. Dany Mandíkové, kde bylo v roce 1990 testováno 284 žáků ze 7. a 8. ročníků základních škol.

K průzkumu byl použit dotazník, který obsahoval pět problémových úloh s otevřenou odpovědí a jednu úlohu s výběrem odpovědi (čtyři podotázky). Základem dotazníku byly čtyři úlohy ze švédského výzkumu Andersona a Kärrqvistové [17]. Dotazník byl žákům zadáván před a po výuce optiky.

Zde jsou uvedeny závěry z jednotlivých úloh průzkumu:

1. úloha: Jak se světlo šíří v prostoru

Žáci měli podle obrázku určit jak daleko se šíří světlo z reflektoru automobilu.

Princip přímočarého šíření světla ve svých odpovědích užíval jen malý počet žáků: 3 % v 7. ročníku a 9 % v 8. ročníku. Vliv výuky je malý. Zhruba polovina žáků spojuje pojem světla s pojmem osvětlení.

2. úloha: Proč vidíme okolní předměty

Žáci měli vysvětlit, jak je možné, že dívka vidí knihu.

Nejvýznamnější je skutečnost, že z nulového počtu správných odpovědí v 7. ročníku je v 8. ročníku 18 % správných. Je to velmi zřetelné potvrzení vlivu výuky optiky v 8. ročníku. Bohužel musíme konstatovat, že 80 % žáků ve věku 14 let nezná základní mechanismus vidění a lze předpokládat, že ne všichni se v další výuce střetnou s jeho objasněním.

3. úloha: Chápání neskutečného obrazu v rovinném zrcadle

Úloha zabývající se obrazem v rovinném zrcadle, kde měli žáci křížkem označit polohu obrazu.

Zcela převažují dvě kategorie odpovědí: odpověď „v zrcadle“ u žáků 7. ročníku a správná odpověď u žáků 8. ročníku. Obraz předmětu v zrcadle žáci chápou podobně jako namalovaný obraz. Je pro ně nepředstavitelné, že by obraz mohl být "za zrcadlem". Takto uvažují čtyři pětiny žáků před kurzem optiky v 7. ročníku. Po kurzu se situace mění, obraz v zrcadle nebo blízko něj zakreslila jen asi jedna pětina žáků. V této úloze se ukazuje nejvíce ze všech vliv výuky optiky na znalosti žáků.

4. úloha: Lom světla a jeho praktické využití

Chlapec se dívá do hrnku s mincí, kterou nevidí. Úkolem této otázky bylo vysvětlit, proč uvidí minci, nalije-li do hrnku vodu.

Kurz optiky výrazně zlepšuje znalosti žáků o dráze a lomu světelných paprsků, přesto stále zhruba polovina žáků není schopna prakticky užívat pojem lom světla.

5. úloha: Barva světla

Po rozsvícení svítliny přes červený filtr uvidíme na bílém podkladu červenou stopu. Toto měli žáci vysvětlit.

Správnou představu o barvě světla má velmi malý počet žáků. Relativně velké zvětšení počtu žáků majících správné představy o této problematice po výuce optiky v 8. ročníku je v absolutních číslech stále velmi malé (vzrůst z 4 % na 20 %). Kurz optiky sice mění představy, ale pouze u malého počtu žáků.

6. úloha: Znalosti základních poznatků z astronomie, které jsou bezprostředně spjatý s optickými pozorováními.

6.1 Slunce je:

- a) hvězda
- b) planeta
- c) ani jedna odpověď není správná, Slunce je...
- d) nevím

Téměř tři čtvrtiny žáků odpověděly správně. Poměrně hodně odpovědí (téměř 15 % žáků obou ročníků) uvádělo, že Slunce je planeta. Mezi 7. a 8. ročníkem se neobjevil výraznější rozdíl v chápání pojmů "Slunce" a "hvězda".

6.2. Slunce je zdrojem světla a tepla ...

- a) stále
- b) pouze ve dne
- c) pouze v noci
- d) žádná odpověď není správná, ale platí ...

Výsledný počet správných odpovědí byl 69 % v 7. ročníku a 85 % v 8. ročníku. Žáci 8. ročníku o Slunci uvažují více jako o vesmírném tělese než jako o "Sluníčku na obloze". Proti 7. ročníku je zde vidět zlepšení v chápání pojmu Slunce jako hvězda.

6.3. Měsíc je zdrojem světla ...

- a) stále
- b) pouze v noci
- c) není zdrojem světla
- d) žádná odpověď není správná, ale platí ...

Na tuto otázku odpovědělo správně 64 % žáků 7. ročníků a 81 % žáků 8. ročníků. Mezi chybnými odpověďmi převažovala odpověď B.

6.4. Proč nevidíme ve dne svítit hvězdy?

- a) protože hvězdy svítí pouze v noci
- b) světlo hvězd je přezářeno světlem Slunce
- c) protože hvězdy jsou ve dne na odvrácené straně oblohy
- d) žádná odpověď není správná, nevidíme je proto, že ...

Žáci správně usuzují, že hvězdy svítí stále. Téměř 80 % žáků obou ročníků odpovědělo správně, zbytek se domnívá, že hvězdy jsou na odvrácené straně oblohy. Nebyly zjištěny podstatné rozdíly mezi 7. a 8. ročníkem. Již v 7. ročníku odpověděla většina žáků správně, výuka optiky v 8. ročníku nemá vliv na tento problém.

1.3.2 Žákovské představy a učební potíže v oblasti optiky [3]

Hartmut Wiesner

Článek Hartmuta Wiesnera mapuje téměř všechny oblasti výuky optiky na základní škole. Text je rozdělen na sedm základních částí: Stín, Šíření světla, Rozptyl a odraz na rozhraní, Proces vidění, Zrcadlo, Lom světla a Spojka.

Stín

Voelzke [4] informuje o vyučovacím pokusu k tématu stín prováděném se žáky druhého stupně základní školy. Z jeho výzkumu vyplývá, že žáci nemají žádné (popř. jen neurčité) představy o chodu světelných paprsků, ale předpokládají, že dráhu světla může ovlivnit např. gravitace. Jasná představa přímočarého šíření světla existovala před vyučováním optiky jen v zárodcích u několika žáků. Při zjišťování velikosti stínu kreslili žáci obrys předmětu nezvětšený, nýbrž v originální velikosti na stěnu. Voelzke se dále zmiňuje o představě "stínových paprsků" (tzn. prostor stínu za osvětlenou překážkou je tvořen stínovými paprsky, které vycházejí z překážky).

Šíření světla

Světlo je chápáno v podstatě jako něco, co dělá jasno, popř. co zviditelňuje předměty. Představa světla jako něčeho vyzařovaného ze světelného zdroje se vyskytuje zřídka. Guesne [5] dělí na základě výzkumu provedeného na dětech ve věku 13 až 14 let představy do dvou skupin:

1. Světlo je dáváno na roveň s jeho zdrojem nebo jeho účinky či stavem.
2. Světlo je považováno za něco substanciálního, co je lokalizováno v prostoru mezi zdrojem, který ho vyrábí a jeho účinky.

Rozptyl a odraz na rozhraní

Guesne [5] uvádí, že prakticky žádný žák prvního a druhého stupně základní školy nemá představu, že z osvětlených předmětů (stoly, knihy, obrazy atd.) je světlo

odraženo a není vytvořeno spojení mezi vnímanými předměty a okem prostřednictvím světla rozptýleného.

Hock [6] žádal 54 žáků 7. ročníku o vysvětlení, proč po rozsvícení pokojového světla vypadá bílý a černý list papíru rozdílně. Jen 7 z 54 žáků poukázalo na rozdílnou schopnost rozptylu.

Proces vidění

Téměř všichni žáci 1. a 2. stupně mají následující představu vidění: Světlo zjasňuje předměty a umožňuje je tak vidět (např. [5] , s.90). Podle výzkumu, který uvádí Guesne [5], je většina žáků toho mínění, že z vnímaných samostatně svítících těles slabé intenzity nedorazí do oka žádné světlo. U osvětlených předmětů zůstává spojení mezi předmětem a okem zcela otevřené; není rozpoznán mechanismus zprostředkovaný dopadajícím světlem, které přichází od předmětu, dokonce je považován za zbytečný.

Zrcadlo

Před vyučováním mají žáci zpravidla představy, že zrcadlo vrhá světlo zpět (oslňování zrcadlem) a že zrcadlový obraz leží na povrchu zrcadla. Také po vyučování jsou žáci velice zřídka schopni vysvětlit vznik virtuálního zrcadlového obrazu s použitím zákona odrazu [6].

Výzkumy též ukázaly, že je velmi rozšířená představa, že zrcadlo zaměňuje vpravo a vlevo, představa, která se pravděpodobně uskutečnila vžitím do vlastního zrcadlového obrazu.

Lom, klam optického posunutí

Anderson a Kärrqvistová [1] položili otázku, proč byl kousek plastelíny na dně kbelíku po naplnění vodou viditelný. Z jejich výsledků vyplývá, že přes 50 % žáků 6. a 7. ročníku a okolo 30 % žáků 8. a 9. ročníku vysvětlilo viditelnost plastelíny pomocí "všedních představ".

Mezi tyto představy patří: je světelnější, zřetelnější, má lepší kontrast; plastelína se zvětšuje; plastelína se zdánlivě pohybovala; plastelína se zrcadlí jako v zrcadle.

Směr paprsků v kresbách byl více dětmi udáván z oka k předmětu než opačně, nezávisle na ročníku. Anderson a Kärrqvistová [1] poukazují na to, že žáci pravděpodobně těmito paprsky symbolizují směr pohledu a ne směr chodu světla.

Spojná čočka

Ve výzkumu Anderssona a Kärrquistové [1] nepoužíval žádný z 302 žáků 8. a 9. ročníku (tzn. po vyučování optiky) při odpovědi na otázku, jak vzniká (skutečný) obraz u čočky, správnou představu. Nejčastější vysvětlení hovoří o zrcadlení, odrazu čočkou.

1.3.3 Making sense of secondary science [2]

Driver Rosalind, Squires Ann, Rushworth Peter a Wood-Robinson Valerie

Také další práce, kterou bych chtěl prezentovat v mé diplomové práci, je založena na přehledu mnoha různých výzkumů. Z rozsáhlé publikace věnované žákovským představám [2] jsem vybral části věnované optice: Zrak, Povaha a znázornění světla, Přenos světla a Barva.

Zrak

V úvodu je uvedeno, že některé představy spojené se zrakem jsou velmi podobné pojetí vidění ve starém Řecku.

Ramadan a Driverová [8] referovali o své práci, ve které dostalo 465 15letých žáků otázku: „Vysvětli, co se stane mezi knihou a očima dívky, která se dívá na knihu.“ Pouze 31 % žáků navrhovalo, že paprsky jdou od knihy k očím. Podstatný počet žáků nabízel model, ve kterém byl zrakový systém aktivní (zrakový paprsek). Třetí nejvýznamnější odpovědí, byla odpověď ve smyslu : „Světlo pomáhá vidět lépe.“ Výsledky této práce jsou velmi podobné průzkumu Andersona a Kärqvistové [1].

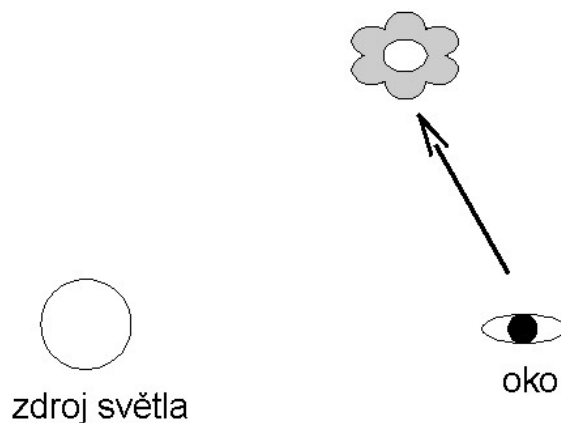
Andersonova a Smithova studie [10] ukazuje, že pouze 6 % žáků z jejich testovaného vzorku má vědecký pohled na zrak. Většina žáků z tohoto výzkumu se klonila k představě, že světlo pouze osvětluje předmět, aby mohl být viděn. Podobné výsledky získali Beyes a Stanistreet [16].

Fetherstonehaugh a Treagust [12] uvádějí, že asi 75 % žáků používalo představu "zrakového paprsku" a domnívalo se, že nevidíme pomocí světla odraženého od předmětu do našich očí, ale "díváním". Výzkumníci též zjistili, že si podstatný počet dětí myslel, že lidé mohou vidět ve tmě.

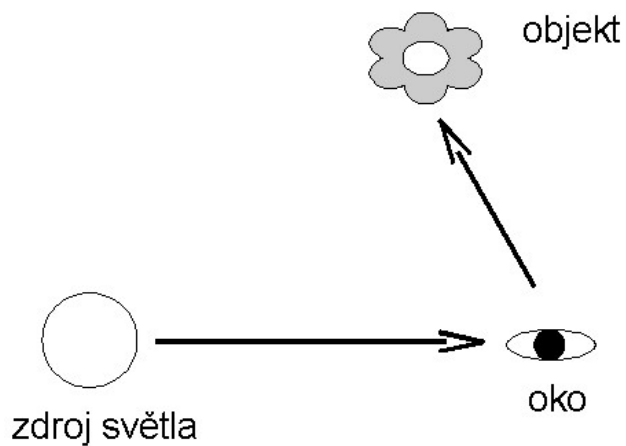
Osborne a kol. [9] zjistili, že 35 % žáků základních škol neposkytlo žádné vysvětlení toho, proč vidíme okolní předměty. Více než polovina žáků uvedla nějakou modifikaci

zrakového paprsku, jako znázornění aktivního vidění. Na obrázcích 1, 2 a 3 jsou znázorněny nejčastější představy žáků. Osborne a kol. dále uvádějí, že vědecký pohled na zrak má jen velmi malé procento žáků.

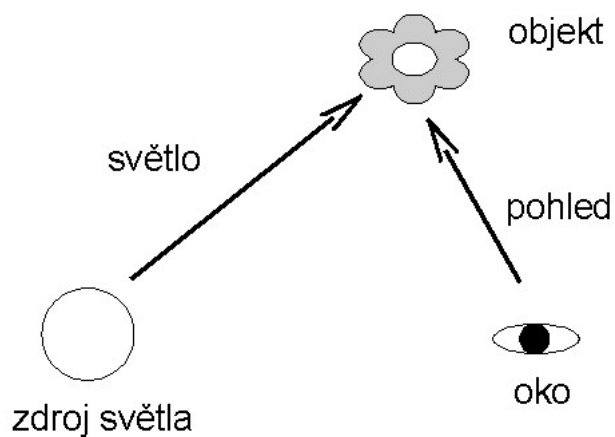
Obrázek 1: Představa reprezentující aktivní vidění



Obrázek 2: Představa reprezentující aktivní vidění zahrnující světlo



Obrázek 3: Představa reprezentující světlo i zrakový paprsek směrem k objektu



Povaha a znázornění světla

Při zjišťování dětského porozumění zdrojům světla objevili Osborne a kol. [9] , že žáci mezi 7. a 11. rokem prokazují znalosti širokého okruhu zdrojů. Hovořili však o primárních zdrojích téměř čtyřikrát tak často jako o sekundárních zdrojích světla. Z výzkumu nevyplývá, že by se názory na zdroje světla měnily s věkem. Všechny dětské kresby znázorňovaly světlo okolo zdrojů krátkými čarami. Použití čar spojujících zdroj a objekt se téměř nevyskytlo.

Přenos světla

Stead a Osborne [11] testovali představy existence světla v prostoru. Zjistili, že mnoho studentů si myslí, že světlo se nedostane daleko od zdroje, zejména ve dne. V noci se světlo dostane dále.

Stín

Feher a Rice [13] ve své práci o stínech udělali závěr, že mnoho dětí mladšího věku uvažuje o stínu jako přítomnosti něčeho, co nám dovoluje vidět světlo, spíše než o absenci světla. Žáci mysleli, že stín existuje sám o sobě a skrývá se v objektu, dokud světlo nevytlačí stín pryč z objektu na zeď nebo zem. Feher a Rice zjistili, že žáci inklinují k představě, že stín objektu má stejný tvar jako objekt.

Guesne [7] zjistil, že 10leté a 11leté děti vnímaly, že světelné zdroje jsou odpovědné za stíny, ale uváděly pouze reprodukci podoby objektu.

Lom světla

Shapiro [14] referovala o myšlenkách 11letých Kanad'anů, kteří vysvětlovali, proč se zdá tužka umístěná v pohárku vody zlomená. Nejběžnější odpověď (od více než 25 % dětí) byla, že tužka je zlomená díky vodě. Další populární odpovědi byly: „voda

ohýbá paprsky světla“; „tvar pohárku způsobuje, že tužka vypadá zlomená“; „kombinace vody a pohárku způsobuje, že tužka vypadá větší“.

Barva

Anderson a Smith [10] zjistili, že 72 % z dotazovaných dětí si nemyslelo, že bílé světlo je směs barev světla. 61 % dětí tvrdilo, že barva je přirozená vlastnost předmětu, a že světlo pomáhá našim očím vidět předmět. Myslely, že naše oči nevidí barvu odraženého světla, ale spíše barvu předmětu.

1.3.4 Potíže studentů při porozumění vytváření obrazu rovinným zrcadlem [15]

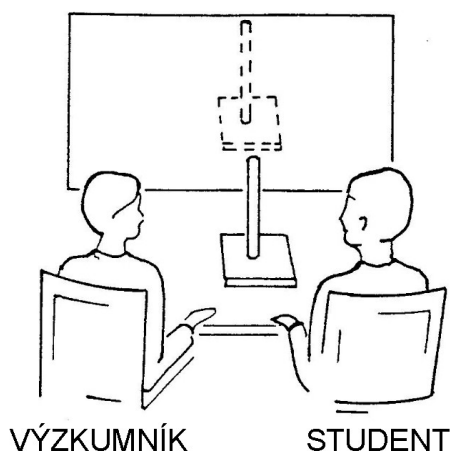
Fred M. Golberg a Lilliana C. Mc Dermott

V úvodu této studie autoři uvádějí, že studenti přicházející na univerzitu mají většinou teoretické znalosti z oblasti optiky. Při komplikovanějších otázkách se však často ukazuje, že nad teoretickými znalostmi mnohdy převažují jejich chybné představy. Studie byla založena na rozhovoru nad demonstračním experimentem vedeným s 65 univerzitními studenty na univerzitě ve Washingtonu před i po studiu paprskové optiky. Rozhovory byly součástí výzkumu studentského porozumění obrazu vytvářeného jednoduchými čočkami nebo zrcadlem. Tento článek byl věnován části týkající se rovinného zrcadla.

Úkol 1

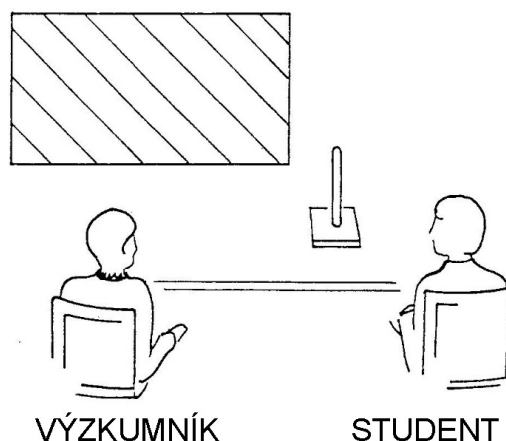
Pozorovaná tyč byla umístěna asi 10 cm před svislým rovinným zrcadlem o rozměrech 20 x 30 cm. Student je posazen asi 50 cm před zrcadlo mírně doprava od tyče a výzkumník je asi 50 cm nalevo od studenta (viz obr.4). Na začátku dostane student pokyn položit prst na vrchol, kde je umístěn obraz. Prakticky všichni studenti absolvující výuku optiky neměli žádný problém s touto otázkou a prst umístili za zrcadlo do správné vzdálenosti. Třetina studentů před výukou však umístila prst na zrcadlo.

Obrázek 4



vidět tyč v zrcadle, jelikož zde není žádný způsob, jak by se světlo odražené z tyče do zrcadla dostalo do studentových očí. Výzkumník tyč v zrcadle vidět může. Asi polovina studentů před výukou a tři čtvrtiny po výuce odpověděly správně. Většina studentů po výuce optiky, kteří chybně odpověděli, uvedli, že tyč může vidět výzkumník i oni. Téměř všichni argumentovali tím, že by byli schopni vidět tyč v zrcadle, protože by obraz byl na jejich linii pohledu k tyči. Na druhou stranu správným aplikováním zákona o odrazu usuzovali, že výzkumník obraz uvidí.

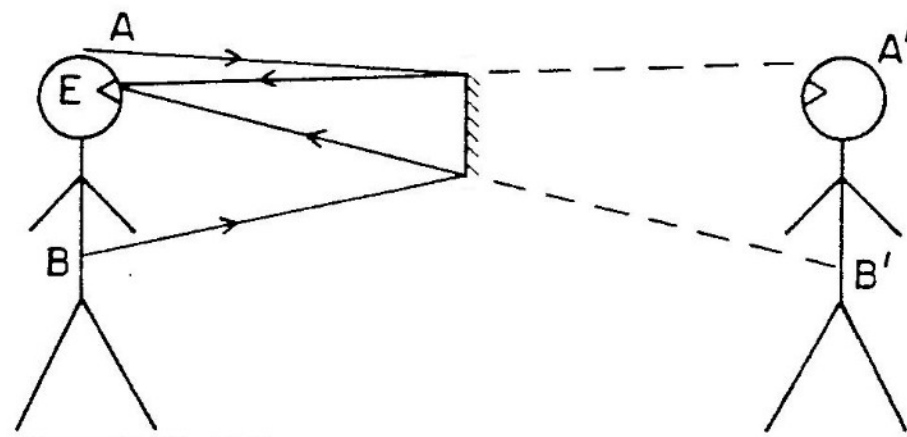
Obrázek 6



Úkol 4

Malé obdélníkové rovinné zrcadlo bylo umístěno asi 1 metr před studentem tak, aby vrchol hlavy studenta ležel na horní hraně zrcadla a spodní hrana sahala 20 cm pod úroveň krku (viz obr. 7). Student dostal následující otázku: "Je něco, co můžeš udělat, aby ti to umožnilo vidět se více v zrcadle?". Správná odpověď je, že zde není nic co by mohl udělat pokud je zrcadlo upevněno ve vertikální pozici. Prakticky všichni studenti před výukou optiky (90 %) uvedli, že by se mohli vidět více, kdyby se posunuli zpět od zrcadla. Stejně odpovědělo i 70 % studentů, kteří již výuku absolvovali. Během rozhovorů se ukázalo, že studenti se pro tuto odpověď rozhodli na základě svých zkušeností. Dále se ukázalo, že téměř nikomu ze studentů před výukou optiky a jen velmi málo pokročilým studentům se podařilo zakreslit paprskový diagram, který by jejich odpověď potvrdil. Čtvrtá otázka se vyznačovala tím, že studenti, kteří odpověděli chybně, si byli nejvíce jisti svou odpovědí. To se také odrazilo v tom, že ani výuka nenarušila chybné představy většiny studentů.

Obrázek 7



1.4 Přehled učebnic používaných na základních školách a nižších stupních gymnázií

V první části této kapitoly je tabulka, kde je uvedeno, ve kterých učebnicích a na jakých stranách se autoři věnují optice. U každé učebnice jsem uvedl přehled kapitol zabývajících se optikou. Ve druhé části jsem se v jednotlivých učebnicích zaměřil na úseky vysvětlující témata obsažená v otázkách zadaného testu. Uvádím zde pouze učebnice, ve kterých jsou daná témata obsažena.

Tabulka I. Optika v učebnicích pro základní školy a nižší stupně gymnázií

	6. ročník	7. ročník	8. ročník	9. ročník
Kolářová		[19] str. 150 - 178		[20] str. 101 - 121
Jáchim		[21] str. 31 - 83		
Rauner		[23] str. 97 - 127		
Rojko	[25] str. 98 - 103	[26] str. 88 - 110		[27] s.18-19, 88-89
Lustigová	[24] str. 71 - 80			
Macháček		[22] str. 122 – 156		

1.4.1 Přehled kapitol zabývajících se optikou v jednotlivých učebnicích

Kolářová [19], [20]

Optika je v této řadě učebnic zastoupena ve dvou dílech ze čtyř. V učebnici pro 7. ročník a v učebnici pro 9. ročník. V učebnici [19] pro 7. ročník je optika rozdělena do deseti kapitol. Světelné zdroje, Rychlost světla; Přímocháre šíření světla; Měsíční

fáze; Stín; Odraz světla, Zákon odrazu světla; Zobrazení rovinným zrcadlem; Zrcadla v praxi; Lom světla; Rozklad světla optickým hranolem; Barva těles. V učebnici pro 9. ročník [20] jsou světelné jevy rozčleněny do těchto kapitol. Lom světla; Čočky; Optické vlastnosti oka; Lupa a mikroskop; Dalekohledy.

Jáchim [21]

Světelné jevy jsou v této řadě zastoupeny v učebnici pro 7. ročník, kde jsou rozděleny do pěti základních kapitol. Světlo (Světlo a světelné zdroje, Barva, Šíření světla a stín); Odraz světla (Zákon odrazu, Zobrazení na rovinném zrcadle, Kulová zrcadla, Zobrazení kulovými zrcadly); Lom světla (Zákon lomu, Čočky, Zobrazení spojkou, Zobrazení rozptylkou); Optické přístroje (Oko; Lupa, mikroskop, dalekohled; Fotoaparát); Fotometrie.

Rauner [23]

Tvůrci této řady zařadili světelné jevy do sedmého ročníku. Optika je rozdělena do těchto kapitol: Přímočaré šíření světla, rychlost světla; Stín a polostín; Zatmění Slunce a Měsíce; Fáze Měsíce; Odraz světla na rovinném zrcadle; Kulová zrcadla; Lom světla; Čočky; Zobrazení předmětů čočkami; Oko; Optické klamy; Optické přístroje – užití čoček v praxi; Rozklad světla hranolem, barvy.

Rojko [25], [26], [27]

Soubor učebnic Fyzika kolem nás je rozdělen do čtyř dílů. Kapitoly věnující se optice jsou zařazeny do prvního a druhého dílu. První díl [25] obsahuje kapitoly: Stopujeme světlo; Hůl do vody ponořená zdá se býti zalomená; Fotoaparát a oko. Druhý díl [26] obsahuje kapitoly: Uspěchané světlo; Lom světla; Kde všude se světlo odráží a láme; Čočky; Oči, někdy s brýlemi; Čočky kolem nás; Spojky a rozptylky; Lupa a mikroskop; Dalekohled; Pohledy vzhůru; Barvy; Šálení zraku; Pozor na oči. Dvě kapitoly týkající se optiky jsou obsaženy také ve čtvrtém díle [27]: Světlo jako vlnění a Fáze Měsíce, zatmění Slunce a Měsíce.

Lustigová [24]

Tuto řadu tvoří dvě učebnice, vždy jedna učebnice pro dva ročníky. Optika se nachází v první učebnici, tedy v učebnici pro 6. a 7. ročník a je reprezentována sedmi základními kapitolami: Jak se šíří světlo?; Odraz světla (reflexe); Rovinné zrcadlo; Duté a vypuklé zrcadlo; Lom světla (refrakce); Rozklad světla; Duha.

Macháček [22]

Ve čtyřdílném souboru učebnic zaujímají světelné jevy část druhého dílu určeného pro 7. ročník. Optika je zde rozdělena do šesti stěžejních kapitol. Šíření světla; Stín; Odraz světla; Lom světla; Optické přístroje; Co jsme se naučili o světle.

1.4.2 Rozbor učebnic z hlediska otázek obsažených v testu

Zdroje světla

Kolářová [19]

Autoři rozdělují tělesa na tělesa světlo vyzařující (světelné zdroje), odrážející (osvětlená tělesa) nebo světlo pohlcující. Světelné zdroje dále rozdělují na rozžhavené předměty (Slunce, hvězdy, plamen svíčky, rozžhavené vlákno žárovky), zdroje "studeného" světla (výbojky, zářivky, laser nebo svatojánské mušky). Jako příklad osvětlených předmětů uvádějí autoři Měsíc, planety, list papíru.

Jáchim [21]

Autoři na závěr první kapitoly uvádějí: "Světlo je tělesy vyzařováno, odráženo nebo pohlcováno." ([21], s. 33). Uvedeny jsou následující příklady: tělesa světlo vyzařující (Slunce, reflektor automobilu, plamen svíčky, zářivka v lampičce) a tělesa světlo odrážející (Měsíc, zrcadlo, vyleštěný hliníkový plech). Toto je doplněno několika fotografiemi světelných zdrojů.

Rauner [23]

Světelné zdroje jsou zde rozděleny na tělesa rozžhavená (Slunce, vlákno žárovky, plamen svíčky) a nerozžhavená tělesa (zářivka, světluška). Měsíc je zde uveden jako těleso, kde nevzniká světlo, ale svítí pouze odraženým světlem.

Macháček [22]

Autor v první kapitole uvádí: „ Světelné zdroje „vyrábějí“ vlastní světlo. Ostatní předměty vidíme, když odrážejí světlo některého světelného zdroje.“ ([22], s. 123)

Proces vidění

Kolářová [19]

V prvním odstavci věnovaném světelným jevům uvádějí autoři: "Vidíme jen ty předměty, ze kterých přichází do našeho oka světlo." ([19], s. 150)

Rauner [23]

Také autoři této učebnice se procesem vidění zabývají už v první kapitole optiky: "Světlo, které na předměty v našem okolí dopadá, se od nich odráží a vstupuje do našeho oka." ([23], s. 98)

Rojko [26]

Autoři přirovnávají lidské oko k fotoaparátu a vysvětlují tím, že abychom určitý předmět viděli, musí světlo odražené od předmětu dopadat do oka.

Lustigová [24]

Proces vidění je uveden v kapitole Lom světla při experimentu s mincí v hrnku s vodou. Autorka zde uvádí, že se paprsky odražené od mince musí ve vodě zlomit, aby dopadly do oka.

Macháček [22]

Autor se hned na počátku optiky snaží vyvrátit častou miskoncepci, kde si žáci představují, že „očima ohmatávají“ své okolí, zároveň zde připomíná, že si takto

proces vidění představovali naši předkové. Dále zde uvádí: „Ve skutečnosti z našeho oka nic nevychází. Naopak, vidíme jen proto, že do našeho oka něco vstupuje. A jak každý ví, to „něco“ se jmenuje světlo.“ ([22], s. 122).

Zatmění Slunce

Kolářová [19]

V kapitole stín uvádějí autoři jak nákres zatmění Měsíce a Slunce, tak i popis: "Měsíc se na své dráze okolo Země dostane někdy do takové polohy, že jeho vržený stín dopadá na povrch Země. Potom v místech na povrchu Země, kam nedopadají žádné paprsky Slunce, nastane pro pozorovatele úplné zatmění Slunce." ([19], s. 159)

Jáchim [21]

Autoři zde uvádějí, že zatmění Slunce je opačný případ zatmění Měsíce a oba úkazy jsou velmi vzácné. "Dochází k nim jestliže Slunce, Země a Měsíc jsou přesně v jedné přímce. Jestliže Měsíc zastiňuje Slunce, vzniká zatmění Slunce, naopak jestliže Země vrhá stín na Měsíc, vzniká zatmění Měsíce." ([21], s. 39)

Rauner [23]

Zatmění Slunce a Měsíce je zde věnovaná celá kapitola. Uvedeno je, že „Zatmění Slunce je velmi zajímavý přírodní jev, který nastává, když se před Sluneční kotouč nasune kotouč Měsíce." ([23], s. 102). V této kapitole autoři použili několik fotografií zatmění Slunce a Měsíce, včetně rozfázovaného průběhu zatmění. Text je též doplněn o nákresy vzájemného postavení jednotlivých těles.

Macháček [22]

Také v této publikaci je uveden jak nákres postavení Slunce, Měsíce a Země, tak i rozfázovaný průběh zatmění Slunce. Obrázky jsou doplněny tímto textem: „Měsíc se při svém pohybu dostane mezi Slunce a Zemi a vrhá na Zemi svůj stín.“ ([22], s. 130).

Rojko [27]

V této publikaci je pro vysvětlení zatmění Slunce základem experiment. V zatemněné místnosti svítí žárovka, představující Slunce. Žák, který zastupuje Zemi drží v ruce míč, tedy Měsíc a hledá takovou vzájemnou polohu Země (žák), Měsíce (míč) a Slunce (žárovka), kde by pozorovatel na Zemi Slunce vůbec neviděl.

Obraz v rovinném zrcadle

Kolářová [19]

V kapitole „Zobrazení rovinným zrcadlem“ je provedena geometrická konstrukce obrazu bodu doplněná fotografiemi znázorňujícími obraz bodu v rovinném zrcadle. Autoři zde uvádějí vysvětlení: "Předmět a jeho obraz jsou souměrně sdružené podle roviny zrcadla." ([19], s. 165). V úlohách na závěr této kapitoly uvedli autoři úlohu velmi podobnou sedmé otázce mého testu.

Jáchim [21]

Autoři neuvádějí geometrickou konstrukci, ale obrázek znázorňující polohu obrazu předmětu za zrcadlem s textem: "Zobrazovaný předmět před zrcadlem a jeho obraz jsou souměrně sdružené podle roviny zrcadla." ([21], s. 46).

Rauner [23]

Autoři uvádějí, že "Obraz vzniká ve stejné vzdálenosti za zrcadlem, v jaké je předmět před zrcadlem." Geometrickou konstrukci zobrazení rovinným zrcadlem doprovázejí textem: "Odražené paprsky vstoupí do našeho oka. Oko vnímá tyto paprsky, jako by přicházely z bodů za zrcadlem. Zdá se nám proto, že předmět je za zrcadlem..." ([23], s. 108)

Lustigová [24]

Autorka začíná kapitolu Rovinné zrcadlo pokusem, kdy je zrcadlo nahrazeno obyčejným sklem a žáci v něm sledují obraz předmětu. Z tohoto pokusu je zde vyvozen závěr: "Obraz v rovinném zrcadle se vytváří za zrcadlem, ve stejné vzdálenosti jako předmět." ([24], s. 73). Dále je zde provedena geometrická

konstrukce. Na konci kapitoly je uvedena a vyřešena úloha, ve které se autorka ptá, jaké nejmenší zrcadlo si může žena na obrázku zakoupit, aby se viděla celá.

Macháček [22]

Obraz v rovinné zrcadle je v této učebnici znázorněn nejdříve pomocí geometrické konstrukce a poté obrázkem znázorňujícím pokus se zrcadlem a pravouhlým trojúhelníkem s ryskou. Zrcadlo žáci položí na rysku trojúhelníka a k hraně trojúhelníka umístí zapálenou svíčku. Autor tyto obrázky shrnuje: „Předmět i jeho obraz v rovinném zrcadle jsou stejně velké a od zrcadla stejně vzdálené. Přímka, která spojuje bod a jeho obraz, je k zrcadlu kolmá.“ ([22], s. 133)

Rojko [25], [26]

V prvním díle [25] žáci zjišťují vlastnosti obrazu pomocí experimentu, ve kterém jsou před rovinné zrcadlo postaveny dvě šachové figurky. Žáci se mají podívat přes jednu figurku do zrcadla tak, aby její vršek splýval s obrazem druhé figurky. Pomocí barevných brček potom znázorňují paprsky světla. Ve druhém díle [26] je tento pokus uveden spolu s geometrickou konstrukcí, pomocí níž žáci určují vlastnosti obrazu.

Lom světla

Kolářová [19]

Na úvod kapitoly se autoři žáků ptají, proč vidíme kamínek v hrnku s vodou, když jsme ho v prázdném hrnku neviděli, tedy totožná úloha s osmou otázkou. Poté je zde lom světla znázorněn a popsán pomocí pokusů se skleněným půlválcem. Na konci kapitoly je řešení úlohy znázorněno pomocí světelných paprsků a vysvětleno: "Je to proto, že světelný paprsek se z kamínku dostává do našeho oka po průchodu vodou a vzduchem. A na rozhraní vody a vzduchu se láme od kolmice." ([19], s. 174).

Jáchim [21]

Lom světla je zde demonstrován fotografií hrnku s vodou, ve kterém je vložena tyčka. V dalším textu je též uvedeno vysvětlení pomocí skleněného půlválce.

Rauner [23]

Autoři zde pomocí fotografií znázorní dva pokusy. První je mince v hrnku, ke které dolijeme vodu a druhý je tužka ponořená ve sklenici vody. Jako příčina těchto jevů je zde uveden lom světla. Vysvětlení je podáno opět pomocí skleněného půlválce.

Rojko [25]

V kapitole věnované lomu světla je uveden pokus podobný pokusu s hrnkem a mincí, ve kterém je hrnek nahrazen sklenicí. Mince je zde nahrazena puntíkem vyznačeným na podložce pod sklenicí. V dalším experimentu si žáci vezmou kus drátu a ohnou ho tak, aby se po ponoření do sklenice s vodou zdál rovný. Žáci si ohnutý drát obkreslí do sešitu a poté se pokusí zakreslit, jak jde paprsek světla od puntíku do oka. Vše je doplněno vysvětlením: „Světlo se na hranici vzduchu a vody láme.“ ([25], s. 101)

Lustigová [24]

Autorka podává vysvětlení lomu světla na rozfázovaném pokusu s mincí v hrnci, do kterého postupně přiléváme vodu. U čtyř obrázků, ve kterých je znázorněn chod světelných paprsků, je uveden závěr: "Paprsek se na rozhraní dvou různých prostředí láme." ([24], s. 76).

Macháček [22]

Také v této učebnici je lom světla vysvětlován pomocí pokusu s mincí v misce s vodou. Autor se čtenáře nejdříve táže, proč může minci vidět. Poté podává vysvětlení: „Protože světlo od ní do oka už nejde po přímce, ale po lomené čáře. Mince, která je pod vodou, se tedy zdá výš, než je ve skutečnosti.“ ([22], s. 139).

Složení světél základních barev

Kolářová [19]

Na počátku kapitoly Barva těles, který je věnován barevným filtrům, je uveden pokus, kde se žáci mají podívat na barevné spektrum přes skla různých barev. V další části věnované skládání světla autoři uvádějí pokus s kotoučem, na kterém jsou výseče ve spektrálních barvách. Po roztočení kotouče vnímá naše oko jako výslednou barvu bílou. Stejný výsledek dostaneme, podle autorů, jestliže nahradíme spektrální barvy základními barvami - modrou, zelenou a červenou. Dále je zde uveden pokus se třemi reflektory v základních barvách, výsledkem je opět bílá barva. Poslední odstavec této kapitoly se věnuje míchání barev v monitorech nebo v obrazovce televizoru.

Jáchim [21]

Také v této učebnici jsou uvedeny pokusy s barevnými kotouči, je zde zmínka o tvorbě barev v monitoru počítače.

Rauner [23]

Autoři uvádějí pokus, při kterém se žáci lupou podívají na obrazovku monitoru, kde svítí červené, zelené a modré plošky. U několika barev je tu vyobrazeno barevné složení plošek. U bílé barvy svítí plošky všemi třemi základními barvami.

Rojko [26]

Tvůrci zde uvádějí, že bílé světlo může být namícháno ze všech barev spektra nebo jen ze základních barev červené, zelené a modré. Toto doplňují pokusem s televizní obrazovkou, velmi podobným pokusu uvedenému v [26]. Barevné filtry jsou zde zmíněny také formou experimentu. Žáci mají posvítit na obrázek přes barevné fólie.

Macháček [22]

Skládání světél základních barev, je zde vysvětleno také pomocí experimentu s televizní obrazovkou, kde si mají žáci pomocí dobré lupy prohlédnout „bílé“ místo na obrazovce. Autor zde uvádí: „ Uvidíte, že se ve skutečnosti skládá jen z červených,

zelených a modrých svítících bodů. Žádné bílé body na obrazovce nejsou.“ ([22], s. 123). Dále uvádí, že je bílé světlo směsí barevných světél.

V této části učebnice je též uveden pokus se žárovkou, obalenou modrým celofánem, ze kterého vyplývá, že modrý celofán propouští jen modré světlo.

Tabulka II: Zastoupení témat v jednotlivých učebnicích

	Kolářová	Jáchim	Rauner	Rojko	Lustigová	Macháček
Zdroje světla	x	x	x			x
Proces vidění	x		x	x	x	x
Zatmění Slunce	x	x	x	x		x
Obraz v rovinném zrcadle	x	x	x	x	x	x
Lom světla	x	x	x	x	x	x
Skládání světél	x	x	x	x	x	x
Barevné filtry	x			x		x

V tabulce II uvádím, jaká témata jsou v konkrétních učebnicích zastoupena. Z přehledu učebnic vyplývá, že jestliže je určité téma v učebnicích zastoupeno, je vysvětlení vždy postačující ke zodpovězení jednotlivých otázek v testu.

2. Průzkum

2.1 Cíle průzkumu

Ve svém průzkumu jsme se snažil zjistit, jaké představy z oblasti geometrické optiky mají žáci základních škol a tříd nižších gymnázií. Zejména jsem se zaměřil na to, zda některé chybné představy přetrvávají i po probrání učiva. Z tohoto důvodu byli všichni zúčastnění žáci dotazováni dvakrát. Před a poté co byla žákům tato látka vyložena. Dále jsem se zajímal o to, zda existují nějaké výrazné rozdíly v prekonceptcích dívek a chlapců. Sledoval jsem také rozdíly ve výsledcích u žáků základních škol a víceletých gymnázií.

2.2 Podmínky průzkumu

Průzkumu se zúčastnili žáci z osmi tříd čtyř základních škol (označuji je ZŠ1, ZŠ2, ZŠ3 a ZŠ4) a dvou víceletých gymnázií (označuji je G1 a G2). Jedna ZŠ a jedno gymnázium byly z Prahy, druhé gymnázium z menšího města. Další ZŠ pak byly z jednoho většího města a dvou vesnic.

Průzkumu se v první fázi zúčastnilo 183 žáků. Druhého kola testování se z různých důvodů nezúčastnili všichni žáci. Celkový počet žáků, kteří se zúčastnili obou kol testování, byl 162, z toho 73 dívek a 89 chlapců. Přehled počtu zúčastněných žáků je v tabulce III.

Tabulka III: Přehled zúčastněných žáků

Škola	Třída	počet dívek	počet chlapců	celkem
ZŠ1	ZŠ1	9	10	19
ZŠ2	ZŠ2A	12	6	18
	ZŠ2B	7	9	16
ZŠ3	ZŠ3A	9	9	18
	ZŠ3B	3	19	22
ZŠ4	ZŠ4	4	12	16
G1	G1	18	8	26
G2	G2	11	16	27

Vlastní testování se uskutečnilo v hodinách fyziky na příslušných školách v období březen 2008 až březen 2009. Přesná data jsou uvedena v tabulce IV.

Tabulka IV: Data testování

Škola	Třída	1. kolo testování	2. kolo testování
ZŠ1	ZŠ1	19.3.2008	20.11.2008
ZŠ2	ZŠ2A	8.4.2008	19.11.2008
	ZŠ2B	7.4.2008	19.11.2008
ZŠ3	ZŠ3A	19.3.2008	4.11.2008
	ZŠ3B	18.3.2008	9.12.2008
ZŠ4	ZŠ4	3.4.2008	11.3.2009
G1	G1	1.4.2008	12.11.2008
G2	G2	12.5.2008	12.11.2008

2.3 Forma průzkumu

Průzkum jsem provedl formou testu, který tvořilo 10 otázek z různých částí optiky. Žáci měli na vypracování testu 35 minut. Pilotáž testu proběhla v lednu 2008 ve třech třídách na jedné ZŠ, která se pak vlastního testování nezúčastnila. Znění testu je uvedeno níže. V příloze 1 je pak vzorově vyplněný test.

2.4 Výběr otázek testu

Při výběru otázek zařazených do testu jsem většinou vycházel ze zahraničních průzkumů. Hlavní důraz byl kladen na to, aby otázky pokryly základní učivo dané rámcovým vzdělávacím programem pro základní školy (RVP ZV) ze dne 1.1.2005. V následující tabulce V. je výňatek z RVP ZV, týkající se optiky.

Tabulka V.: Očekávané výstupy a učivo z optiky dané RVP ZV

Očekávané výstupy
- využívá zákona o přímočarém šíření světla ve stejnorodém optickém prostředí a zákona odrazu světla při řešení problémů a úloh - rozhodne ze znalosti rychlostí světla ve dvou různých prostředích, zda se světlo bude lámat ke kolmici či od kolmice, a využívá této skutečnosti při analýze průchodu světla čočkami
Učivo
- vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem

Zdroje světla sleduje první a druhá otázka. Lomem světla (rychlost světla v různých prostředích) se zabývá osmá otázka. Tématem čtvrté a páté otázky je stín, zatmění Slunce a Měsíce. Zobrazení odrazem v rovinném zrcadle reprezentují otázky šest a sedm. Devátá a desátá otázka zjišťuje představy související s barvou světla. Třetí otázka se zabývá procesem vidění.

2.5 Znění testu

Jméno:		Škola:	
Třída:		Datum:	

1. V následující tabulce označ křížkem do příslušného sloupce, zda se jedná či nejedná o zdroj vlastního světla.

<i>Předmět</i>	<i>je zdrojem</i>	<i>není zdrojem</i>
zrcadlo		
hvězda Aldebaran ze souhvězdí Býka		
Slunce		
planeta Mars		
zapnutá televize		
svatojánská muška		

2. Měsíc je zdrojem vlastního světla

A	stále
B	pouze v noci
C	není zdrojem vlastního světla
D	žádná odpověď není správná

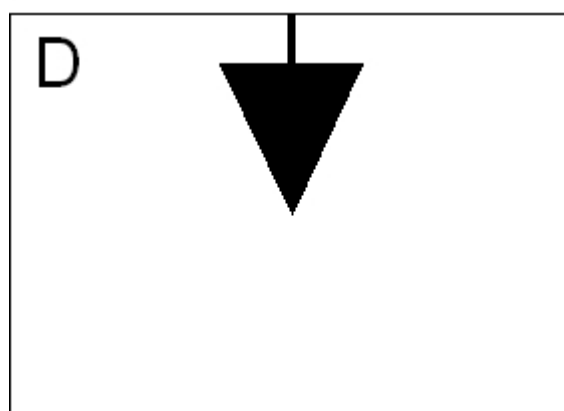
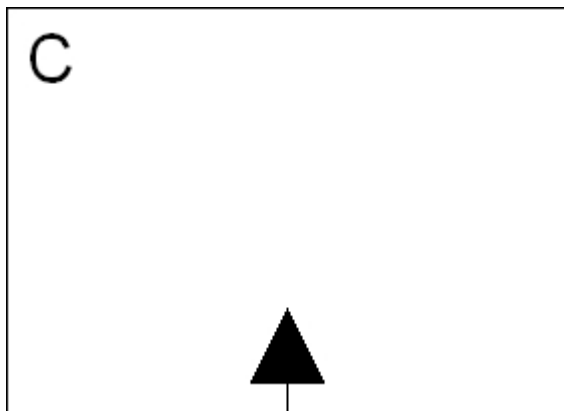
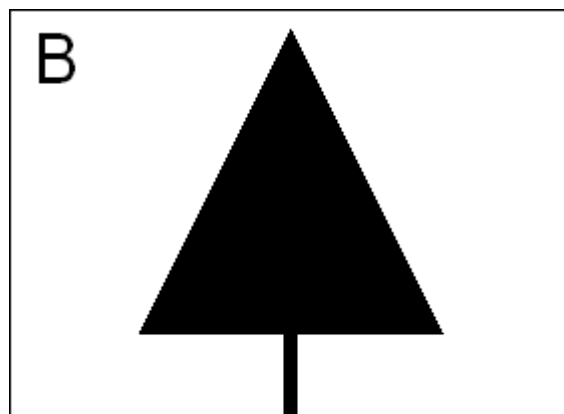
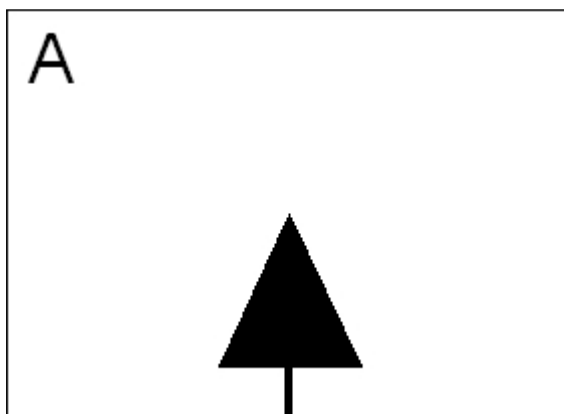
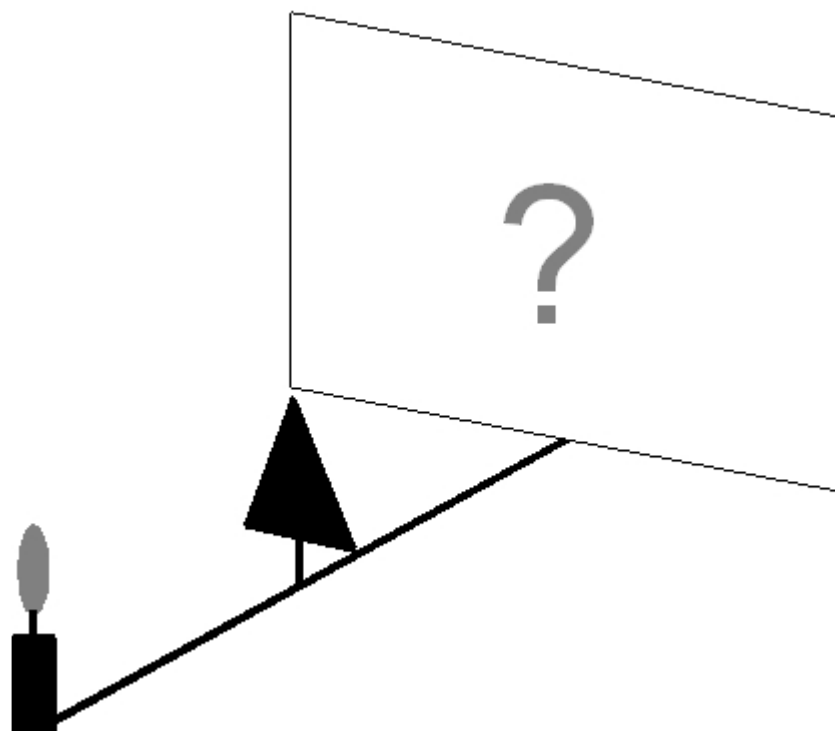
Odpověď, kterou pokládáš za správnou, zaškrtni a zdůvodni.

3. Vysvětli, proč Lída vidí obrázek v knížce. Nakresli, jak postupuje světlo. Vyznač směr chodu paprsků.



4. Vysvětli, kdy dochází k zatmění Slunce. Odpověď doprovod' obrázkem.

5. Obrázek znázorňuje svíčící svíčku a stínítko ve tvaru trojúhelníku. Na bílou plochu dopadá stín vržený stínítkem. Jak bude vypadat stín? Zaškrtni správnou odpověď.



6. Lída se pozoruje v rovinném zrcadle. Znázorni do obrázku křížkem, kde se nachází obraz jejího nosu.



zrcadlo



7. Uvidí Lída v zrcadle celou panenku? Svou odpověď dokaž nakreslením chodu světelných paprsků.

zrcadlo



8a. Lída se dívá do hrnku, na jehož dně leží mince (tlustá černá čára), kterou nemůže vidět. Vysvětli, proč ji nevidí. Znázorni to do obrázku.



8b. Hrněk naplníme vodou po okraj (hladina vody je znázorněna přerušovanou čarou). Lída nyní vidí minci, aniž by změnila svou polohu. Vysvětli, proč může vidět minci, když je hrnec naplněný vodou. Znázorni to do obrázku.



9. Jaká barva vznikne složením světél základních barev (červená, zelená, modrá)?
Zaškrtni správnou odpověď.

A	černá barva
B	bílá barva
C	hnědá barva
D	žlutá barva

10. Na bílém papíře je napsáno: "ČERNÁ" (černou barvou) a "ČERVENÁ" (červenou barvou). Co uvidíš, jestliže se na text podíváš přes červené sklo?
Zaškrtni správnou odpověď.

A	Uvidím jen červenou plochu.
B	Uvidím jen text ČERVENÁ.
C	Uvidím jen text ČERNÁ.
D	Uvidím vše v původních barvách.

2.6 Způsob zpracování výsledků

První fáze zpracování výsledků spočívala v pročtení všech vyplněných testů, abych zjistil, jaké jsou typy žákovských odpovědí. Na základě toho jsem vytvořil kategorie odpovědí pro jednotlivé otázky. Tyto kategorie jsou uvedeny u vyhodnocení jednotlivých otázek (správná odpověď je vyznačena tučně).

Žáky jednotlivých tříd jsem rozdělil podle pohlaví. Odpovědi každého žáka z obou kol testování byly zařazeny do příslušných kategorií. Poté jsem zjišťoval, zda žáci u jednotlivých otázek odpověděli stejně v prvním i ve druhém kole testování, což by ukázalo, zda je jejich představa stálá. Při vyhodnocování jednotlivých otázek pro tento případ používám termín shoda.

Hodnotil jsem zvlášť každou třídu. Výsledky jednotlivých tříd jsem zapsal do tabulek a sestrojil grafy. Součástí vyhodnocení každé otázky je tedy tabulka s absolutními a relativními četnostmi odpovědí v jednotlivých kategoriích a počty souhlasných odpovědí v prvním a ve druhém kole testování (správné odpovědi jsou šedě podbarveny). V grafech jsou pak vyneseny jen relativní četnosti odpovědí. Na vodorovné ose jsou jednotlivé kategorie (barevně odlišené podle pořadí kol testování) a na svislé ose procento zastoupení odpovědí v příslušné kategorii. Modře jsou značeny výsledky v pre-testu, červeně pak výsledky v post-testu. Tyto výsledky jsou rozděleny podle tříd. Součástí hodnocení každé otázky jsou rovněž souhrnné tabulky s grafy zachycující celkové výsledky chlapců a dívek a též všech dotazovaných žáků dohromady. Při hodnocení jsem se věnoval též rozdílům ve výsledcích mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií. Grafy znázorňující rozdíly mezi dívkami a chlapci a mezi žáky základních škol a žáky gymnázií v jednotlivých otázkách jsou součástí přílohy 5.2 a 5.3. Hodnocení vždy obsahuje cíl, který sleduje příslušná otázka, a podrobný rozbor výsledků dané otázky.

2.7 Přehled výsledků jednotlivých otázek

2.7.1 Přehled výsledků první otázky – zdroje světla

Kategorie odpovědí

S – správná odpověď

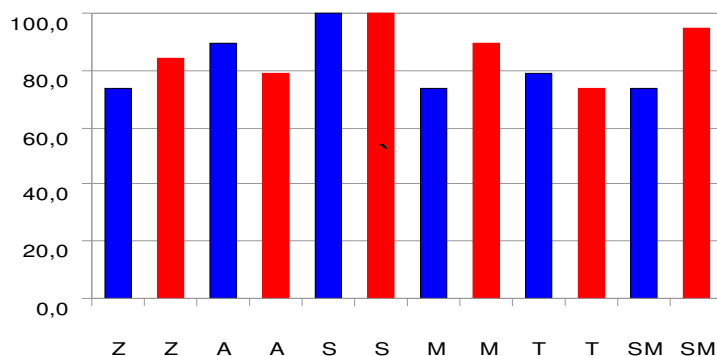
CH – chybná odpověď

V tabulkách uvádím četnosti jednotlivých odpovědí, grafy znázorňují správné odpovědi pro jednotlivé objekty v procentech. Správné odpovědi jsou v tabulkách zvýrazněny šedou barvou.

Tabulka 1.1: Výsledky 1. otázky – ZŠ1

ZŠ1	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	14	73,7	16	84,2	13	17	89,5	15	78,9	13	19	100,0	19	100,0	19
CH	5	26,3	3	15,8	2	2	10,5	4	21,1	0	0	0,0	0	0,0	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	14	73,7	17	89,5	14	15	78,9	14	73,7	13	14	73,7	18	94,7	14
CH	5	26,3	2	10,5	1	4	21,1	5	26,3	2	5	26,3	1	5,3	1

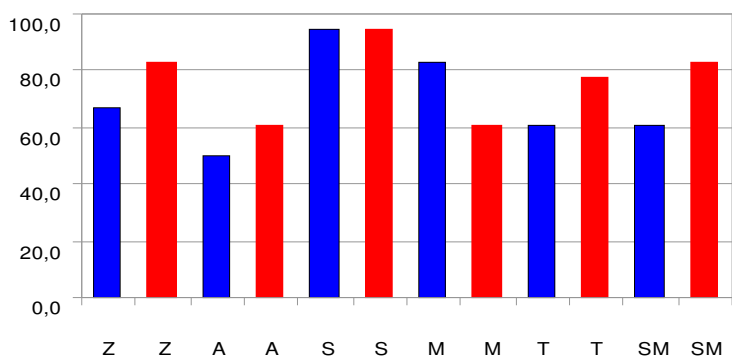
Graf 1.1: Výsledky 1. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 1.2: Výsledky 1. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	12	66,7	15	83,3	10	9	50,0	11	61,1	4	17	94,4	17	94,4	16
CH	6	33,3	3	16,7	1	9	50,0	7	38,9	2	1	5,6	1	5,6	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	15	83,3	11	61,1	10	11	61,1	14	77,8	8	11	61,1	15	83,3	10
CH	3	16,7	7	38,9	2	7	38,9	4	22,2	1	7	38,9	3	16,7	2

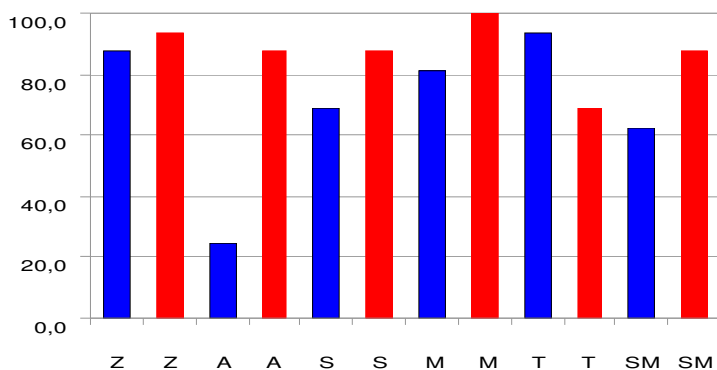
Graf 1.2: Výsledky 1. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 1.3: Výsledky 1. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	14	87,5	15	93,8	13	4	25,0	14	87,5	4	11	68,8	14	87,5	9
CH	2	12,5	1	6,3	0	12	75,0	2	12,5	2	5	31,3	2	12,5	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	13	81,3	16	100,0	13	15	93,8	11	68,8	11	10	62,5	14	87,5	9
CH	3	18,8	0	0,0	0	1	6,3	5	31,3	1	6	37,5	2	12,5	1

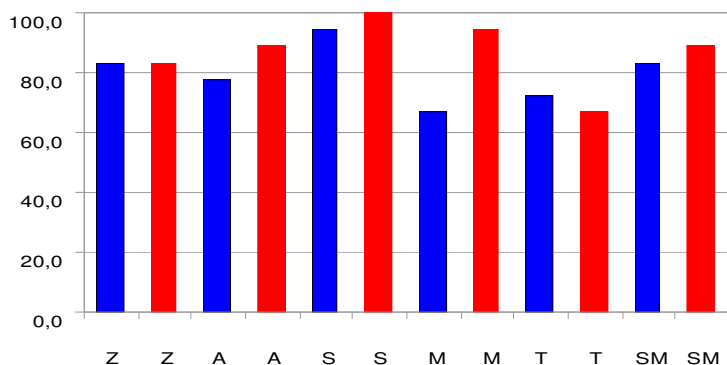
Graf 1.3: Výsledky 1. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 1.4: Výsledky 1. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	15	83,3	15	83,3	12	14	77,8	16	88,9	12	17	94,4	18	100,0	17
CH	3	16,7	3	16,7	0	4	22,2	2	11,1	0	1	5,6	0	0,0	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	12	66,7	17	94,4	12	13	72,2	12	66,7	10	15	83,3	16	88,9	15
CH	6	33,3	1	5,6	1	5	27,8	6	33,3	3	3	16,7	2	11,1	2

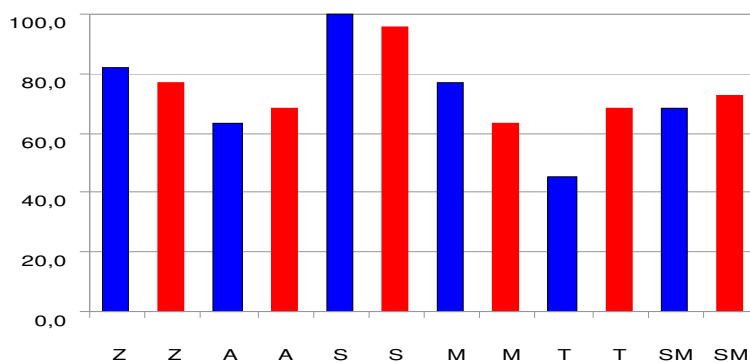
Graf 1.4: Výsledky 1. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 1.5: Výsledky 1. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	18	81,8	17	77,3	14	14	63,6	15	68,2	9	22	100,0	21	95,5	21
CH	4	18,2	5	22,7	2	8	36,4	7	31,8	1	0	0,0	1	4,5	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	17	77,3	14	63,6	11	10	45,5	15	68,2	8	15	68,2	16	72,7	10
CH	5	22,7	8	36,4	2	12	54,5	7	31,8	4	7	31,8	6	27,3	1

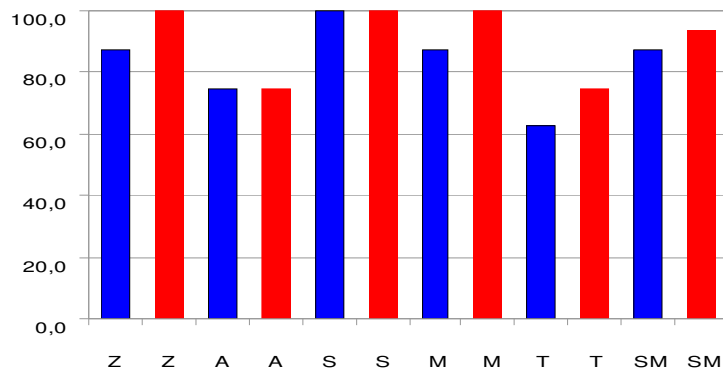
Graf 1.5: Výsledky 1. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 1.6: Výsledky 1. otázky – ZŠ4

ZŠ4	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	14	87,5	16	100,0	14	12	75,0	12	75,0	8	16	100,0	16	100,0	16
CH	2	12,5	0	0,0	0	4	25,0	4	25,0	0	0	0,0	0	0,0	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	14	87,5	16	100,0	14	10	62,5	12	75,0	9	14	87,5	15	93,8	13
CH	2	12,5	0	0,0	0	6	37,5	4	25,0	3	2	12,5	1	6,3	0

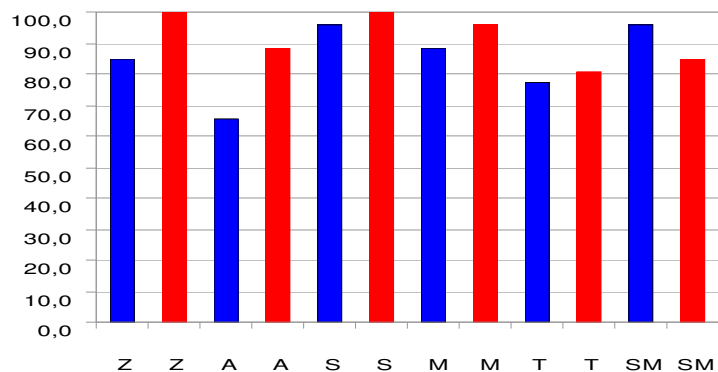
Graf 1.6: Výsledky 1. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 1.7: Výsledky 1. otázky – G1

G1	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	22	84,6	26	100,0	22	17	65,4	23	88,5	15	25	96,2	26	100,0	25
CH	4	15,4	0	0,0	0	9	34,6	3	11,5	1	1	3,8	0	0,0	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	23	88,5	25	96,2	22	20	76,9	21	80,8	16	25	96,2	22	84,6	22
CH	3	11,5	1	3,8	0	6	23,1	5	19,2	0	1	3,8	4	15,4	1

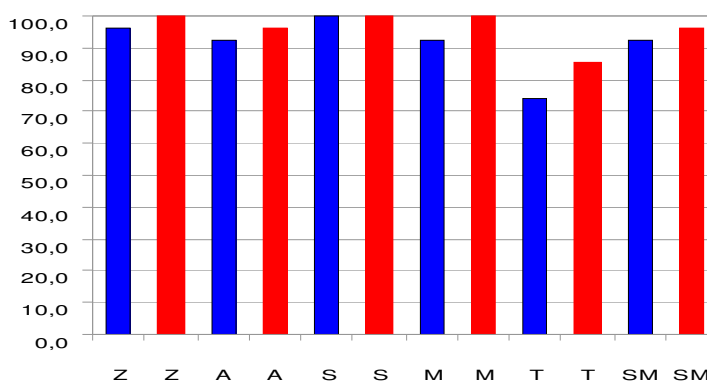
Graf 1.7: Výsledky 1. otázky – G1 (v %)



Tabulka 1.8: Výsledky 1. otázky – G2

G2	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	26	96,3	27	100,0	26	25	92,6	26	96,3	25	27	100,0	27	100,0	27
CH	1	3,7	0	0,0	0	2	7,4	1	3,7	1	0	0,0	0	0,0	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	25	92,6	27	100,0	25	20	74,1	23	85,2	18	25	92,6	26	96,3	24
CH	2	7,4	0	0,0	0	7	25,9	4	14,8	2	2	7,4	1	3,7	0

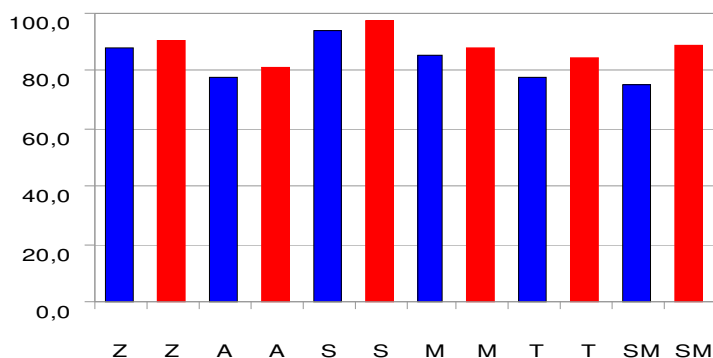
Graf 1.8: Výsledky 1. otázky – G2 (v %)



Tabulka 1.9: Výsledky 1. otázky – Chlapci

CH	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	78	87,6	81	91,0	73	69	77,5	72	80,9	53	84	94,4	87	97,8	82
CH	11	12,4	8	9,0	4	20	22,5	17	19,1	1	5	5,6	2	2,2	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	76	85,4	78	87,6	69	69	77,5	75	84,3	58	67	75,3	79	88,8	59
CH	13	14,6	11	12,4	4	20	22,5	14	15,7	4	22	24,7	10	11,2	2

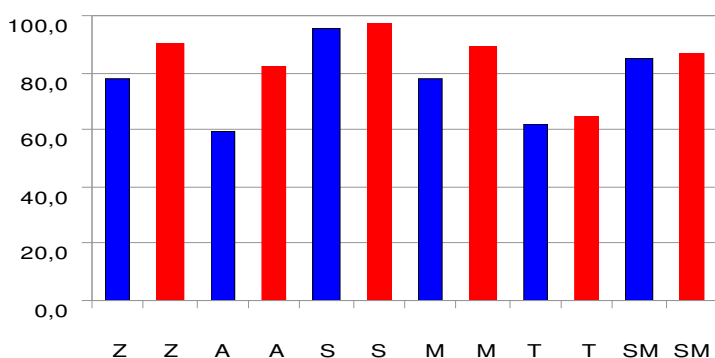
Graf 1.9: Výsledky 1. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 1.10: Výsledky 1. otázky – Dívky

D	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	57	78,1	66	90,4	51	43	58,9	60	82,2	36	70	95,9	71	97,3	68
CH	16	21,9	7	9,6	1	30	41,1	13	17,8	6	3	4,1	2	2,7	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	57	78,1	65	89,0	51	45	61,6	47	64,4	33	62	84,9	63	86,3	58
CH	16	21,9	8	11,0	2	28	38,4	26	35,6	12	11	15,1	10	13,7	6

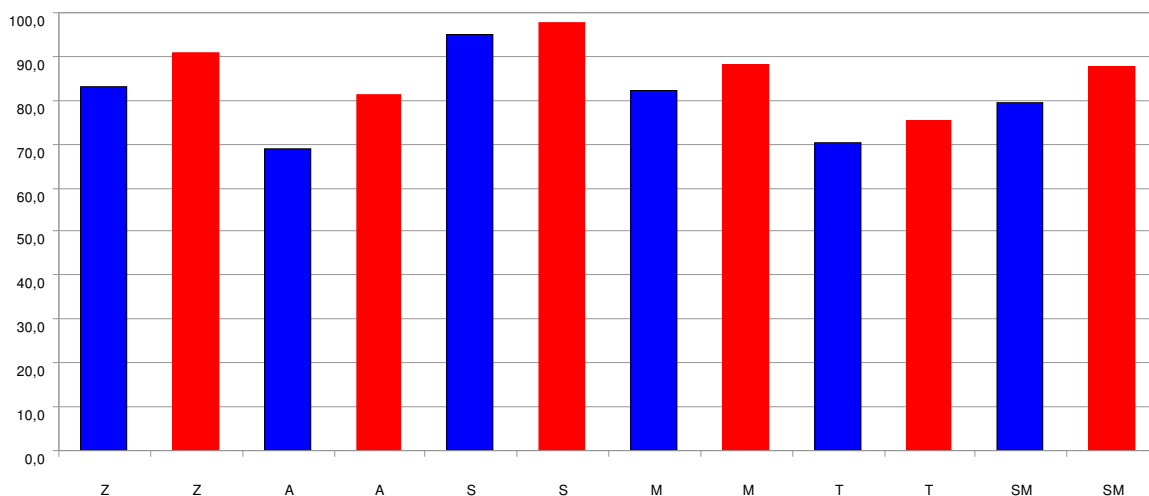
Graf 1.10: Výsledky 1. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 1.11: Výsledky 1. otázky – Celkem

CEL	ZRCADLO					ALDEBARAN					SLUNCE				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	135	83,3	147	90,7	124	112	69,1	132	81,5	90	154	95,1	158	97,5	150
CH	27	16,7	15	9,3	5	50	30,9	30	18,5	7	8	4,9	4	2,5	0
	MARS					TELEVIZOR					SVATOJÁNSKÁ MUŠKA				
		%		%	shoda		%		%	shoda		%		%	shoda
S	133	82,1	143	88,3	121	114	70,4	122	75,3	93	129	79,6	142	87,7	117
CH	29	17,9	19	11,7	6	48	29,6	40	24,7	16	33	20,4	20	12,3	8

Graf 1.11: Výsledky 1. otázky – Celkem (v %)



První otázka byla zaměřena na zdroje světla. Do této otázky jsem vybral šest objektů (zrcadlo, hvězda Aldebaran ze souhvězdí Býka, Slunce, Mars, zapnutá televize, svatojánská muška), u kterých měli žáci zaškrtnout, zda jsou zdrojem vlastního světla či nikoliv.

Správnou odpověď, že zrcadlo není zdrojem vlastního světla, označilo v prvním testu 83,3 % žáků a ve druhém testu 90,7 % žáků. Shoda nastala u 124 z původních 135 žáků.

Hvězdu Aldebaran označilo jako zdroj vlastního světla v prvním kole testování 69,1 % žáků a ve druhém kole 81,5 % žáků. V tomto případě nastala shoda pouze v 90 případech z původních 112.

Slunce jako zdroj vlastního světla označili téměř všichni žáci v prvním testu (95,9 %) i ve druhém (97,3 %). 150 žáků (z původních 154) odpovědělo správně v obou kolech testování. Rozdílné výsledky mezi hvězdou Aldebaran a Sluncem ukazují, že žáci ne vždy uvažují o Slunci jako o hvězdě, což se potvrdilo např. u Klímové [29], kde pouze tři čtvrtiny žáků označily Slunce za hvězdu.

Čtvrtým objektem byla planeta Mars. V prvním kole testování odpovědělo správně, že není zdrojem vlastního světla, 82,1 % a ve druhém kole 88,3 % žáků. 121 žáků z původních 133 odpovědělo v obou kolech správně.

Nejvíce špatných odpovědí zaškrtnuli žáci u zapnuté televize. V pre-testu odpovědělo správně jen 70,4 % žáků a v post-testu 75,3 %. 93 žáků z původních 114

odpovědělo v obou kolech správně a 16 z původních 48 žáků odpovědělo v obou kolech chybně.

Svatojánskou mušku uvedlo jako zdroj vlastního světla v prvním kole 129, tedy 79,6 % žáků . Ve druhém kole správně odpovědělo 142 žáků (87,7 %). Na správné odpovědi se shodlo 117 žáků.

Nejvýraznější rozdíly mezi dívkami a chlapci jsem zaznamenal u televizoru, kde v pre-testu odpovědělo správně 61,6 % dívek a v post-testu 64,4 % dívek. Chlapci odpověděli u stejné otázky správně v pre-testu v 77,5 % případů a v post-testu v 84,3 % případů, což je v prvním kole rozdíl přes 15 % a ve druhém kole téměř 20 %. U ostatních objektů jsou výrazné rozdíly pouze v prvním kole testování, a to u zrcadla a u hvězdy Aldebaran, u kterých činil rozdíl přibližně 20 % ve prospěch chlapců. U obou objektů se dívky ve druhém kole výrazně zlepšily.

Při porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií jsem zaznamenal, že u všech objektů v obou kolech lépe odpovídali žáci gymnázií. Největší rozdíly v obou kolech byly u hvězdy Aldebaran, v prvním kole 15 %, ve druhém kole 16,3 % a u planety Mars, v prvním kole 12,6 %, ve druhém kole 14,6 %. Největší rozdíl (21,9 %) jsem zjistil v prvním kole u svatojánské mušky, ve druhém kole však došlo u žáků základních škol k výraznému zlepšení o 21,8 %.

2.7.2 Přehled výsledků druhé otázky – světlo Měsíce

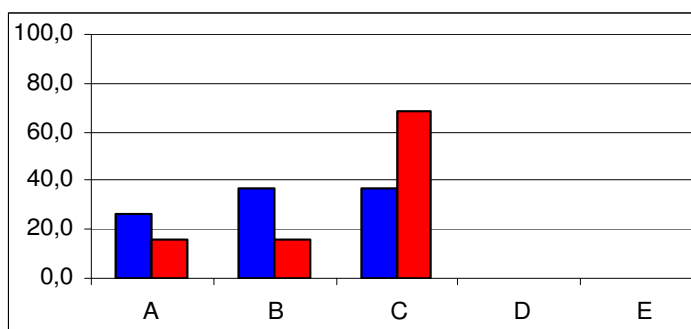
Kategorie odpovědí

- A stále
- B pouze v noci
- C není zdrojem vlastního světla
- D žádná odpověď není správná
- E bez odpovědi

Tabulka 2.1: Výsledky 2. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	5	26,3	3	15,8	2
B	7	36,8	3	15,8	2
C	7	36,8	13	68,4	7
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

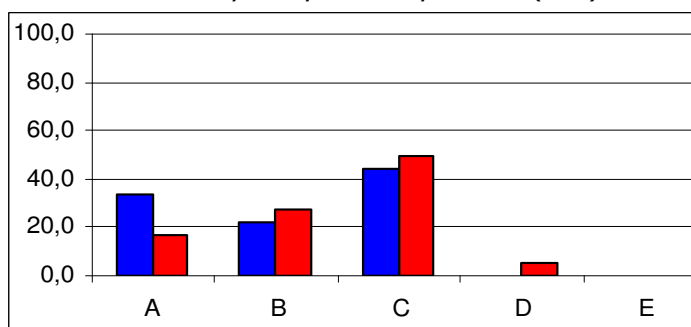
Graf 2.1: Výsledky 2. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 2.2: Výsledky 2. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	6	33,3	3	16,7	1
B	4	22,2	5	27,8	0
C	8	44,4	9	50,0	3
D	0	0,0	1	5,6	0
E	0	0,0	0	0,0	0

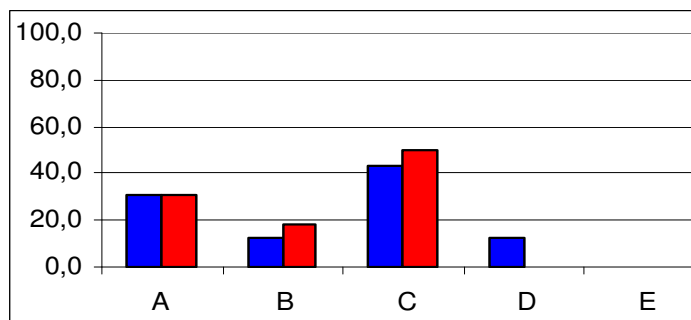
Graf 2.2: Výsledky 2. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 2.3: Výsledky 2. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	5	31,3	5	31,3	3
B	2	12,5	3	18,8	2
C	7	43,8	8	50,0	4
D	2	12,5	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

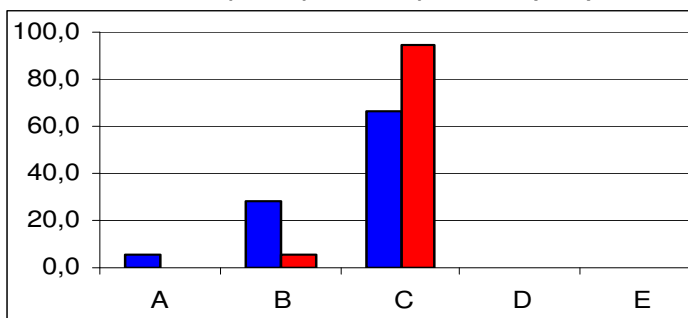
Graf 2.3: Výsledky 2. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 2.4: Výsledky 2. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	0	0,0	0
B	5	27,8	1	5,6	1
C	12	66,7	17	94,4	12
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

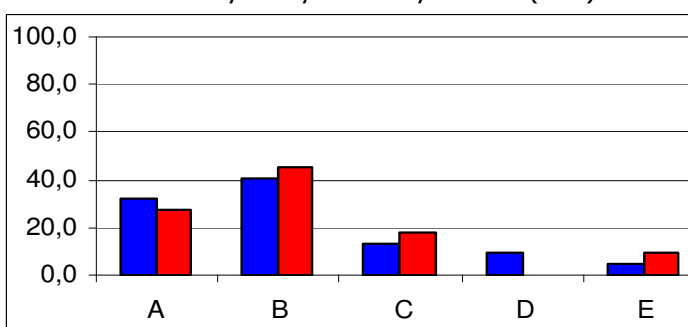
Graf 2.4: Výsledky 2. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 2.5: Výsledky 2. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	7	31,8	6	27,3	2
B	9	40,9	10	45,5	4
C	3	13,6	4	18,2	1
D	2	9,1	0	0,0	0
E	1	4,5	2	9,1	0

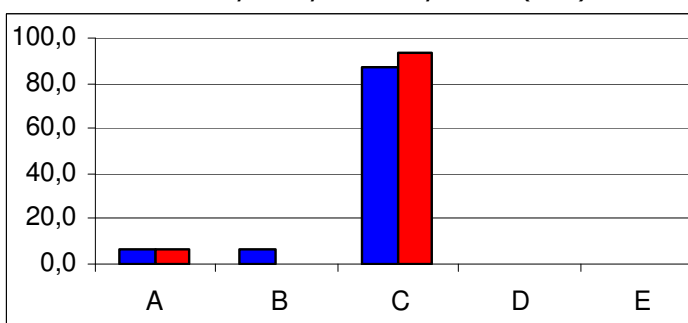
Graf 2.5: Výsledky 2. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 2.6: Výsledky 2. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	1	6,3	1	6,3	0
B	1	6,3	0	0,0	0
C	14	87,5	15	93,8	10
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

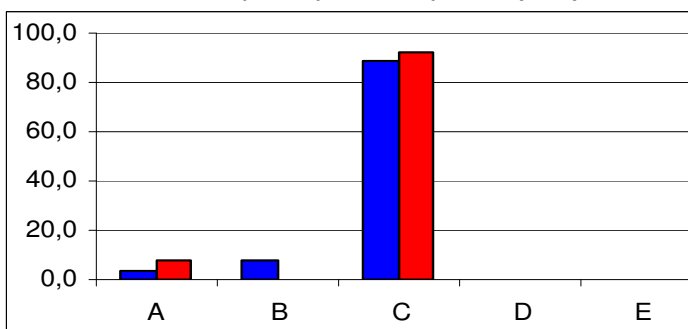
Graf 2.6: Výsledky 2. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 2.7: Výsledky 2. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	1	3,8	2	7,7	1
B	2	7,7	0	0,0	0
C	23	88,5	24	92,3	22
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

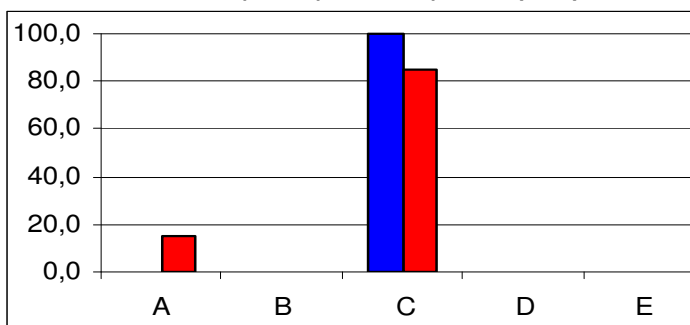
Graf 2.7: Výsledky 2. otázky – G1 (v %)



Tabulka 2.8: Výsledky 2. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	0	0,0	4	14,8	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	27	100,0	23	85,2	23
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

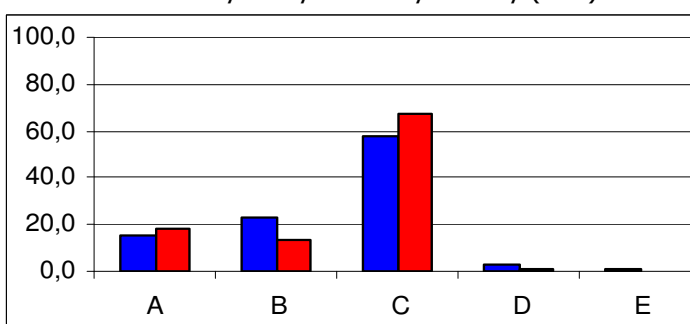
Graf 2.8: Výsledky 2. otázky – G2 (v %)



Tabulka 2.9: Výsledky 2. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	11	15,1	13	17,8	5
B	17	23,3	10	13,7	3
C	42	57,5	49	67,1	30
D	2	2,7	1	1,4	0
E	1	1,4	0	0,0	0

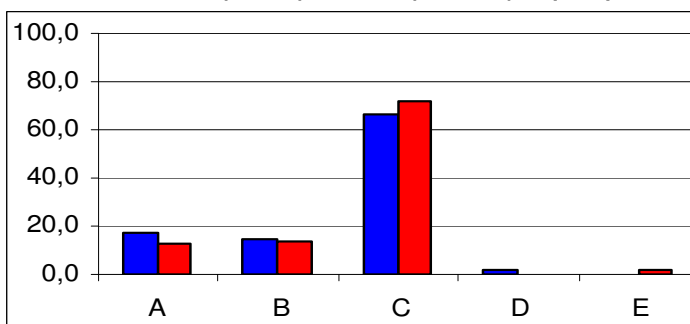
Graf 2.9: Výsledky 2. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 2.10: Výsledky 1. otázky - Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	15	16,9	11	12,4	4
B	13	14,6	12	13,5	6
C	59	66,3	64	71,9	52
D	2	2,2	0	0,0	0
E	0	0,0	2	2,2	0

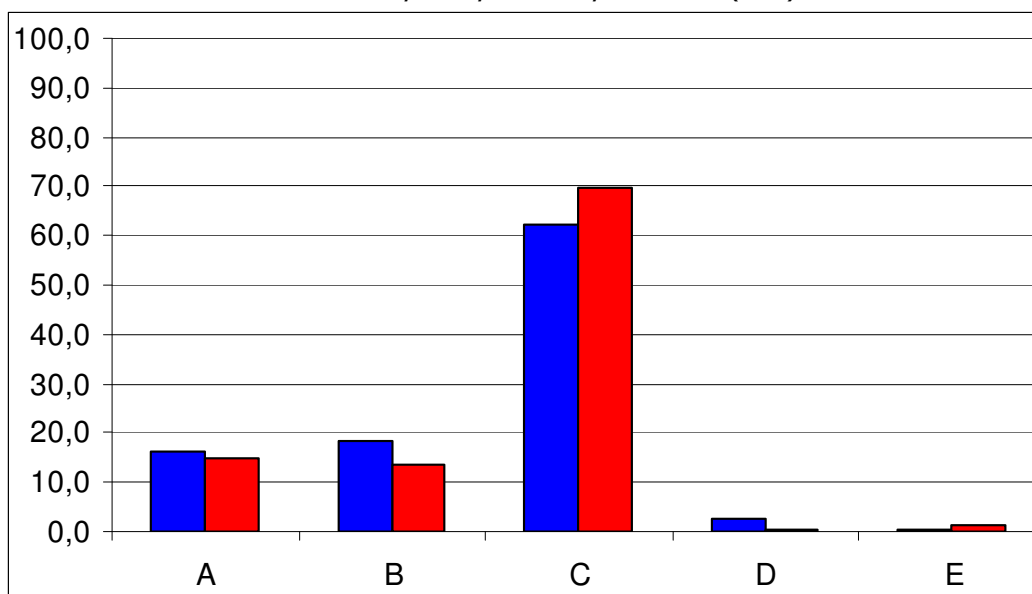
Graf 2.10: Výsledky 2. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 2.11: Výsledky 1. otázky - Celkem

celkem					
		%		%	S
A	26	16,0	24	14,8	9
B	30	18,5	22	13,6	9
C	101	62,3	113	69,8	82
D	4	2,5	1	0,6	0
E	1	0,6	2	1,2	0

Graf 2.11: Výsledky 2. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na druhou otázku

Také druhá úloha je zaměřena na zdroje světla. V tomto případě mne zajímalo, jakou představu mají žáci o Měsíci, druhém nejjasnějším objektu viditelném ze Země. Téměř totožná úloha je obsažena ve studii Klímové [29].

Odpověď A, tedy Měsíc je zdrojem vlastního světla stále, označilo v prvním kole testování 16,0 % a ve druhém 14,8 % žáků. Shodně v tomto případě odpovědělo 9 žáků, což odpovídá třetině žáků, kteří takto odpověděli v prvním kole. Součástí otázky bylo zdůvodnění zaškrtnuté odpovědi, ale valná většina žáků svou odpověď dále nezdůvodnila. U odpovědi A byla uvedena následující zdůvodnění: "Ve dne Měsíc přesevítí Slunce", „Někdy je Měsíc na obloze vidět i ve dne".

Odpověď B, že Měsíc je zdrojem vlastního světla pouze v noci, zvolilo v prvním kole 30 % a ve druhém 13,6 % žáků. Zde je již vidět zřetelný úbytek odpovědí ve druhém kole. Po výuce optiky došlo tedy k určitému zlepšení, i když počet shod je také 9 jako u odpovědi A. Žáci své odpovědi zdůvodnili takto: "Měsíc vychází pouze v noci", "Měsíc se střídá se Sluncem".

Odpověď C, tedy správnou odpověď, označilo 62,3 % žáků v prvním testu a 69,8 % žáků v druhém testu. Shoda nastala u 82 žáků z původních 101. Také u této

odpovědi žáci velmi málo zdůvodňovali svou odpověď. V případě, že tak učinili, udávali vždy správnou odpověď typu : „Měsíc odráží světlo ze Slunce“.

U této otázky byli v obou kolech úspěšnější žáci gymnázií, u správné odpovědi činil rozdíl v prvním kole 48,0 % a ve druhém kole 28,4 %. Žáci základních škol oproti tomu častěji uváděli odpovědi A a B.

Odpověď D, žádná odpověď není správná, zaškrtnli v prvním kole 4 a ve druhém kole jen 1 žák. Pouze jeden žák zdůvodnil svou odpověď : "Měsíc je zdrojem vlastního světla pouze v úplňku".

Na tuto otázku neodpověděl v prvním testu 1 žák a ve druhém 2 žáci.

Rozdíly mezi chlapci a dívkami nejsou u druhé otázky výrazné. U správné odpovědi činí tento rozdíl v prvním kole 8,8 %, přičemž správnou odpověď označilo více chlapců. Dívky v prvním kole vícekrát označili odpověď B. Ve druhém kole dosáhli chlapci i dívky velmi podobných výsledků, z čehož plyne, že u dívek došlo ke zlepšení téměř o 10 %.

Z těchto údajů vyplývá, že 70 % žáků po absolvování výuky optiky má správnou představu o Měsíci jako zdroji světla a téměř u 30 % žáků přetrvává určitá miskoncepce buď typu A nebo B. Klímová ve své práci [29] získala podobné výsledky. V mém výzkumu se ukázal menší dopad výuky a tím i vyšší počet chybných odpovědí.

2.7.3 Přehled výsledků třetí otázky – proč vidíme okolní předměty

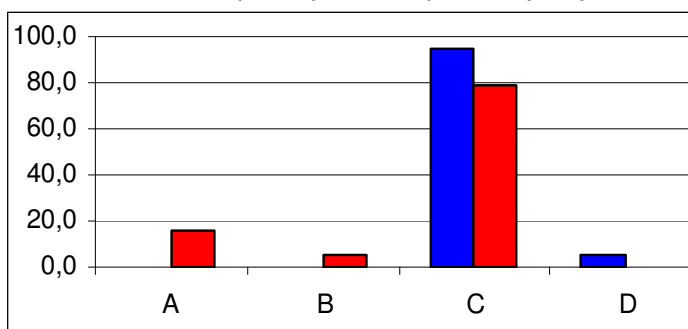
Kategorie odpovědí

- A** správná odpověď, správný nákres
- B** správná odpověď, špatný nákres (bez nákresu)
- C** knížka je osvětlena (kužel, paprsky od lampičky)
- D** bez odpovědi

Tabulka 3.1: Výsledky 3. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	0	0,0	3	15,8	0
B	0	0,0	1	5,3	0
C	18	94,7	15	78,9	14
D	1	5,3	0	0,0	0

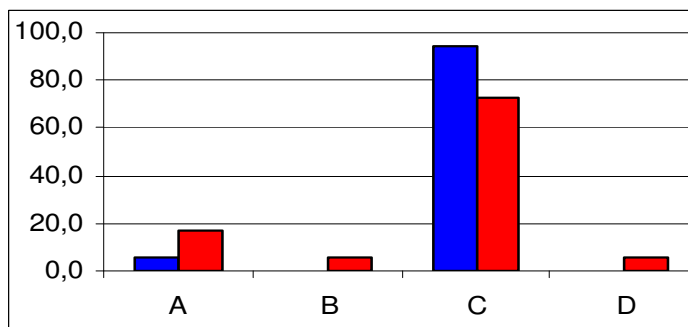
Graf 3.1: Výsledky 3. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 3.2: Výsledky 3. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	1	5,6	3	16,7	1
B	0	0,0	1	5,6	0
C	17	94,4	13	72,2	13
D	0	0,0	1	5,6	0

Graf 3.2: Výsledky 3. otázky – ZŠ2A (v %)



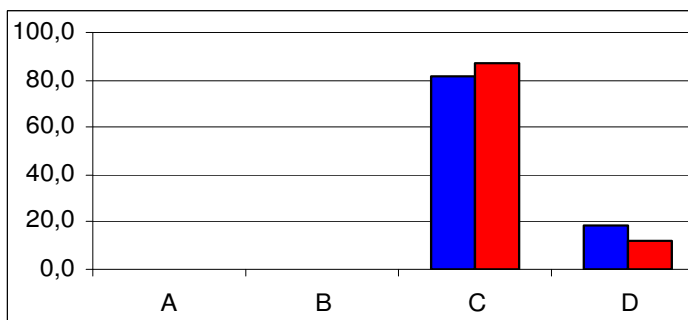
tabulka

graf

Tabulka 3.3: Výsledky 3. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	13	81,3	14	87,5	12
D	3	18,8	2	12,5	1

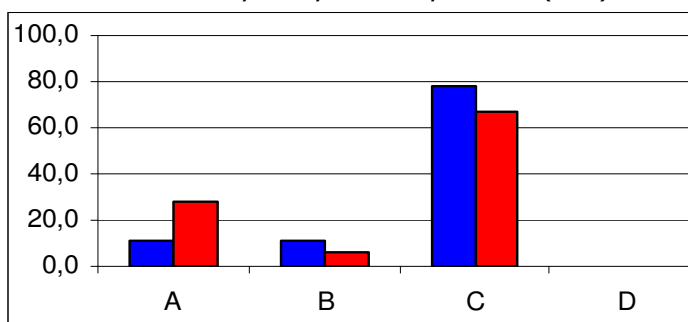
Graf 3.3: Výsledky 3. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 3.4: Výsledky 3. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	2	11,1	5	27,8	2
B	2	11,1	1	5,6	0
C	14	77,8	12	66,7	12
D	0	0,0	0	0,0	0

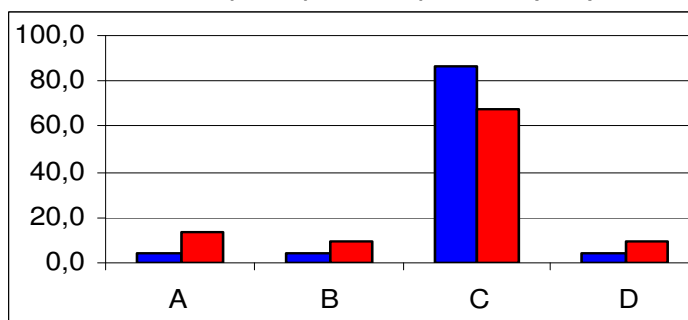
T Graf 3.4: Výsledky 3. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 3.5: Výsledky 3. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	1	4,5	3	13,6	1
B	1	4,5	2	9,1	0
C	19	86,4	15	68,2	13
D	1	4,5	2	9,1	0

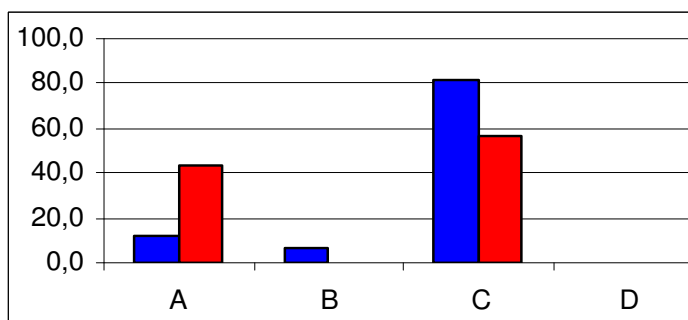
Graf 3.5: Výsledky 3. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 3.6: Výsledky 3. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	2	12,5	7	43,8	2
B	1	6,3	0	0,0	0
C	13	81,3	9	56,3	9
D	0	0,0	0	0,0	0

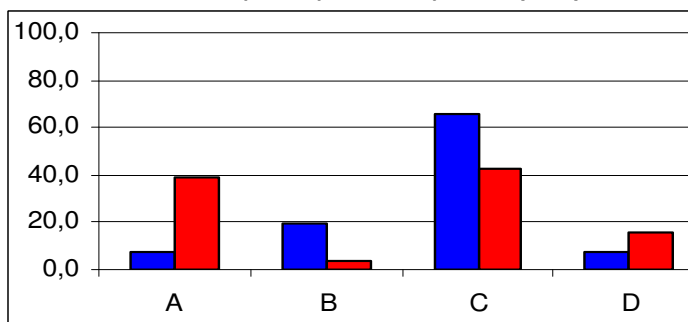
Graf 3.6: Výsledky 3. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 3.7: Výsledky 3. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	2	7,7	10	38,5	1
B	5	19,2	1	3,8	0
C	17	65,4	11	42,3	10
D	2	7,7	4	15,4	1

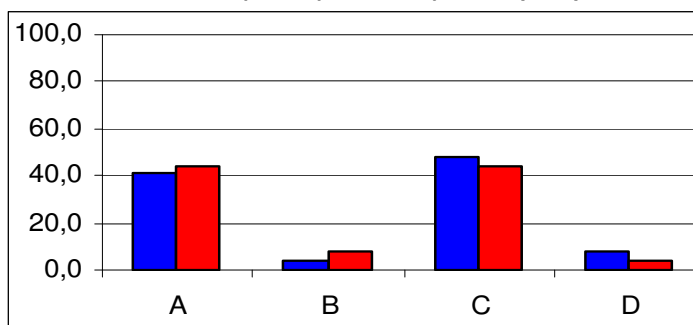
Graf 3.7: Výsledky 3. otázky – G1 (v %)



Tabulka 3.8: Výsledky 3. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	11	40,7	12	44,4	10
B	1	3,7	2	7,4	0
C	13	48,1	12	44,4	9
D	2	7,4	1	3,7	1

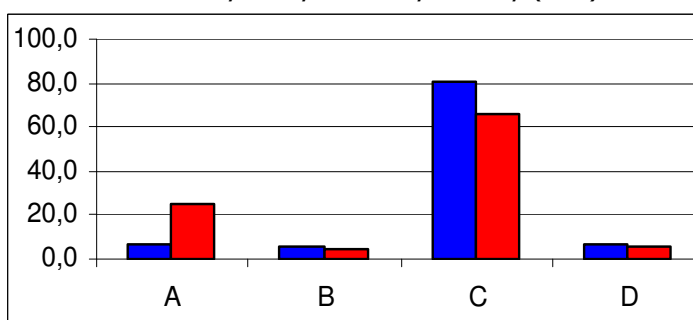
Graf 3.8: Výsledky 3. otázky – G2 (v %)



Tabulka 3.9: Výsledky 3. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	5	6,8	18	24,7	5
B	4	5,5	3	4,1	0
C	59	80,8	48	65,8	46
D	5	6,8	4	5,5	2

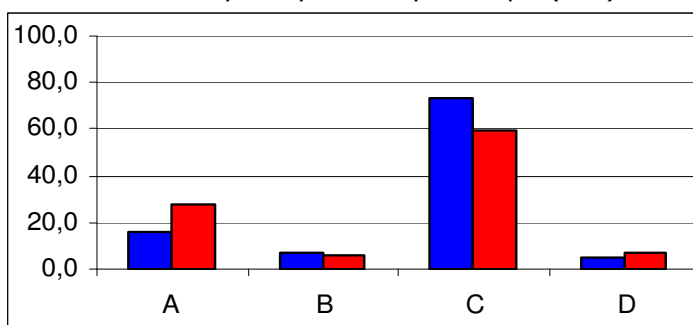
Graf 3.9: Výsledky 3. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 3.10: Výsledky 3. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	14	15,7	25	28,1	12
B	6	6,7	5	5,6	0
C	65	73,0	53	59,6	46
D	4	4,5	6	6,7	1

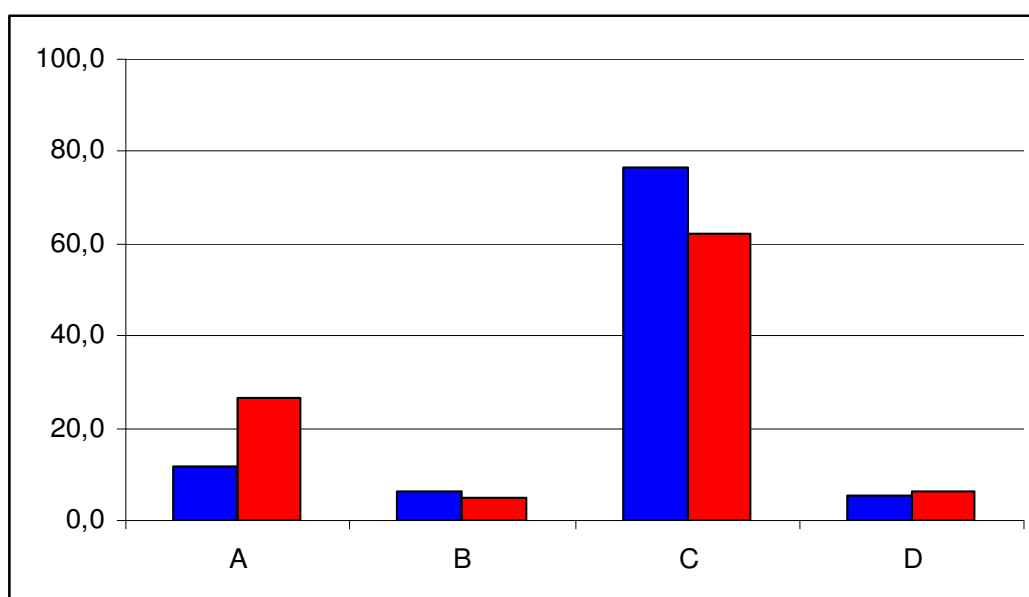
Graf 3.10: Výsledky 3. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 3.11: Výsledky 3. otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	19	11,7	43	26,5	17
B	10	6,2	8	4,9	0
C	124	76,5	101	62,3	92
D	9	5,6	10	6,2	3

Graf 3.11: Výsledky 3. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na třetí otázku

Třetí otázka zjišťuje, zda mají žáci představu o procesu vidění a dokáží tuto představu správně znázornit pomocí paprsků světla.

Odpovědi na třetí otázku jsem rozdělil do čtyř kategorií.

Kategorie A zahrnuje správné vysvětlení doplněné správným nákresem. V prvním kole testování takto odpovědělo 11,7 % a ve druhém kole 26,5 % žáků. Pouze v jedné třídě, G2, bylo procento správných vysvětlení větší než 15 %. Shoda nastala v sedmnácti případech z původních 19. Z těchto výsledků vyplývá, že ke zlepšení došlo jen u velmi malého počtu žáků.

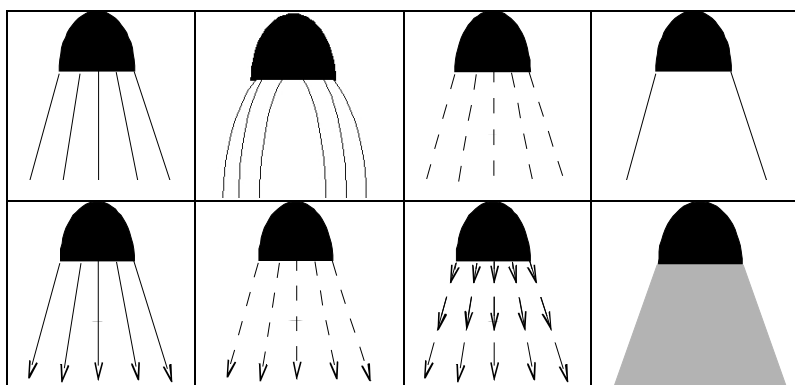
U této otázky byli v obou kolech úspěšnější žáci gymnázií, u správné odpovědi činil rozdíl v prvním kole 19,5 % a ve druhém kole 22,7 %. Žáci základních škol častěji uváděli odpovědi z kategorie C.

Do kategorie B jsem zařadil odpovědi žáků, kteří uvedli správné vysvětlení, toto vysvětlení však doplnili nesprávným obrázkem nebo obrázek vůbec nenakreslili. V pre-testu takto odpovědělo 6,2 % a v post-testu 4,9 % žáků. Žádný žák neuvedl v obou kolech odpověď, která by splňovala tuto kategorii.

Do kategorie C, která je nejčetnější, spadají odpovědi typu: "Uvidí obrázek, protože na něj svítí světlo.", "Knížka je osvětlena." apod. V některých případech není uvedena

odpověď, ale osvětlení knížky je znázorněno kuželem světla. Nejčastější způsoby znázornění světla jsou uvedeny v obrázku 8.

Obrázek 8: Příklady znázorňující osvětlení knížky



V pre-testu takto odpovědělo 76,5 % a v post-testu 62,3 % žáků. Shoda nastala v 92 případech z původních 124. Jak uvádí ve své práci Wiesner [3], stejné odpovědi převažovaly i ve výzkumech Guesneho [5] a Clause a kol. [34].

Třetí otázku nechalo bez odpovědi v prvním kole 5,6 % a ve druhém 6,2 % žáků.

Rozdíly mezi chlapci a dívkami jsou u třetí otázky minimální. Nejvýraznější rozdíl jsem zaznamenal u kategorie A v prvním kole, kde chlapci odpovídali častěji správně a rozdíl činil 9 %. Ve druhém kole uvedly dívky méně odpovědí z kategorie C a zaznamenaly zlepšení o 17,9 %.

Výsledky ukazují, že více než 70 % žáků po výuce optiky nedokáže správně vysvětlit mechanismus vidění, což je ve shodě s výsledky Klímové [29], švédského průzkumu Anderssona a Karrquistové [17], Osborna a kol. [9], stejně tak s výsledky uvedenými v práci Ramadana a Driverové [8].

2.7.4 Přehled výsledků čtvrté otázky – zatmění Slunce

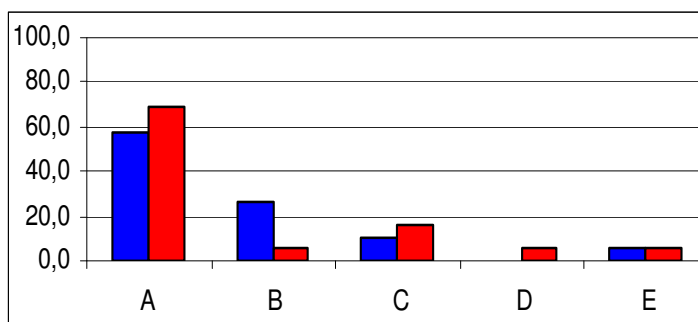
Kategorie odpovědí

- A** správná odpověď
- B** záměna se západem Slunce
- C** záměna se zatměním Měsíce
- D** záměna s fázemi Měsíce
- E** bez odpovědi

Tabulka 4.1: Výsledky 4. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	11	57,9	13	68,4	9
B	5	26,3	1	5,3	1
C	2	10,5	3	15,8	0
D	0	0,0	1	5,3	0
E	1	5,3	1	5,3	0

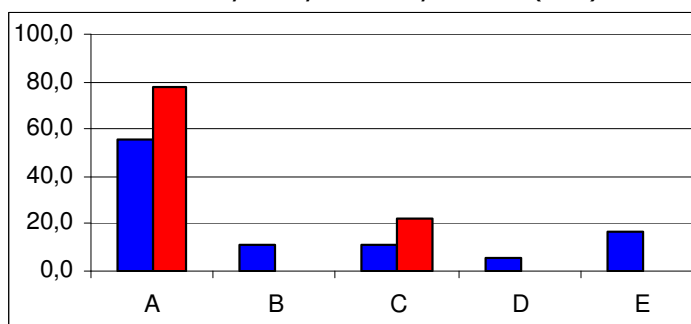
Graf 4.1: Výsledky 4. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 4.2: Výsledky 4. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	10	55,6	14	77,8	9
B	2	11,1	0	0,0	0
C	2	11,1	4	22,2	1
D	1	5,6	0	0,0	0
E	3	16,7	0	0,0	0

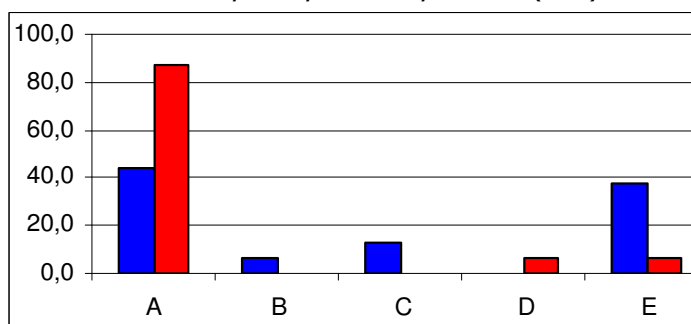
Graf 4.2: Výsledky 4. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 4.3: Výsledky 4. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	7	43,8	14	87,5	7
B	1	6,3	0	0,0	0
C	2	12,5	0	0,0	0
D	0	0,0	1	6,3	0
E	6	37,5	1	6,3	1

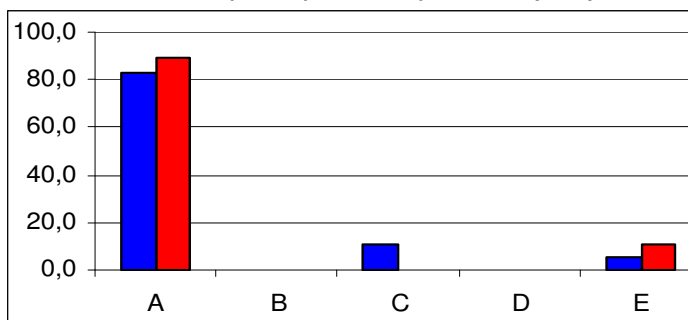
Graf 4.2: Výsledky 4. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 4.4: Výsledky 4. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	15	83,3	16	88,9	13
B	0	0,0	0	0,0	0
C	2	11,1	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	1	5,6	2	11,1	0

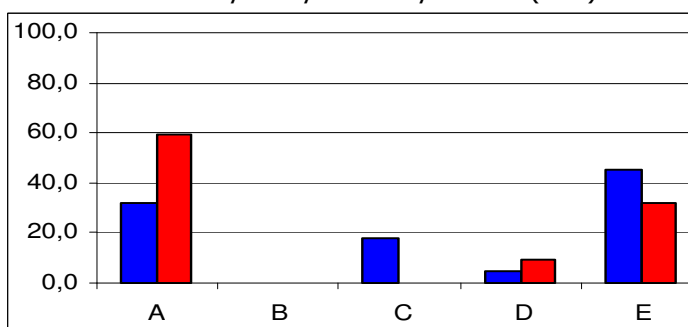
Graf 4.4: Výsledky 4. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 4.5: Výsledky 4. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	7	31,8	13	59,1	5
B	0	0,0	0	0,0	0
C	4	18,2	0	0,0	0
D	1	4,5	2	9,1	1
E	10	45,5	7	31,8	5

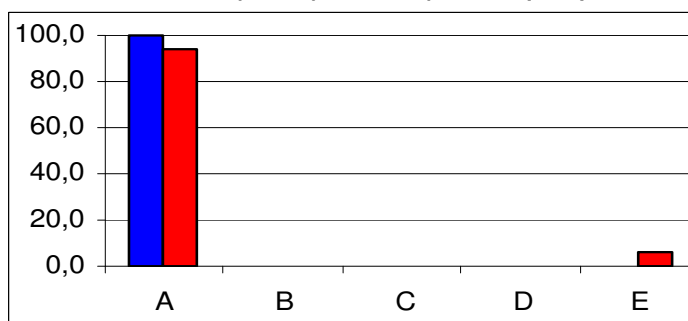
Graf 4.5: Výsledky 4. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 4.6: Výsledky 4. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	16	100,0	15	93,8	15
B	0	0,0	0	0,0	0
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	1	6,3	0

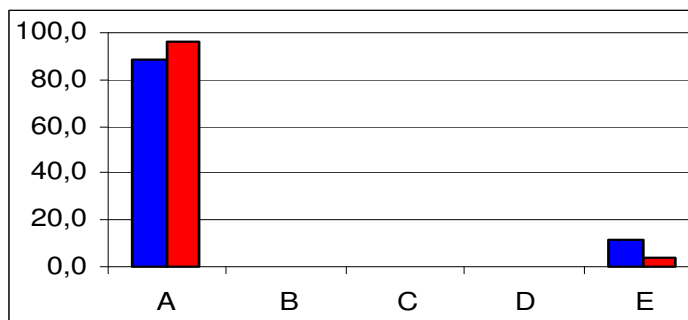
Graf 4.6: Výsledky 4. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 4.7: Výsledky 4. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	23	88,5	25	96,2	23
B	0	0,0	0	0,0	0
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	3	11,5	1	3,8	1

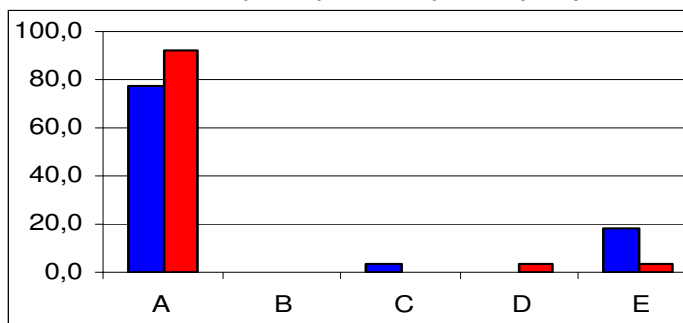
Graf 4.7: Výsledky 4. otázky – G1 (v %)



Tabulka 4.8: Výsledky 4. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	21	77,8	25	92,6	19
B	0	0,0	0	0,0	0
C	1	3,7	0	0,0	0
D	0	0,0	1	3,7	0
E	5	18,5	1	3,7	0

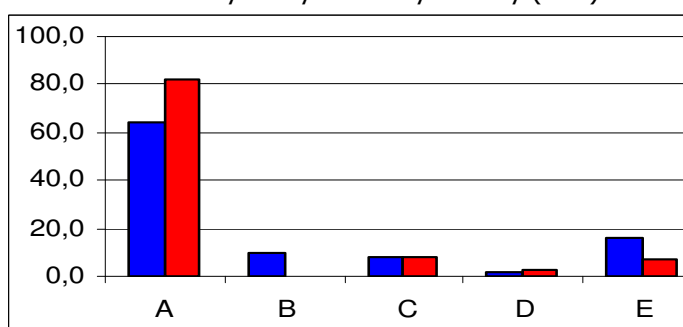
Graf 4.8: Výsledky 4. otázky – G2 (v %)



Tabulka 4.9: Výsledky 4. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	47	64,4	60	82,2	44
B	7	9,6	0	0,0	0
C	6	8,2	6	8,2	1
D	1	1,4	2	2,7	1
E	12	16,4	5	6,8	3

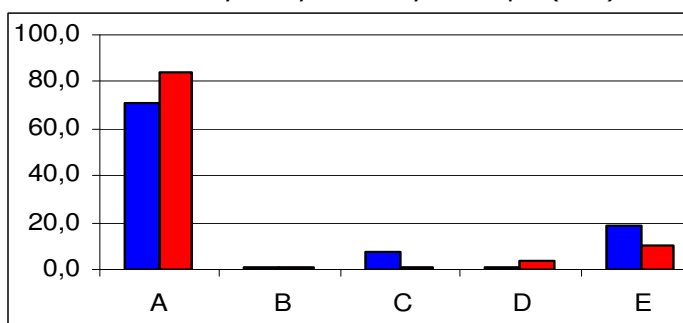
Graf 4.9: Výsledky 4. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 4.10: Výsledky 4. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	63	70,8	75	84,3	56
B	1	1,1	1	1,1	1
C	7	7,9	1	1,1	0
D	1	1,1	3	3,4	0
E	17	19,1	9	10,1	4

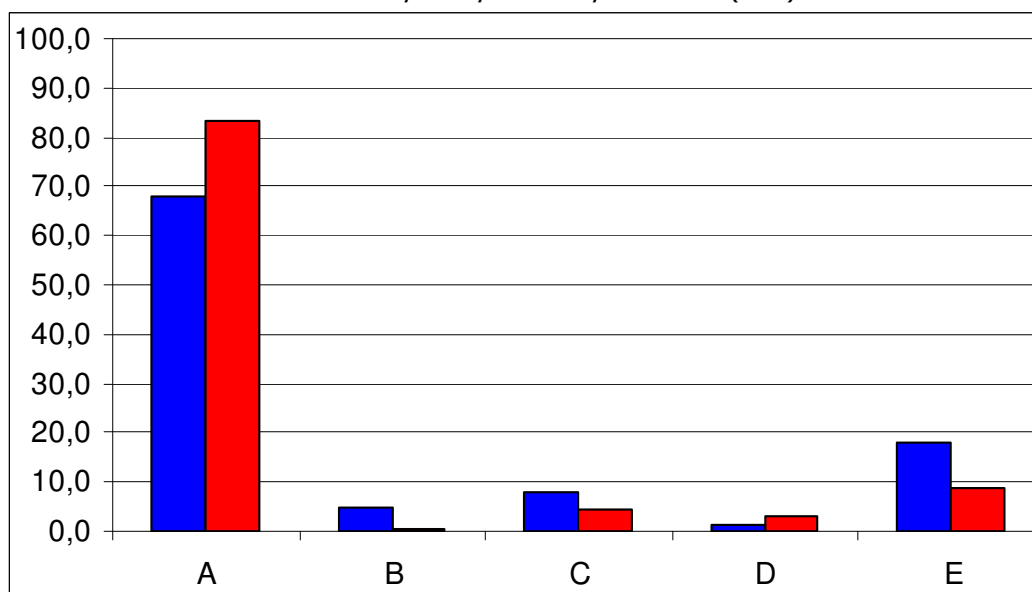
Graf 4.10: Výsledky 4. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 4.11: Výsledky 4. otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	110	67,9	135	83,3	100
B	8	4,9	1	0,6	1
C	13	8,0	7	4,3	1
D	2	1,2	5	3,1	1
E	29	17,9	14	8,6	7

Graf 4.11: Výsledky 4. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na čtvrtou otázku

Ve čtvrté otázce měli žáci vysvětlit, kdy dochází k zatmění Slunce.

Na tuto otázku správně odpovědělo v pre-testu 67,9 % a v post-testu 83,3 % žáků. Shoda nastala ve 100 případech z původních 110. Překvapivě vysoké procento správných odpovědí v prvním kole je zřejmě způsobeno tím, že žáci už s touto problematikou přicházejí do styku v zeměpisu, a to většinou v šestém ročníku.

Do kategorie B spadají odpovědi, kde žáci zaměnili zatmění Slunce za západ Slunce, tedy střídání dne a noci. Typické odpovědi z této kategorie : "Měsíc se ráno střídá se Sluncem.", "Země se otáčí kolem své osy.", "Slunce se vymění s Měsícem.". V prvním kole testování takto odpovědělo 8 žáků, tedy 4,9 % a ve druhém jen 1 žák, tedy pouhých 0,6 %.

Do kategorie C jsem zařadil odpovědi, kde žáci zaměnili zatmění Slunce za zatmění Měsíce. Tato kategorie byla čtenější než předchozí. V prvním kole testování takto odpovědělo 8 % a ve druhém 4,3 % žáků.

Nejmenší četností v prvním kole se vyznačuje kategorie D, kam patří odpovědi, kde žáci zaměnili zatmění Slunce s fázemi Měsíce, tedy s novem. V pre-testu takto odpověděli 2 žáci a v post-testu 5 žáků. Shoda nastala pouze u 1 žáka, stejně jako v

kategoriích B a C. Zvýšený počet odpovědí v této kategorii může být způsoben tím, že žáci v době pre-testu ještě nebyli s fázemi Měsíce seznámeni.

V prvním kole testování na čtvrtou otázku neodpovědělo 17,9 % žáků a ve druhém kole 8,6 % žáků, z nichž pouze 7 neodpovědělo v obou kolech.

Také u této otázky byli v obou kolech úspěšnější žáci gymnázií, u správné odpovědi činil rozdíl v prvním kole 22,4 % a ve druhém kole 16,0 %. Žáci základních škol častěji uváděli odpověď C, nebo čtvrtou otázku ponechávali bez odpovědi.

Mezi chlapci a dívkami jsou jen velmi malé rozdíly. V kole odpovědělo správně 64,4 % dívek a 76,8 % chlapců. Ve druhém kole správně odpovědělo 82,2 % dívek a 84,3 % chlapců. U dívek tedy došlo ke zlepšení o 17,8 %. Chlapci se zlepšili o 13,5 %.

2.7.5 Přehled výsledků páté otázky - stín

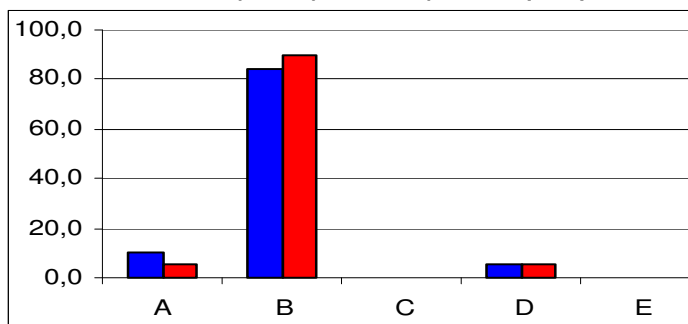
Kategorie odpovědí

- A stejně velký
- B zvětšený
- C zmenšený
- D převrácený
- E bez odpovědi

Tabulka 5.1: Výsledky 5. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	2	10,5	1	5,3	1
B	16	84,2	17	89,5	16
C	0	0,0	0	0,0	0
D	1	5,3	1	5,3	1
E	0	0,0	0	0,0	0

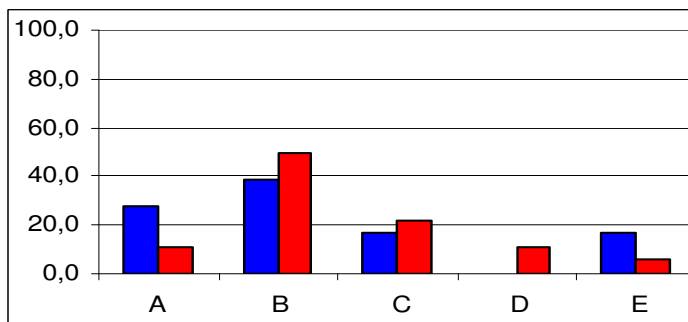
Graf 5.1: Výsledky 5. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 5.2: Výsledky 5. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	5	27,8	2	11,1	1
B	7	38,9	9	50,0	5
C	3	16,7	4	22,2	0
D	0	0,0	2	11,1	0
E	3	16,7	1	5,6	1

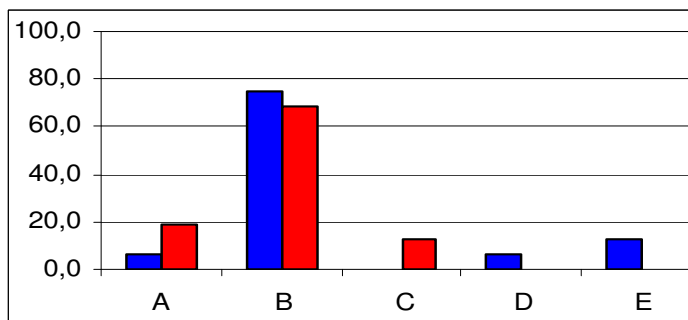
Graf 5.2: Výsledky 5. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 5.3: Výsledky 5. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	1	6,3	3	18,8	0
B	12	75,0	11	68,8	8
C	0	0,0	2	12,5	0
D	1	6,3	0	0,0	0
E	2	12,5	0	0,0	0

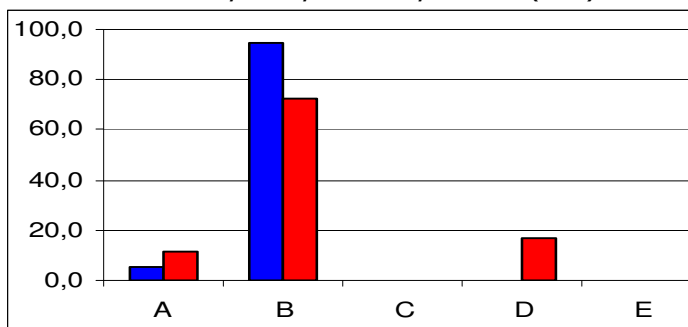
Graf 5.3: Výsledky 5. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 5.4: Výsledky 5. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	2	11,1	1
B	17	94,4	13	72,2	13
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	3	16,7	0
E	0	0,0	0	0,0	0

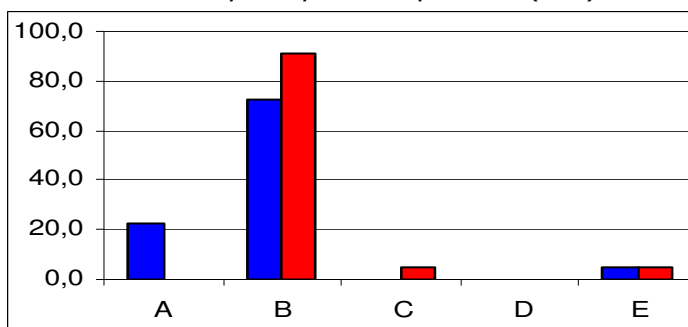
Graf 5.4: Výsledky 5. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 5.5: Výsledky 5. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	5	22,7	0	0,0	0
B	16	72,7	20	90,9	16
C	0	0,0	1	4,5	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	1	4,5	1	4,5	1

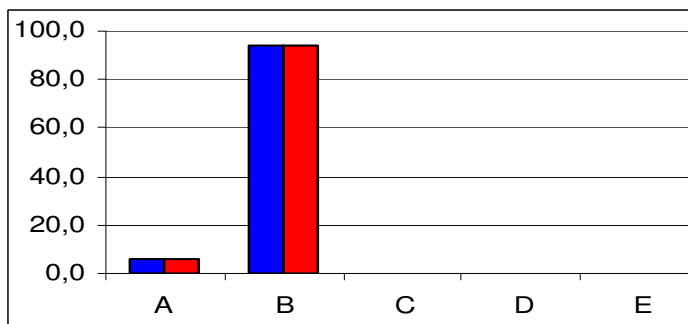
Graf 5.5: Výsledky 5. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 5.6: Výsledky 5. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	1	6,3	1	6,3	0
B	15	93,8	15	93,8	14
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

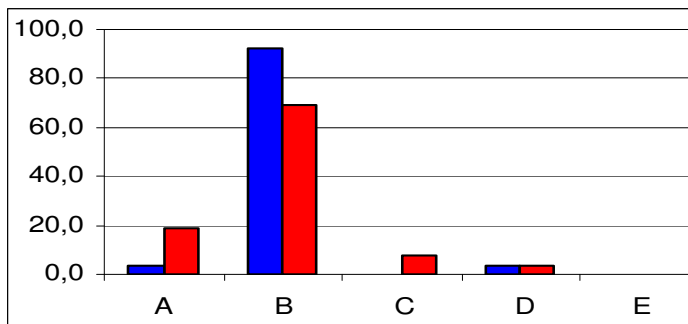
Graf 5.6: Výsledky 5. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 5.7: Výsledky 5. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	1	3,8	5	19,2	1
B	24	92,3	18	69,2	17
C	0	0,0	2	7,7	0
D	1	3,8	1	3,8	0
E	0	0,0	0	0,0	0

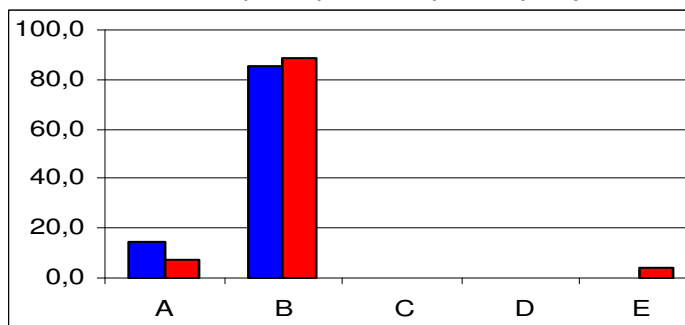
Graf 5.7: Výsledky 5. otázky – G1 (v %)



Tabulka 5.8: Výsledky 5. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	4	14,8	2	7,4	0
B	23	85,2	24	88,9	20
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	1	3,7	0

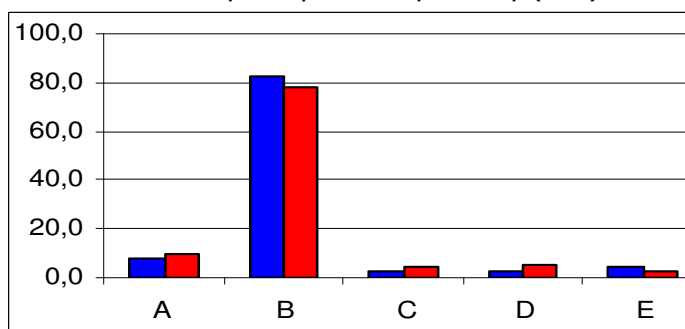
Graf 5.8: Výsledky 5. otázky – G2 (v %)



Tabulka 5.9: Výsledky 5. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	6	8,2	7	9,6	0
B	60	82,2	57	78,1	52
C	2	2,7	3	4,1	0
D	2	2,7	4	5,5	1
E	3	4,1	2	2,7	1

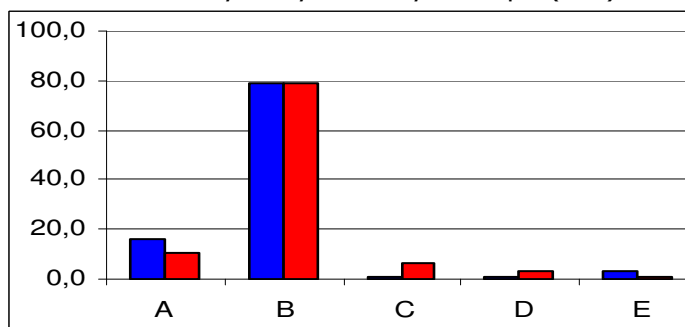
Graf 5.9: Výsledky 5. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 5.10: Výsledky 5. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	14	15,7	9	10,1	4
B	70	78,7	70	78,7	57
C	1	1,1	6	6,7	0
D	1	1,1	3	3,4	0
E	3	3,4	1	1,1	1

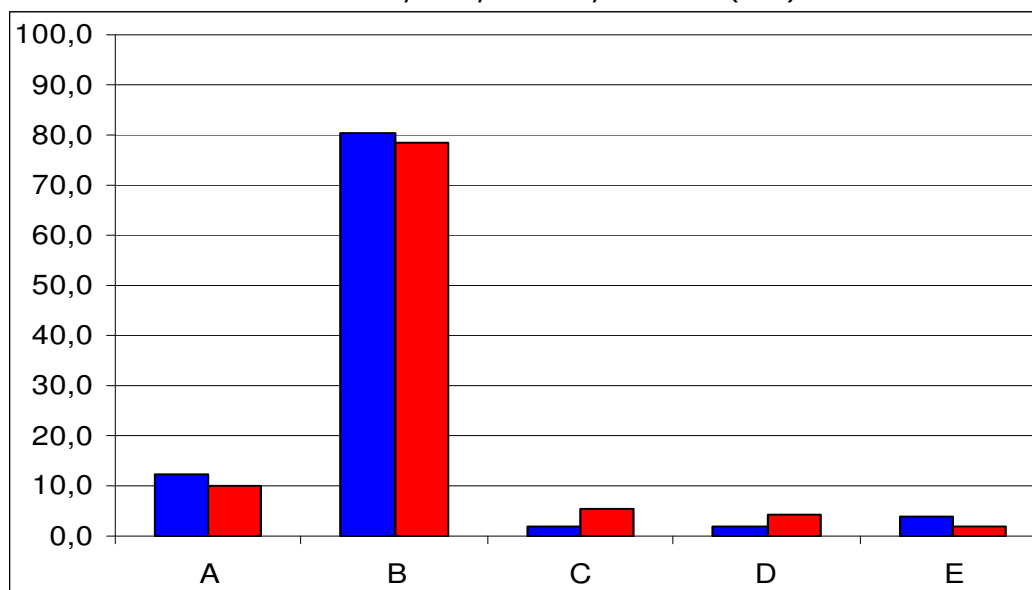
Graf 5.10: Výsledky 5. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 5.11: Výsledky 5. otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	20	12,3	16	9,9	4
B	130	80,2	127	78,4	109
C	3	1,9	9	5,6	0
D	3	1,9	7	4,3	1
E	6	3,7	3	1,9	2

Graf 5.11: Výsledky 5. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na pátou otázku

Pátá otázka se zaměřuje na představy o velikosti stínu.

Na otázku odpověděla většina dotazovaných správně. Správnou odpověď B v prvním kole zvolilo 80 % žáků a ve druhém kole 78,4 % žáků, přičemž u 109 žáků z původních 130 došlo u této odpovědi ke shodě. Na výsledném mírném zhoršení se nejvíce podílely třídy ZŠ3B a G1, u kterých bylo zhoršení větší než 20 %.

Druhou nejčastější odpovědí byla odpověď A, což znamená, že stín bude mít stejnou velikost jako stínítko. V pre-testu tuto odpověď označilo 12,3 % žáků a v post-testu 9,9 % žáků. Tuto možnost zaškrtili shodně v obou kolech 4 žáci z původních 20.

Odpovědi C (zmenšený) a odpověď D (převrácený) označili v prvním kole shodně 3 žáci, tedy 1,9 %. U obou kategorií se zvětšil počet odpovědí ve druhém kole. U odpovědi C na 9, tedy 5,6 % a u odpovědi D na 7, tedy 4,3 %.

V prvním kole testování na čtvrtou otázku neodpovědělo 17,9 % žáků a ve druhém kole 8,6 % žáků, z nichž pouze 7 neodpovědělo v obou kolech.

Při porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií jsem u správné odpovědi zaznamenal rozdíl pouze v prvním kole, a to 12,9 % ve prospěch žáků gymnázií. Ve druhém kole došlo u žáků gymnázií k výše zmíněnému zhoršení, což vedlo k vyrovnání výsledků.

Stejně jako u čtvrté otázky nejsou ve výsledcích chlapců a dívek u této úlohy téměř žádné rozdíly. V pre-testu i v post-testu odpovědělo správně shodně 78,7 % chlapců. Dívky odpověděly v pre-testu správně v 82,2 % případů. V post-testu došlo u dívek ke 4 % zhoršení.

Tuto otázku jsem do testu zařadil, protože jsem chtěl zjistit, zda se potvrdí výsledky výzkumu Voelzkeho [4], který ve své práci uvádí, že žáci kreslili velikost stínu dopadajícího na stěnu v originální velikosti jako stínítko. Výsledky tohoto výzkumu se potvrdili jen u zhruba 10 % dotazovaných.

2.7.6 Přehled výsledků šesté otázky – obraz v rovinném zrcadle

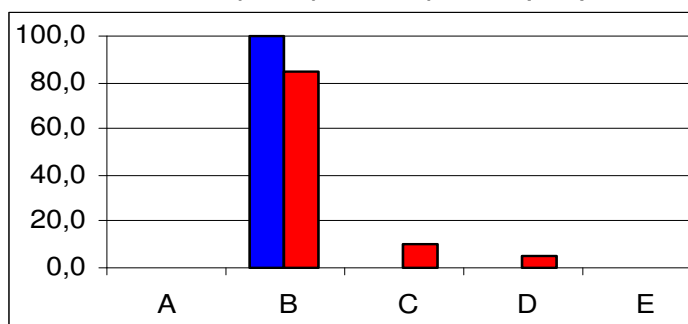
Kategorie odpovědí

- A** správná odpověď
- B** na zrcadle
- C** před zrcadlem
- D** pouze úsečka spojující oko a zrcadlo
- E** bez odpovědi

Tabulka 6.1: Výsledky 6. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	19	100,0	16	84,2	16
C	0	0,0	2	10,5	0
D	0	0,0	1	5,3	0
E	0	0,0	0	0,0	0

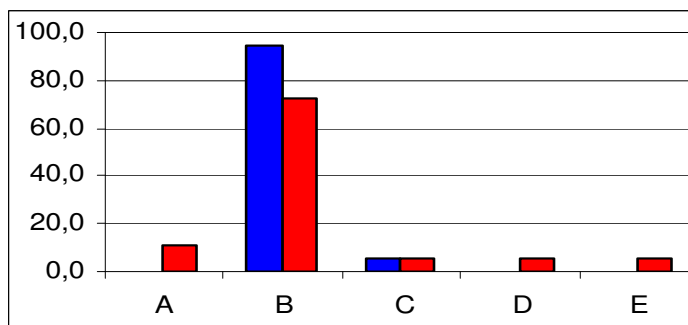
Graf 6.1: Výsledky 6. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 6.2: Výsledky 6. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	0	0,0	2	11,1	0
B	17	94,4	13	72,2	13
C	1	5,6	1	5,6	0
D	0	0,0	1	5,6	0
E	0	0,0	1	5,6	0

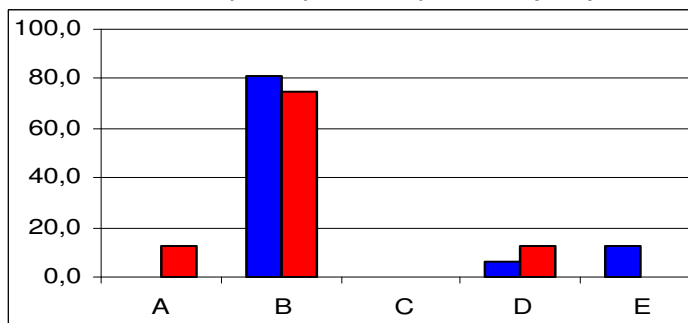
Graf 6.2: Výsledky 6. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 6.3: Výsledky 6. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	0	0,0	2	12,5	0
B	13	81,3	12	75,0	11
C	0	0,0	0	0,0	0
D	1	6,3	2	12,5	1
E	2	12,5	0	0,0	0

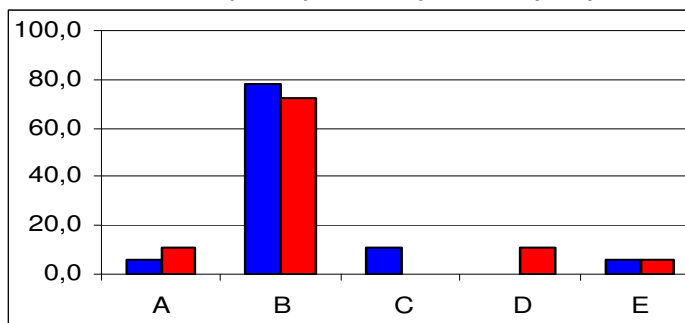
Graf 6.3: Výsledky 6. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 6.4: Výsledky 6. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	2	11,1	0
B	14	77,8	13	72,2	11
C	2	11,1	0	0,0	0
D	0	0,0	2	11,1	0
E	1	5,6	1	5,6	1

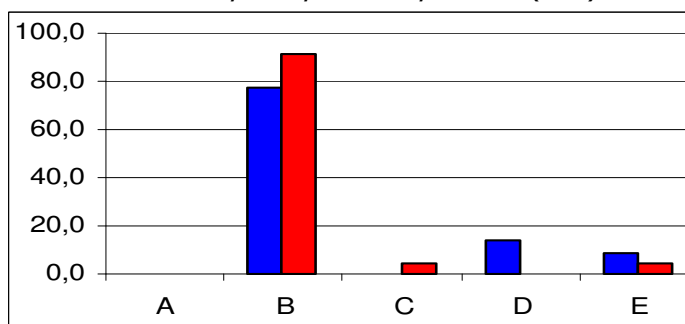
Graf 6.4: Výsledky 6. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 6.5: Výsledky 6. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	17	77,3	20	90,9	15
C	0	0,0	1	4,5	0
D	3	13,6	0	0,0	0
E	2	9,1	1	4,5	0

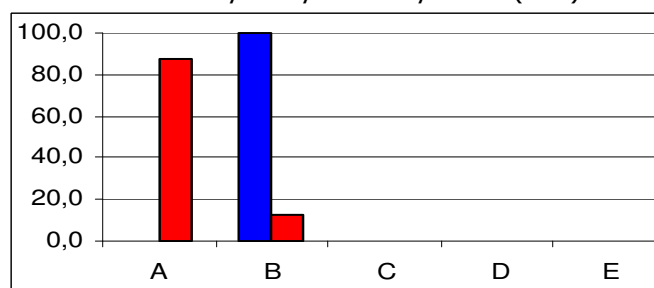
Graf 6.5: Výsledky 6. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 6.6: Výsledky 6. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	0	0,0	14	87,5	0
B	16	100,0	2	12,5	2
C	0	0,0	0	0,0	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

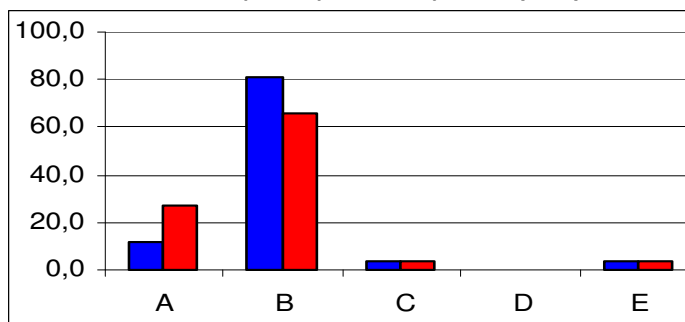
Graf 6.6: Výsledky 6. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 6.7: Výsledky 6. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	3	11,5	7	26,9	3
B	21	80,8	17	65,4	15
C	1	3,8	1	3,8	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	1	3,8	1	3,8	0

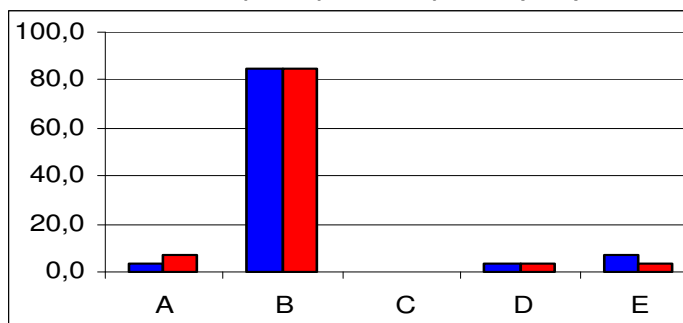
Graf 6.7: Výsledky 6. otázky – G1 (v %)



Tabulka 6.8: Výsledky 6. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	1	3,7	2	7,4	1
B	23	85,2	23	85,2	23
C	0	0,0	0	0,0	0
D	1	3,7	1	3,7	0
E	2	7,4	1	3,7	0

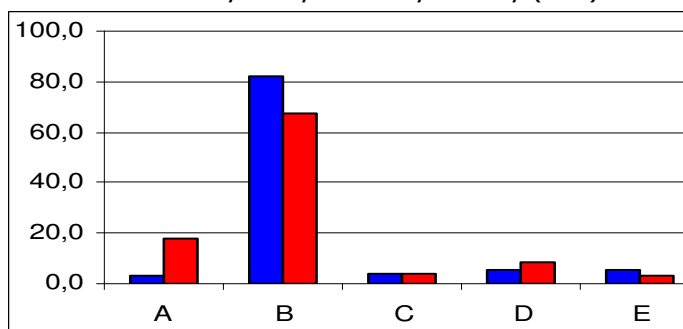
Graf 6.8: Výsledky 6. otázky – G2 (v %)



Tabulka 6.9: Výsledky 6. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	2	2,7	13	17,8	2
B	60	82,2	49	67,1	43
C	3	4,1	3	4,1	0
D	4	5,5	6	8,2	1
E	4	5,5	2	2,7	0

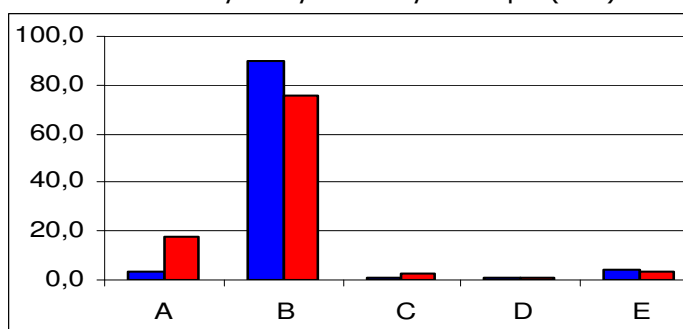
Graf 6.9: Výsledky 6. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 6.10: Výsledky 6. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	3	3,4	16	18,0	2
B	80	89,9	67	75,3	63
C	1	1,1	2	2,2	0
D	1	1,1	1	1,1	0
E	4	4,5	3	3,4	1

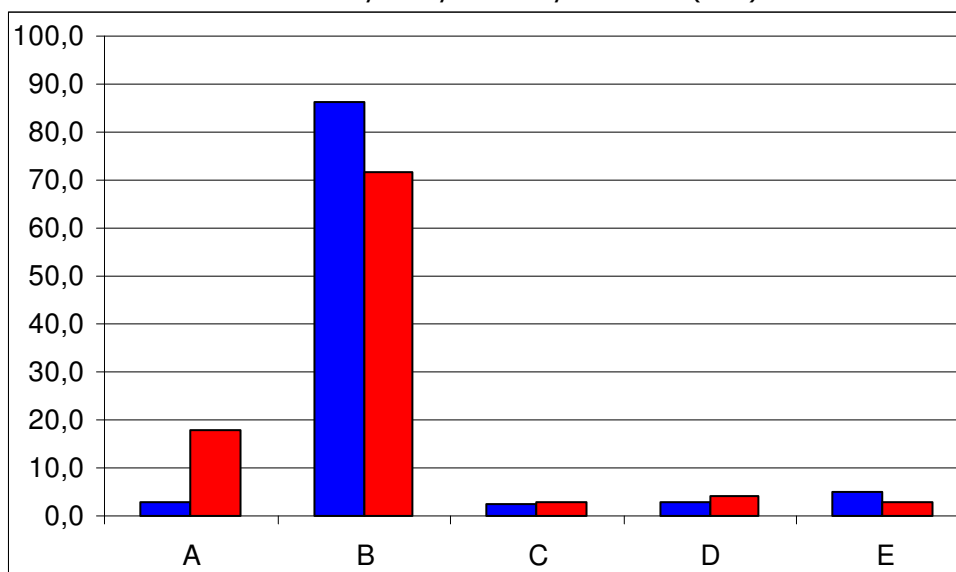
Graf 6.10: Výsledky 6. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 6.11: Výsledky 6. otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	5	3,1	29	17,9	4
B	140	86,4	116	71,6	106
C	4	2,5	5	3,1	0
D	5	3,1	7	4,3	1
E	8	4,9	5	3,1	1

Graf 6.11: Výsledky 6. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na šestou otázku

V šesté otázce měli žáci za úkol označit křížkem obraz Lídina nosu v rovinném zrcadle.

Na tuto otázku odpovědělo v 1. kole správně (obraz umístěn za zrcadlo ve správné vzdálenosti) 3,1 % a ve 2. kole 17,9 % žáků. Největší podíl na tomto zlepšení měli žáci ze ZŠ4, kde ve 2. kole uvedlo správnou odpověď celkem 14 žáků, čímž se zlepšili o téměř 90 %. U kategorie A odpověděli shodně v obou kolech 4 žáci z původních 5. Nejčastější odpovědí této otázky je odpověď B (obraz leží na zrcadle), v 1. kole takto odpovědělo 86,4 % a ve 2. kole 71,6 % žáků. Na této odpovědi se v obou kolech shodlo 106 žáků z původních 140. Tato odpověď je klasický případ miskoncepce, což je potvrzeno především velkým počtem shodných odpovědí v obou testech. Vysokou četnost v této kategorii také vykazují další výzkumy např.: Hock [6], Klímová [29], Goldberg a McDermottová [15].

Jak ukazuje výzkum provedený Golbergem a Dermottovou s univerzitními studenty, velká část studentů, kteří po absolvování kurzu paprskové optiky uvedli správně, kde se nachází obraz v rovinném zrcadle, nedokázala tuto znalost požit v praktických úlohách (viz kap. 1.3.4).

Odpověď C, obraz je před zrcadlem, znázornili v pre-testu 4 žáci a v post-testu 5 žáků.

Do kategorie D jsem zařadil odpovědi, kde žáci neoznačili místo obrazu křížkem, čímž v podstatě neodpověděli na otázku, ale narýsovali úsečku spojující oko se zrcadlem. Takto odpovědělo nejdříve 5 a poté 7 žáků.

Na šestou otázku neodpovědělo v prvním kole 8 (4,9 %) žáků a ve druhém kole 5 (3,1%) žáků.

Stejně jako u správné odpovědi na pátou otázku zaznamenali výraznější rozdíl mezi žáky základních škol a žáky gymnázií pouze v prvním kole, a to 7,1 % ve prospěch žáků gymnázií. Ve druhém kole došlo u žáků základních škol k téměř 18 % zlepšení, což v konečných výsledcích ukazuje, že žáci základních škol byli ve druhém kole úspěšnější, i když rozdíl činí pouze 1,3 %.

U správné odpovědi jsou výsledky dívek i chlapců téměř totožné. U ostatních odpovědí chlapci častěji uváděli možnost B, dívky oproti tomu častěji zakreslovaly odpovědi typu C a D.

2.7.7 Přehled výsledků sedmé otázky – obraz panenky v rovinném zrcadle

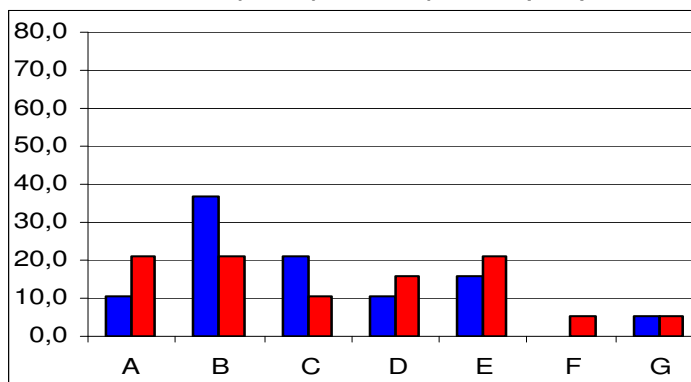
Kategorie odpovědí

- A ANO - nákres
- B ANO - bez nákresu, nebo špatný nákres
- C NE - bez nákresu
- D NE - paprsky kolmo k zrcadlu
- E NE - uvidí jen část panenky
- F podle toho, jak se dívá
- G bez odpovědi

Tabulka 7.1: Výsledky 7. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	2	10,5	4	21,1	2
B	7	36,8	4	21,1	2
C	4	21,1	2	10,5	0
D	2	10,5	3	15,8	1
E	3	15,8	4	21,1	1
F	0	0,0	1	5,3	0
G	1	5,3	1	5,3	0

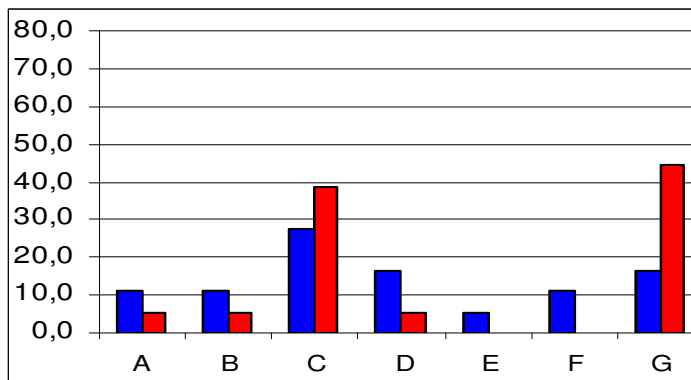
Graf 7.1: Výsledky 7. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 7.2: Výsledky 7. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	2	11,1	1	5,6	0
B	2	11,1	1	5,6	0
C	5	27,8	7	38,9	4
D	3	16,7	1	5,6	1
E	1	5,6	0	0,0	0
F	2	11,1	0	0,0	0
G	3	16,7	8	44,4	1

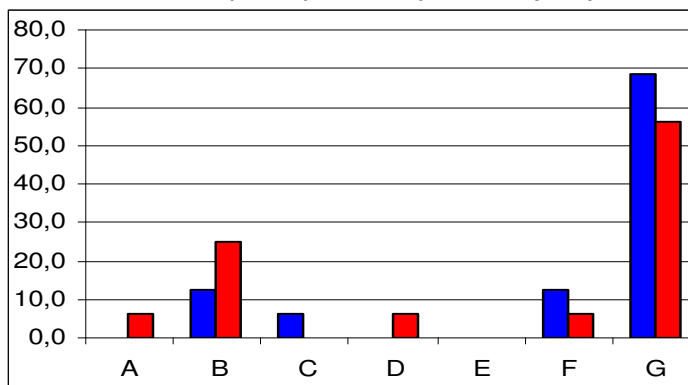
Graf 7.2: Výsledky 7. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 7.3: Výsledky 7. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	0	0,0	1	6,3	0
B	2	12,5	4	25,0	0
C	1	6,3	0	0,0	0
D	0	0,0	1	6,3	0
E	0	0,0	0	0,0	0
F	2	12,5	1	6,3	1
G	11	68,8	9	56,3	8

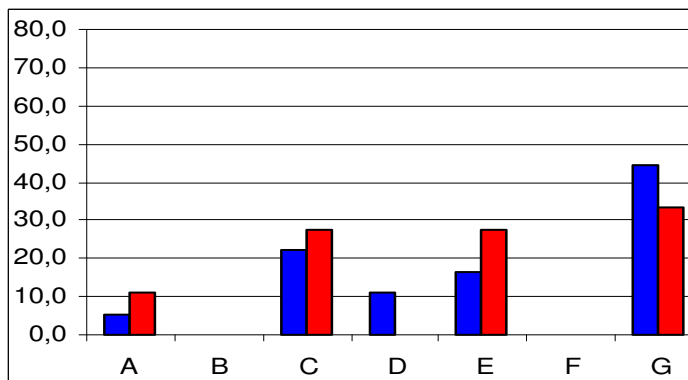
Graf 7.3: Výsledky 7. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 7.4: Výsledky 7. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	2	11,1	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	4	22,2	5	27,8	1
D	2	11,1	0	0,0	0
E	3	16,7	5	27,8	2
F	0	0,0	0	0,0	0
G	8	44,4	6	33,3	4

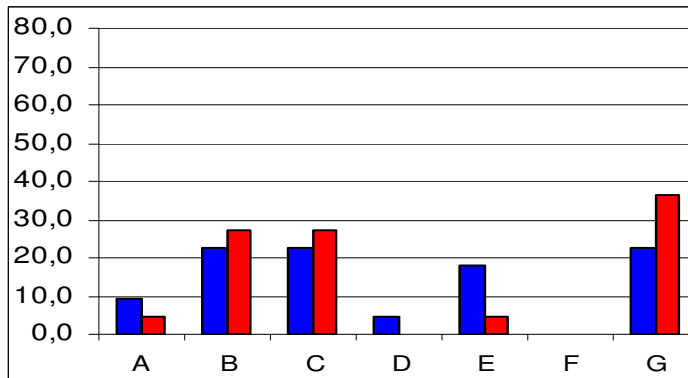
Graf 7.4: Výsledky 7. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 7.5: Výsledky 7. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	2	9,1	1	4,5	0
B	5	22,7	6	27,3	2
C	5	22,7	6	27,3	3
D	1	4,5	0	0,0	0
E	4	18,2	1	4,5	1
F	0	0,0	0	0,0	0
G	5	22,7	8	36,4	3

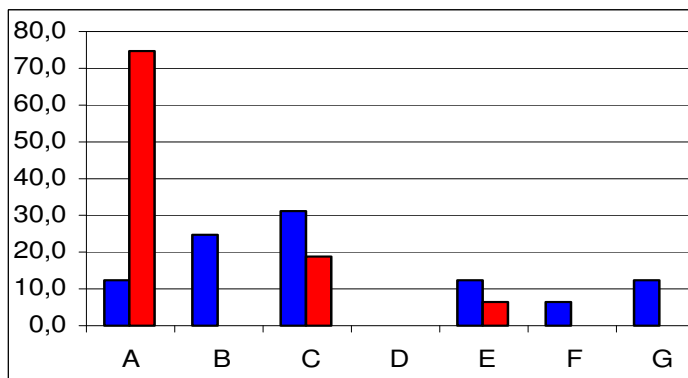
Graf 7.5: Výsledky 7. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 7.6: Výsledky 7. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	2	12,5	12	75,0	0
B	4	25,0	0	0,0	0
C	5	31,3	3	18,8	3
D	0	0,0	0	0,0	0
E	2	12,5	1	6,3	0
F	1	6,3	0	0,0	0
G	2	12,5	0	0,0	0

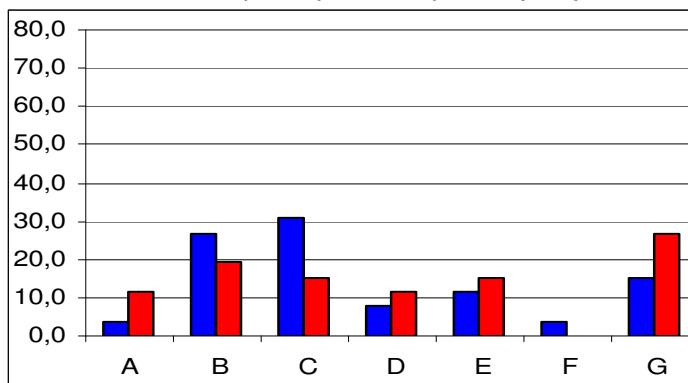
Graf 7.6: Výsledky 7. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 7.7: Výsledky 7. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	1	3,8	3	11,5	1
B	7	26,9	5	19,2	2
C	8	30,8	4	15,4	0
D	2	7,7	3	11,5	1
E	3	11,5	4	15,4	0
F	1	3,8	0	0,0	0
G	4	15,4	7	26,9	2

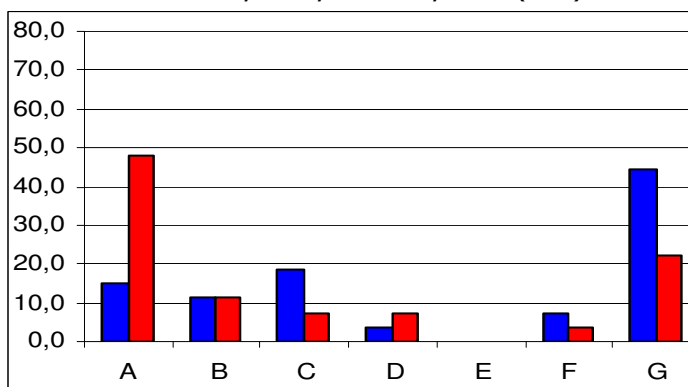
Graf 7.7: Výsledky 7. otázky – G1 (v %)



Tabulka 7.8: Výsledky 7. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	4	14,8	13	48,1	0
B	3	11,1	3	11,1	1
C	5	18,5	2	7,4	0
D	1	3,7	2	7,4	0
E	0	0,0	0	0,0	0
F	2	7,4	1	3,7	0
G	12	44,4	6	22,2	3

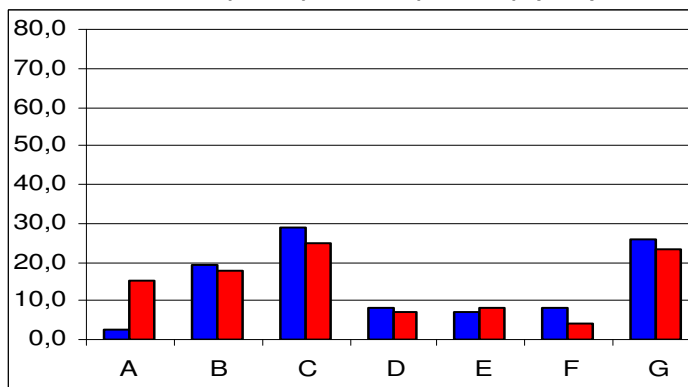
Graf 7.8: Výsledky 7. otázky – G2 (v %)



Tabulka 7.9: Výsledky 7. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	2	2,7	11	15,1	1
B	14	19,2	13	17,8	5
C	21	28,8	18	24,7	9
D	6	8,2	5	6,8	1
E	5	6,8	6	8,2	0
F	6	8,2	3	4,1	1
G	19	26,0	17	23,3	7

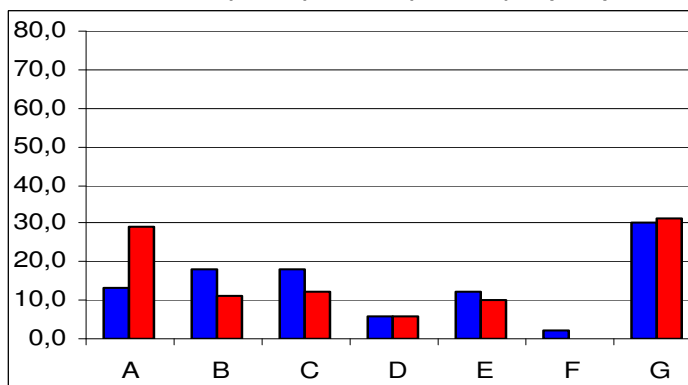
Graf 7.9: Výsledky 7. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 7.10: Výsledky 7. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	12	13,5	26	29,2	2
B	16	18,0	10	11,2	2
C	16	18,0	11	12,4	2
D	5	5,6	5	5,6	2
E	11	12,4	9	10,1	4
F	2	2,2	0	0,0	0
G	27	30,3	28	31,5	14

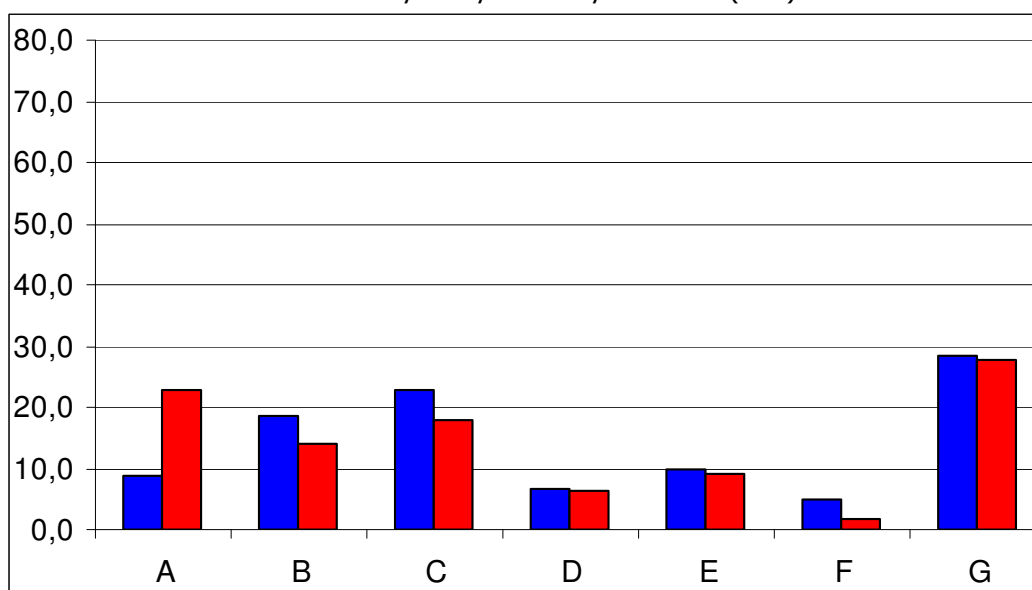
Graf 7.10: Výsledky 7. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 7.11: Výsledky 7.otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	14	8,6	37	22,8	3
B	30	18,5	23	14,2	7
C	37	22,8	29	17,9	11
D	11	6,8	10	6,2	3
E	16	9,9	15	9,3	4
F	8	4,9	3	1,9	1
G	46	28,4	45	27,8	21

Graf 7.11: Výsledky 7. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na sedmou otázku

Na sedmou otázku, zda Lída uvidí panenku celou, odpovědělo správně, tedy ano, v prvním kole celkem 44 žáků (27,1%) a ve druhém kole 60 žáků (37 %). Odpověď ano jsem ještě rozdělil do dvou kategorií, podle grafického znázornění.

Jako kategorii A jsem označil odpověď ano doplněnou o správný náčrt na základě zákona odrazu. Takto odpovědělo v pre-testu 8,6 % žáků a v post-testu 22,8 % žáků, přičemž pouze 3 žáci z původních 14 odpověděli stejně v obou kolech. Z těchto údajů vyplývá, že se poměrně hodně žáků opravilo. K nejvýraznějšímu zlepšení došlo u tříd G2 a ZŠ4.

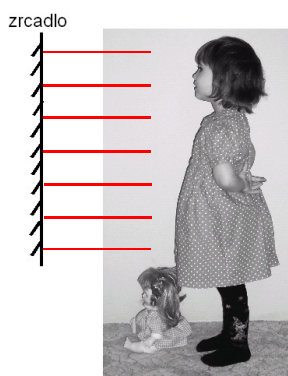
Ano bez nákresu nebo s chybným nákresem, tedy odpověď patřící do kategorie B, uvedlo 18,5 % dotazovaných v prvním kole testování a 14,2 % dotazovaných v kole druhém, shoda nastala v 7 případech z původních 30.

Odpověď ne, neuvidí, napsalo v 1. kole celkem 39,5 % žáků ve 2. kole 33,4 % žáků. Odpověď ne jsem také rozdělil do kategorií.

Odpověď ne, bez nákresu (kategorie C), uvedlo v pre-testu 22,8 % a v post-testu 17,9 % žáků. Shoda nastala u 11 žáků z původních 37.

Další kategorií je kategorie D, tam jsem zařadil žáky, kteří odpověděli ne, a svou odpověď doprovodili obrázkem znázorňujícím paprsky jdoucí kolmo k zrcadlu, jak ukazuje následující obrázek 9, čímž chtěli dokázat, že Lída panenku nemůže vidět vůbec, neboť je pod úrovní zrcadla.

Obrázek 9: Znázornění kategorie D



Odpověď D uvedlo v prvním kole 11 žáků, tedy 6,8 % a ve druhém kole 10 žáků, 6,2 %. Shoda nastala u 3 žáků.

Odpověď ne, uvidí jen část panenky (kategorie E), uvedlo v 1. kole 16 žáků (9,9 %), ve druhém kole byl počet žáků, kteří takto odpověděli prakticky totožný, 15 žáků (9,3 %). Shoda byla u 4 žáků.

Kategorie F je kategorií s nejnižší četností, jsou zde zařazeny odpovědi, kde žáci odpověděli ve smyslu : " Podle toho, jak se dívá". Neodpověděli tedy ano či ne. Takto odpovědělo v pre-testu 8 žáků a v post-testu 3 žáci.

Bez odpovědi zanechalo v pre-testu sedmou otázku 28,4 % a v post-testu 27,8 % dotazovaných. Shoda nastala v 21 případech z původních 46.

Z porovnání počtu správných odpovědí uvedených žáky základních škol a žáky gymnázií vyplývá, že výraznější rozdíl byl pouze ve druhém kole, a to 10,7 %.

Správně častěji odpovídali žáci gymnázií. U dalších odpovědí jsem nezaznamenal výraznější rozdíly.

Na tuto otázku odpovídali správně (kategorie A) častěji chlapci než dívky. V prvním kole byl rozdíl u této odpovědi 10,8 % a v kole druhém 14,1 %. Dále se ukázalo, že dívky ve druhém kole odpověděly ANO bez správného nákresu častěji než chlapci, z čehož plyne, že odpovědi dívek spadaly ve větší míře do kategorie B. Dívky též vícekrát než chlapci odpovídaly NE bez obrázku, rozdíl v obou kolech byl více jak 10 %.

2.7.8A Přehled výsledků otázky 8A – lom světla

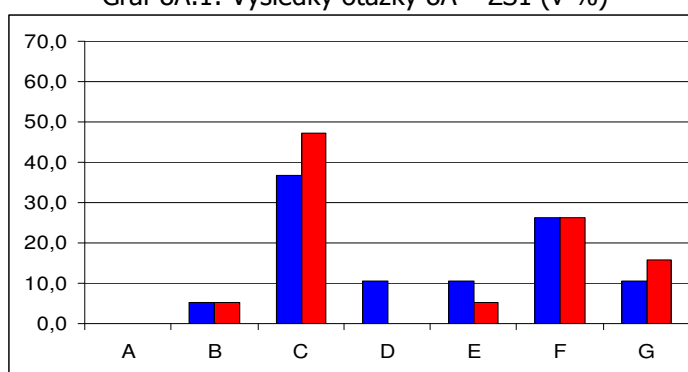
Kategorie odpovědí

- A** správná odpověď
- B** spojnice oka a hrany hrnku
- C** překážka v podobě hrnku
- D** v hrnku není žádné světlo
- E** světlo se nemá od čeho odrazit
- F** vysvětlení pomocí uspořádání experimentu, případně jeho změny
- G** bez odpovědi

Tabulka 8A.1: Výsledky otázky 8A – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	1	5,3	1	5,3	0
C	7	36,8	9	47,4	4
D	2	10,5	0	0,0	0
E	2	10,5	1	5,3	0
F	5	26,3	5	26,3	2
G	2	10,5	3	15,8	1

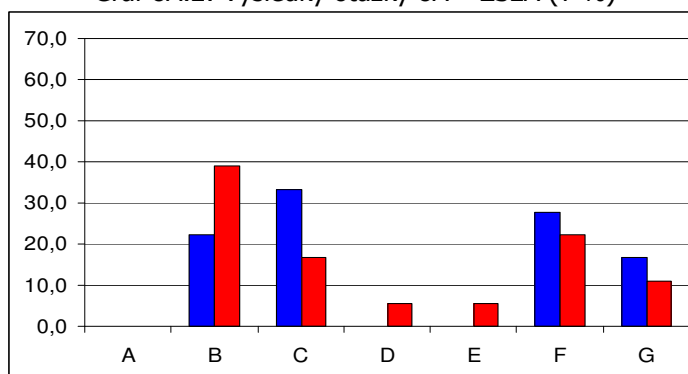
Graf 8A.1: Výsledky otázky 8A – ZŠ1 (v %)



Tabulka 8A.2: Výsledky otázky 8A – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	4	22,2	7	38,9	3
C	6	33,3	3	16,7	1
D	0	0,0	1	5,6	0
E	0	0,0	1	5,6	0
F	5	27,8	4	22,2	1
G	3	16,7	2	11,1	1

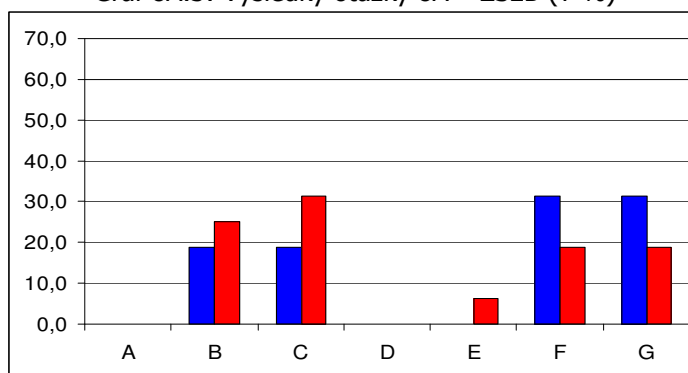
Graf 8A.2: Výsledky otázky 8A – ZŠ2A (v %)



Tabulka 8A.3: Výsledky otázky 8A – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	3	18,8	4	25,0	2
C	3	18,8	5	31,3	1
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	1	6,3	0
F	5	31,3	3	18,8	2
G	5	31,3	3	18,8	3

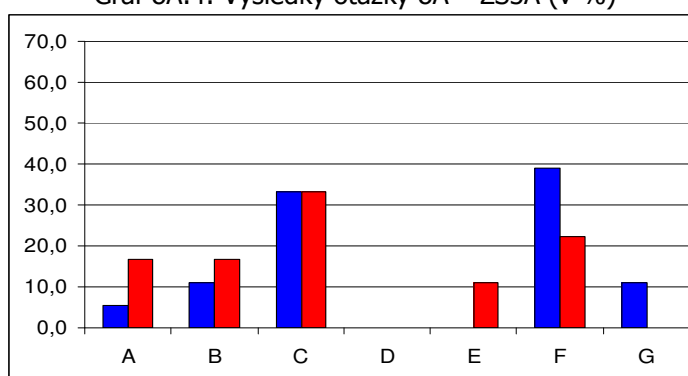
Graf 8A.3: Výsledky otázky 8A – ZŠ2B (v %)



Tabulka 8A.4: Výsledky otázky 8A – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	3	16,7	1
B	2	11,1	3	16,7	1
C	6	33,3	6	33,3	3
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	2	11,1	0
F	7	38,9	4	22,2	3
G	2	11,1	0	0,0	0

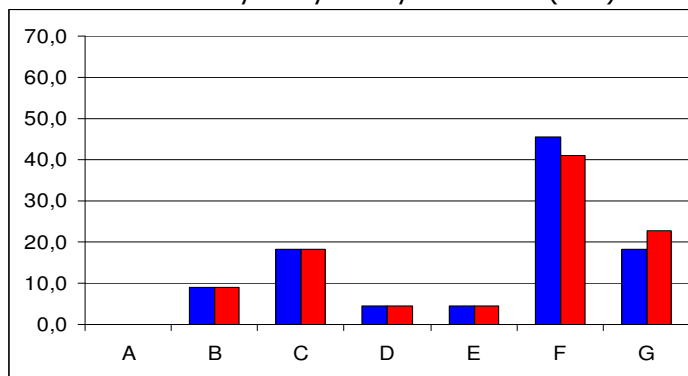
Graf 8A.4: Výsledky otázky 8A – ZŠ3A (v %)



Tabulka 8A.5: Výsledky otázky 8A – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	2	9,1	2	9,1	1
C	4	18,2	4	18,2	3
D	1	4,5	1	4,5	1
E	1	4,5	1	4,5	1
F	10	45,5	9	40,9	6
G	4	18,2	5	22,7	2

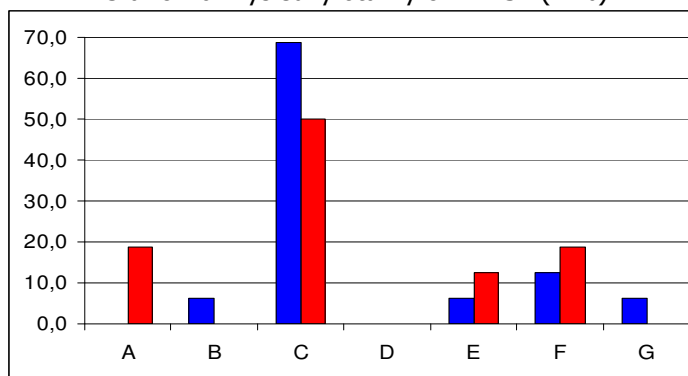
Graf 8A.5: Výsledky otázky 8A – ZŠ3B (v %)



Tabulka 8A.6: Výsledky otázky 8A – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	0	0,0	3	18,8	0
B	1	6,3	0	0,0	0
C	11	68,8	8	50,0	7
D	0	0,0	0	0,0	0
E	1	6,3	2	12,5	0
F	2	12,5	3	18,8	0
G	1	6,3	0	0,0	0

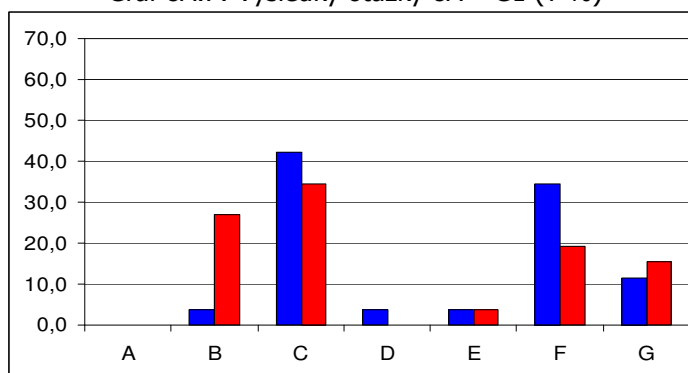
Graf 8A.6: Výsledky otázky 8A – ZŠ4 (v %)



Tabulka 8A.7: Výsledky otázky 8A – G1

G1					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	1	3,8	7	26,9	0
C	11	42,3	9	34,6	5
D	1	3,8	0	0,0	0
E	1	3,8	1	3,8	0
F	9	34,6	5	19,2	3
G	3	11,5	4	15,4	2

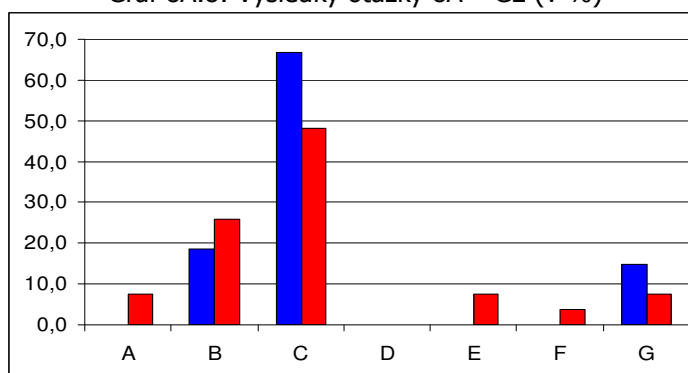
Graf 8A.7: Výsledky otázky 8A – G1 (v %)



Tabulka 8A.8: Výsledky otázky 8A – G2

G2					
		%		%	S
A	0	0,0	2	7,4	0
B	5	18,5	7	25,9	4
C	18	66,7	13	48,1	11
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	2	7,4	0
F	0	0,0	1	3,7	0
G	4	14,8	2	7,4	0

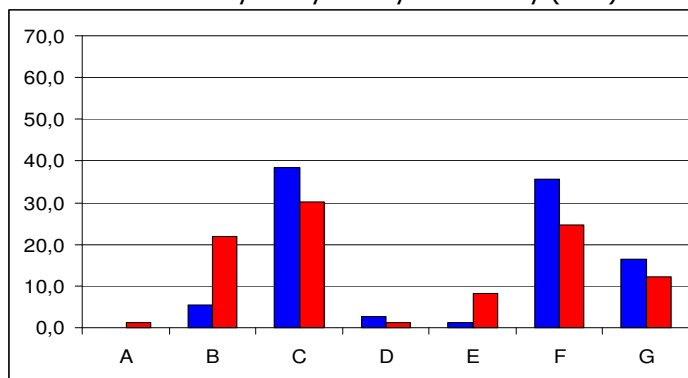
Graf 8A.8: Výsledky otázky 8A – G2 (v %)



Tabulka 8A.9: Výsledky otázky 8A – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	0	0,0	1	1,4	0
B	4	5,5	16	21,9	1
C	28	38,4	22	30,1	10
D	2	2,7	1	1,4	0
E	1	1,4	6	8,2	0
F	26	35,6	18	24,7	8
G	12	16,4	9	12,3	4

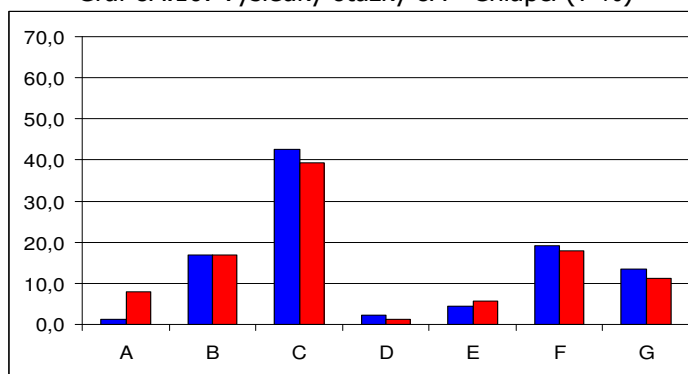
Graf 8A.9: Výsledky otázky 8A – Dívky (v %)



Tabulka 8A.10: Výsledky otázky 8A - Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	1	1,1	7	7,9	1
B	15	16,9	15	16,9	10
C	38	42,7	35	39,3	25
D	2	2,2	1	1,1	1
E	4	4,5	5	5,6	1
F	17	19,1	16	18,0	9
G	12	13,5	10	11,2	5

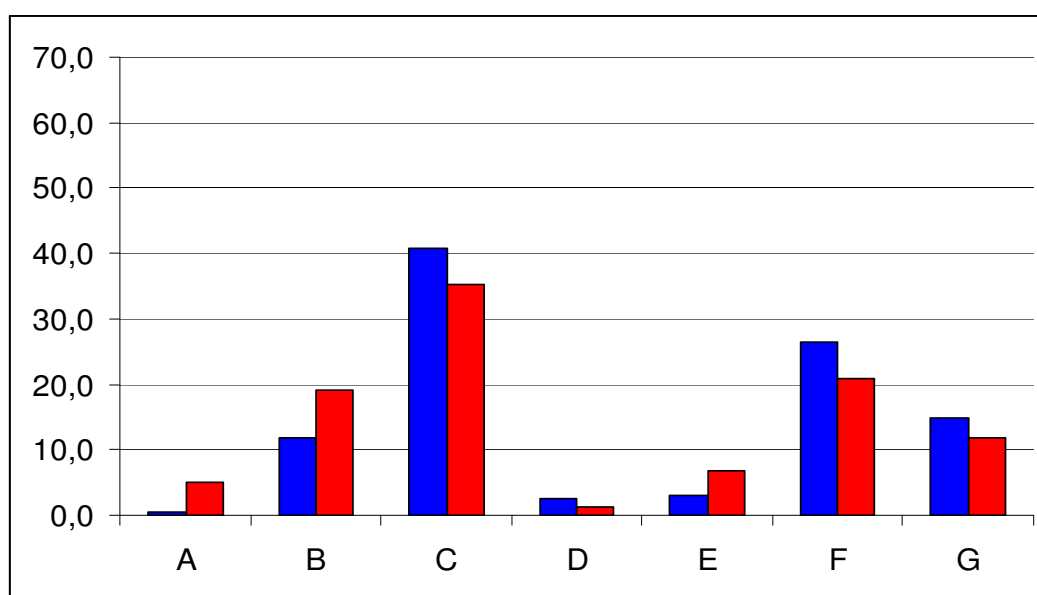
Graf 8A.10: Výsledky otázky 8A - Chlapci (v %)



Tabulka 8A.11: Výsledky ot. 8A – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	1	0,6	8	4,9	1
B	19	11,7	31	19,1	11
C	66	40,7	57	35,2	35
D	4	2,5	2	1,2	1
E	5	3,1	11	6,8	1
F	43	26,5	34	21,0	17
G	24	14,8	19	11,7	9

Graf 8A.11: Výsledky ot. 8A – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na otázku 8A

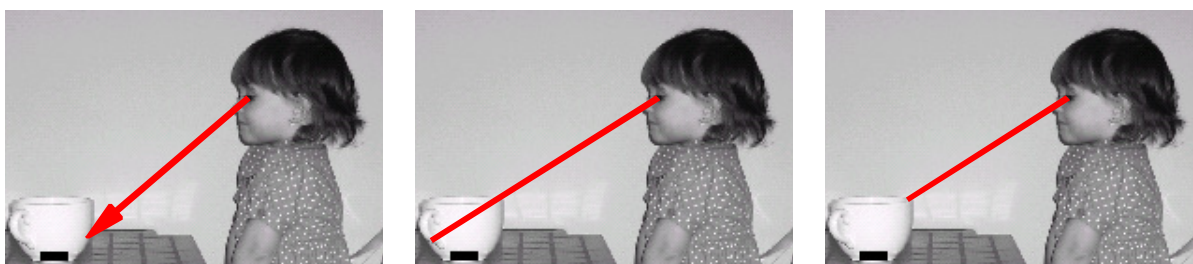
Znění osmé otázky jsem převzal z výzkumu Andersona a Kärrquistové [17]. Stejně jako v originále je i v mém testu tato otázka rozdělena na dvě části. V otázce 8A měli žáci vysvětlit, proč Lída nevidí minci ležící na dně hrnku. Tato otázka měla za úkol nejen navodit situaci pro otázku 8B, ale měla ukázat, jak žáci popíší celkem jasnou situaci. Testuje se zde opět znalost procesu vidění.

Správnou odpověď, paprsky světla odražené od mince neproniknou skrz stěnu hrnku k oku, ať s nákresem či bez nákresem, uvedl v 1. kole testování pouze 1 žák a ve 2. kole 8 žáků. Pouze 1 žák uvedl správnou odpověď v obou případech.

Odpověď B byla odpověď ve formě nákresu, kde byla nakreslena spojnice oka a hrany hrnku, někdy doplněná šipkou směřující od oka, vyjadřující pohled. Tato odpověď B, byla v pre-testu zaznamenána v 19 případech (11,7 %) a v post-testu v 31 případech (19,1%). Shoda zde nastala u 11 žáků z původních 19.

Nejčastější typ odpovědi, odpověď C, překážka v podobě stěny hrnku, napsalo v prvním kole 66 žáků (40,7 %) a ve druhém kole 57 žáků (35,2 %). Shoda zde byla opět poměrně velká, nastala v 35 případech z původních 66. U této kategorie se ukázalo, že naprostá většina žáků používá při znázornění zrakový paprsek místo paprsku světla dopadajícího do oka. Ukazují tím tedy směr pohledu, který je aktivní, což uvádějí i Ramadan a Driverová [8]. Žáci používající zrakový paprsek situaci dále komentovali například takto: „Má v pohledu hrnek.“, „Pohled neprojde přes stěnu nádoby.“, „Paprsek očí tam nevidí, dopadá na hrnek.“

Obrázek 10: Příklady nejčastějších grafických znázornění žáků



Poměrně zajímavý typ odpovědi, kterou jsem označil jako kategorii D, byla odpověď: " V hrnku není žádné světlo.". Tuto odpověď uvedli v prvním kole 4 žáci (2,5 %) a ve druhém kole 2 žáci (1,2 %). Shodně odpověděl 1 žák.

Do kategorie E jsem zařadil odpovědi typu „Obraz se neodráží.“, „Hrnek neodráží světlo mince.“, „Mince se nemá od čeho odrazit.“. Takto odpovídali žáci, kteří u otázky 8B zaměnili lom světla za odraz od hladiny vody. Svě vysvětlení proto postavili na nepřítomnosti vody, díky které by mohlo dojít k odrazu. V prvním kole uvedlo toto vysvětlení 5 žáků (3,1 %) a ve druhém kole 11 žáků (6,8 %). Shoda nastala pouze u jednoho žáka.

Druhou nejčastější kategorií je kategorie F. Do této kategorie jsem zařadil odpovědi, ve kterých žáci jednak popisují uspořádání experimentu nebo uvádějí možnosti, jak uspořádání upravit, aby Lída minci viděla. Např: „ Dívá se ze špatného úhlu.“, „Musí se sklonit nad hrnek.“, „Sedí moc daleko.“, „Miska by musela být nakloněna.“, „Je

moc dole, neuvidí tam očima.”. V prvním kole testování takto odpovědělo 43 žáků (26,5 %) a ve druhém kole testování 34 žáků (21 %). Shoda nastala v 17 případech z původních 43.

Na otázku 8A neodpovědělo v pre-testu 24 žáků (14,8 %) a v post-testu 19 žáků (11,7 %). Shodně neodpovědělo v obou kolech 9 žáků.

Při porovnání počtu správných odpovědí mezi žáky základních škol a žáky gymnázií jsem v obou nezjistil výrazné rozdíly. Žáci gymnázií častěji uváděli odpovědi spadající do kategorií B a C, do kategorie F spadaly častěji odpovědi žáků základních škol.

U otázky 8A jsem nezaznamenal žádné výrazné rozdíly mezi chlapci a dívkami. Chlapci sice ve druhém kole uváděli správné vysvětlení častěji než dívky, rozdíl však činí pouze 6,5 %. Dívky častěji uváděly odpovědi typu F, hlavně v prvním kole, ve kterém chlapci uvedli více odpovědí z kategorie B.

2.7.8B Přehled výsledků otázky 8B – lom světla

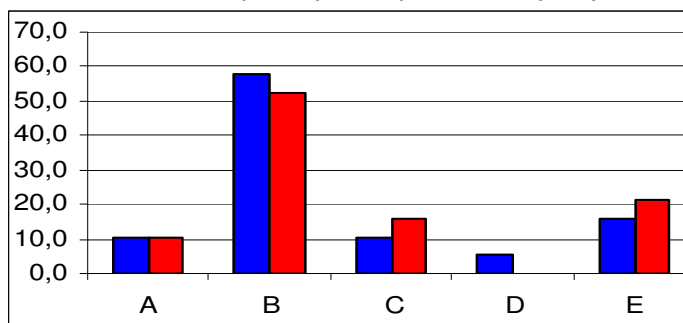
Kategorie odpovědí

- A** lom světla – správná odpověď
- B** odraz od hladiny, od hrnku
- C** voda zkresluje, zvětšuje, láme předměty
- D** mince vyplave
- E** bez odpovědi

Tabulka 8B.1: Výsledky otázky 8B – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	2	10,5	2	10,5	2
B	11	57,9	10	52,6	7
C	2	10,5	3	15,8	1
D	1	5,3	0	0,0	0
E	3	15,8	4	21,1	2

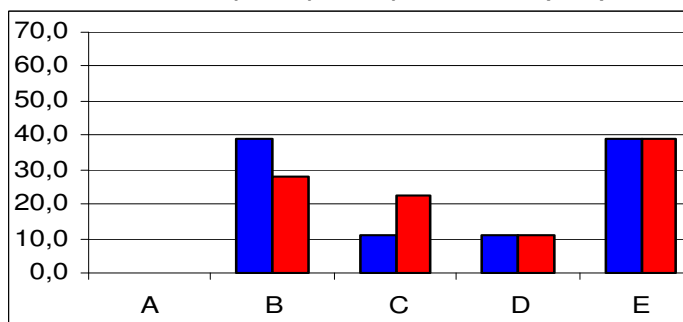
Graf 8B.1: Výsledky otázky 8B – ZŠ1 (v %)



Tabulka 8B.2: Výsledky otázky 8B – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	7	38,9	5	27,8	3
C	2	11,1	4	22,2	1
D	2	11,1	2	11,1	1
E	7	38,9	7	38,9	3

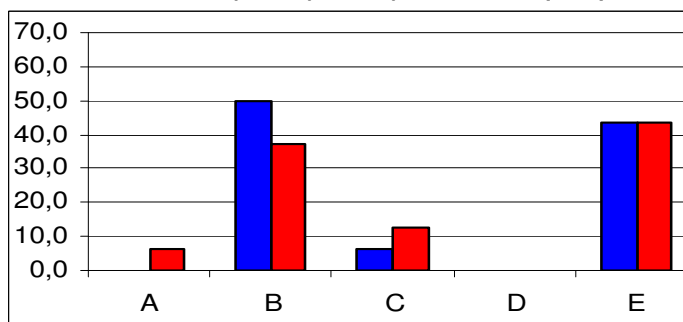
Graf 8B.2: Výsledky otázky 8B – ZŠ2A (v %)



Tabulka 8B.3: Výsledky otázky 8B – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	0	0,0	1	6,3	0
B	8	50,0	6	37,5	5
C	1	6,3	2	12,5	1
D	0	0,0	0	0,0	0
E	7	43,8	7	43,8	5

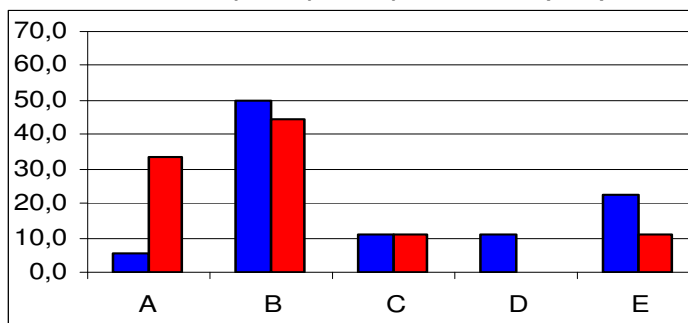
Graf 8B.3: Výsledky otázky 8B – ZŠ2B (v %)



Tabulka 8B.4: Výsledky otázky 8B – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	1	5,6	6	33,3	1
B	9	50,0	8	44,4	5
C	2	11,1	2	11,1	0
D	2	11,1	0	0,0	0
E	4	22,2	2	11,1	1

Graf 8B.4: Výsledky otázky 8B – ZŠ3A (v %)

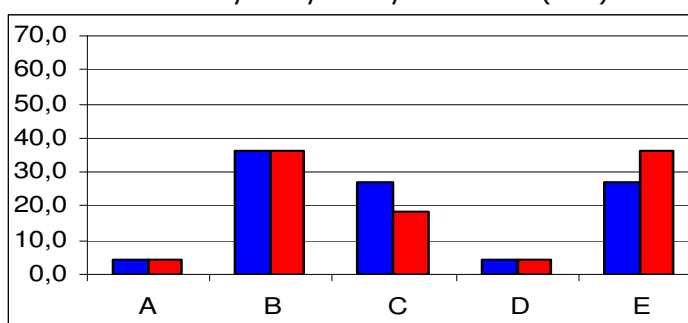


..

Tabulka 8B.5: Výsledky otázky 8B – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	1	4,5	1	4,5	0
B	8	36,4	8	36,4	5
C	6	27,3	4	18,2	1
D	1	4,5	1	4,5	0
E	6	27,3	8	36,4	5

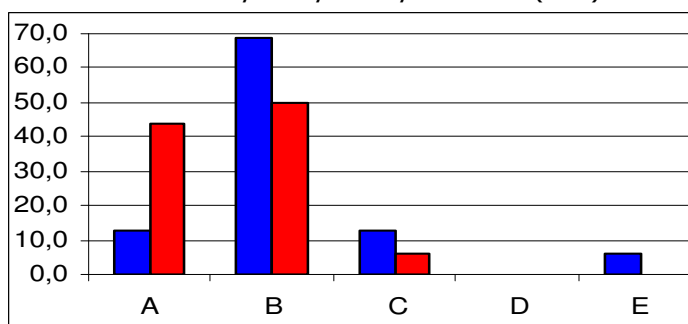
Graf 8B.5: Výsledky otázky 8B – ZŠ3B (v %)



Tabulka 8B.6: Výsledky otázky 8B – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	2	12,5	7	43,8	1
B	11	68,8	8	50,0	5
C	2	12,5	1	6,3	0
D	0	0,0	0	0,0	0
E	1	6,3	0	0,0	0

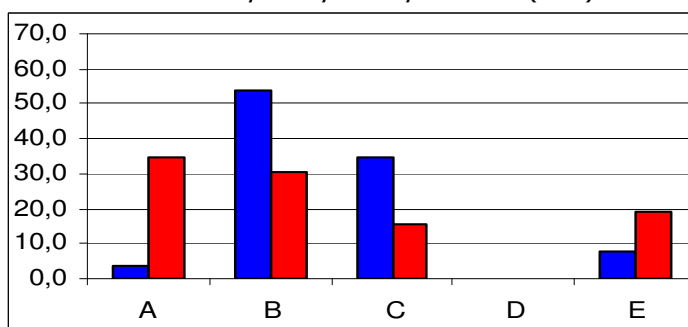
Graf 8B.6: Výsledky otázky 8B – ZŠ4 (v %)



Tabulka 8B.7: Výsledky otázky 8B – G1

G1					
		%		%	S
A	1	3,8	9	34,6	0
B	14	53,8	8	30,8	7
C	9	34,6	4	15,4	3
D	0	0,0	0	0,0	0
E	2	7,7	5	19,2	2

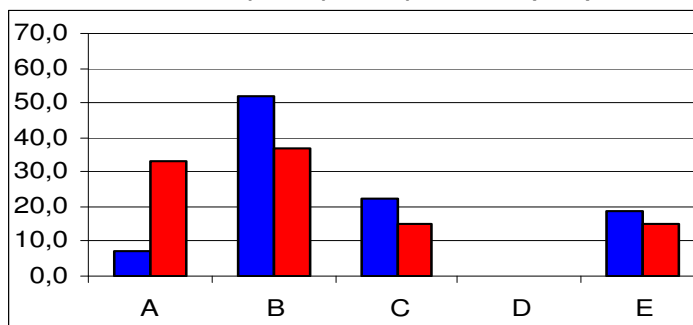
Graf 8B.7: Výsledky otázky 8B – G1 (v %)



Tabulka 8B.8: Výsledky otázky 8B – G2

G2					
		%		%	S
A	2	7,4	9	33,3	0
B	14	51,9	10	37,0	7
C	6	22,2	4	14,8	3
D	0	0,0	0	0,0	0
E	5	18,5	4	14,8	0

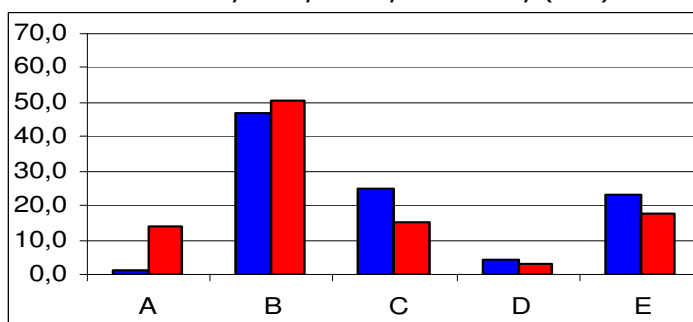
Graf 8B.8: Výsledky otázky 8B – G2 (v %)



Tabulka 8B.9: Výsledky otázky 8B – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	1	1,4	10	13,7	1
B	34	46,6	37	50,7	23
C	18	24,7	11	15,1	6
D	3	4,1	2	2,7	1
E	17	23,3	13	17,8	8

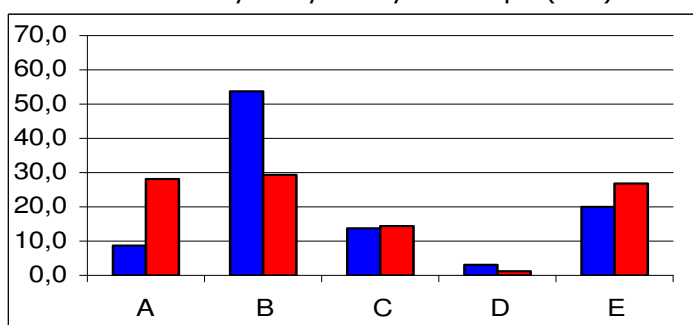
Graf 8B.9: Výsledky otázky 8B – Dívky (v %)



Tabulka 8B.10: Výsledky otázky 8B – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	8	9,0	25	28,1	3
B	48	53,9	26	29,2	21
C	12	13,5	13	14,6	4
D	3	3,4	1	1,1	0
E	18	20,2	24	27,0	10

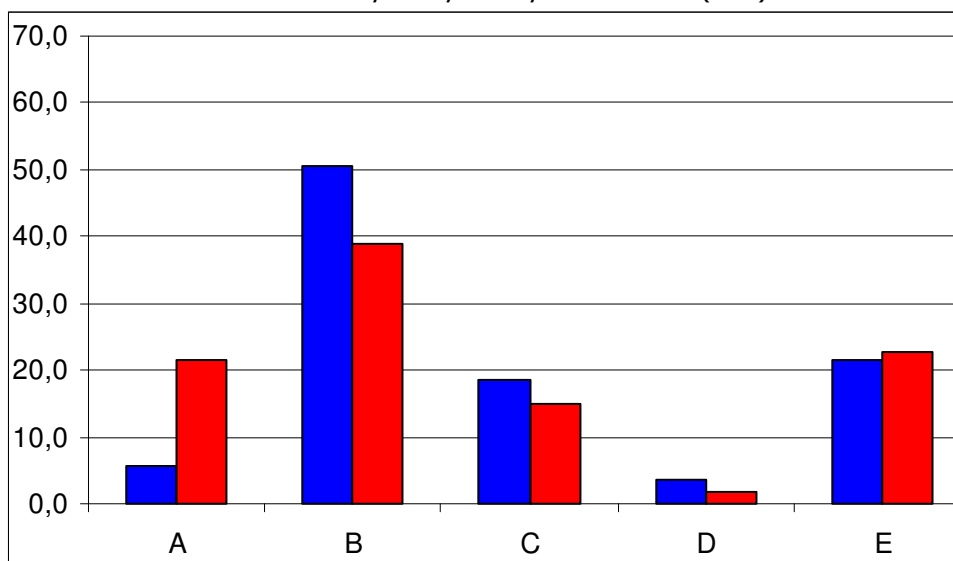
Graf 8B.10: Výsledky otázky 8B – Chlapci (v %)



Tabulka 8B.11: Výsledky otázky 8B – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	9	5,6	35	21,6	4
B	82	50,6	63	38,9	44
C	30	18,5	24	14,8	10
D	6	3,7	3	1,9	1
E	35	21,6	37	22,8	18

Graf 8B.11: Výsledky otázky 8B - Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na otázku 8B

Otázka 8B je zaměřena na lom světla na rozhraní dvou prostředí, v tomto případě voda - vzduch.

Správnou odpověď, Lída uvidí minci, protože na rozhraní vody a vzduchu dochází k lomu světla, jsem označil písmenem A. V prvním kole takto odpovědělo 9 žáků (5,6 %), ve druhém kole už 35 žáků (21,6 %). Shoda nastala ve 4 případech z původních 9. Do této kategorie jsem zařadil též odpovědi doplněné nepřesným obrázkem, správný směr šipek zakreslili pouze tři žáci. Z výsledků obou kol v kategorii A je zřejmé, že u poloviny z dotazovaných tříd došlo ke zlepšení přes 20 % a ve zbylé polovině zůstaly výsledky stejné.

Nejčastější odpovědi na tuto otázku spadají do kategorie B, odraz od hladiny nebo odraz od hrnku. Do této kategorie jsem zařadil odpovědi typů: "Voda je jako zrcadlo.", „Mince se odrazí od vody.", "Vidí odraz ve vodě.", "Od vody se to odrazí na povrch.", "Ve vodě se mince odráží na protější stěnu hrnku.". V pre-testu takto odpovědělo 82 žáků (50,6 %) a v post-testu 63 žáků (38,9 %). Shodně odpovědělo v obou testech 44 žáků z původních 82. Ukazuje se, že tato představa je velmi silná. Odpověď C, voda zkresluje, byla v prvním kole testu zaznamenána u 30 (18,5 %) žáků a ve druhém kole u 24 (14,8 %) žáků, přičemž shoda nastala v obou kolech u

10 žáků z původních 30. Do této kategorie jsem zařadil odpovědi typů: "Voda zmenšuje.", „Voda zvětšuje.", "Voda zakříví pohled.", "Voda je jako spojka.", "Voda změni směr vidění."

Šest žáků v prvním kole a tři žáci v kole druhém odpověděli, že mince vyplave. Tuto odpověď zopakoval v obou kolech pouze jeden žák.

Otázku 8b zanechala více jak pětina žáků bez odpovědi. V pre-testu neodpovědělo 35 žáků a v post-testu 37 žáků. 18 žáků neodpovědělo ani v jednom kole testování.

Z porovnání počtu správných odpovědí uvedených žáky základních škol a žáky gymnázií vyplývá, že výraznější rozdíl byl pouze ve druhém kole, kde žáci gymnázií uvedli více správných odpovědí. Rozdíl činil 18,4 %. Žáci základních škol nechali častěji tuto otázku bez odpovědi.

U této otázky uvedli chlapci častěji správnou odpověď. Rozdíl mezi chlapci a dívkami činil ve druhém kole 14,4 %, přičemž dívky se ve druhém kole zlepšily o 12,3 % a u chlapců došlo ke zlepšení o 19,1 %.

Odpovědi spadající do kategorií B a C jsou velmi časté i v ostatních výzkumech, např. Klímové [29], Andersona a Kärrquistové [17] nebo v kanadském výzkumu prováděném Shapiro [14]. Tyto odpovědi jsem zařadil mezi miskoncepce.

2.7.9 Přehled výsledků deváté otázky – skládání barev

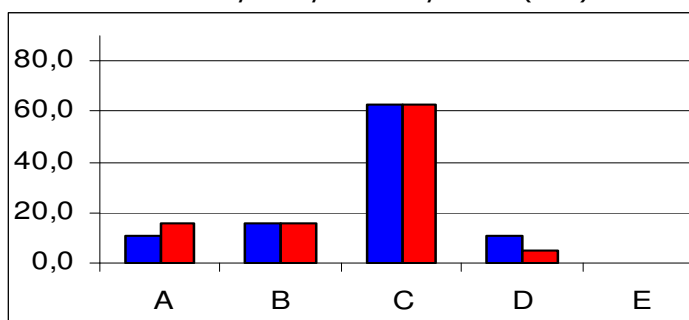
Kategorie odpovědí

- A černá barva
- B bílá barva
- C hnědá barva
- D žlutá barva
- E bez odpovědi

Tabulka 9.1: Výsledky 9. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	2	10,5	3	15,8	1
B	3	15,8	3	15,8	1
C	12	63,2	12	63,2	8
D	2	10,5	1	5,3	0
E	0	0,0	0	0,0	0

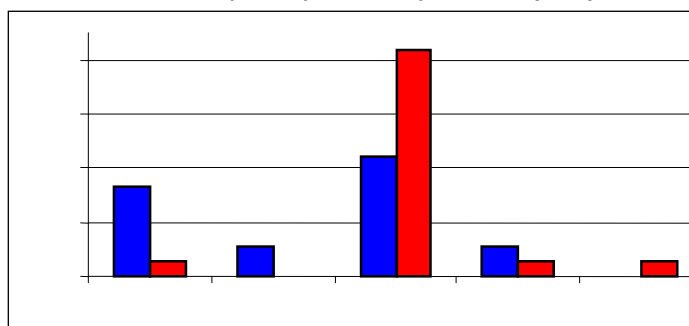
Graf 9.1: Výsledky 9. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 9.2: Výsledky 9. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	6	33,3	1	5,6	0
B	2	11,1	0	0,0	0
C	8	44,4	15	83,3	6
D	2	11,1	1	5,6	0
E	0	0,0	1	5,6	0

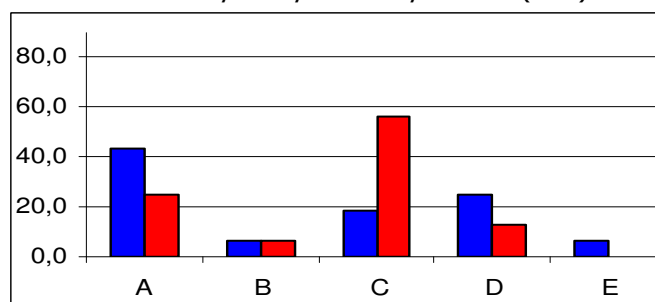
Graf 9.2: Výsledky 9. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 9.3: Výsledky 9. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	7	43,8	4	25,0	1
B	1	6,3	1	6,3	0
C	3	18,8	9	56,3	2
D	4	25,0	2	12,5	0
E	1	6,3	0	0,0	0

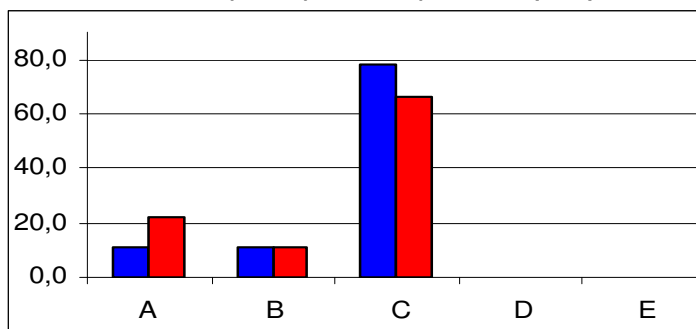
Graf 9.3: Výsledky 9. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 9.4: Výsledky 9. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	2	11,1	4	22,2	2
B	2	11,1	2	11,1	1
C	14	77,8	12	66,7	11
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

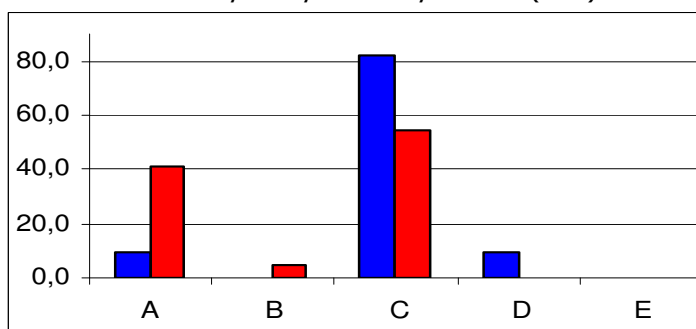
Graf 9.4: Výsledky 9. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 9.5: Výsledky 9. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	2	9,1	9	40,9	1
B	0	0,0	1	4,5	0
C	18	81,8	12	54,5	8
D	2	9,1	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

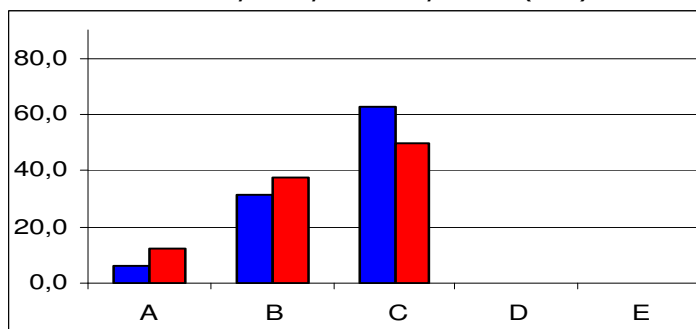
Graf 9.5: Výsledky 9. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 9.6: Výsledky 9. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	1	6,3	2	12,5	0
B	5	31,3	6	37,5	3
C	10	62,5	8	50,0	6
D	0	0,0	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

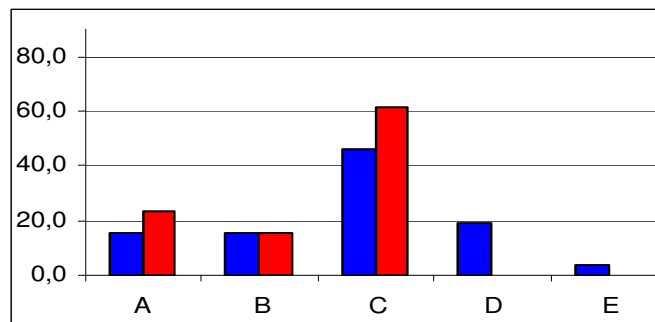
Graf 9.6: Výsledky 9. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 9.7: Výsledky 9. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	4	15,4	6	23,1	0
B	4	15,4	4	15,4	1
C	12	46,2	16	61,5	7
D	5	19,2	0	0,0	0
E	1	3,8	0	0,0	0

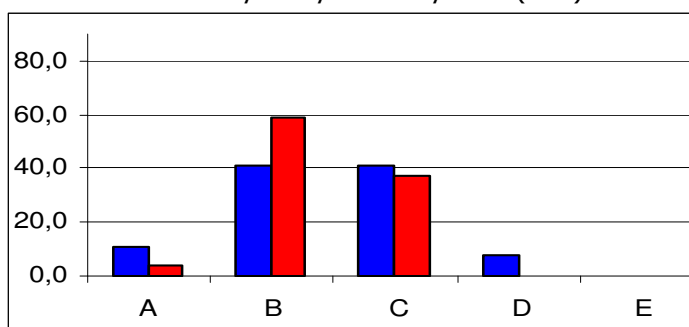
Graf 9.7: Výsledky 9. otázky – G1 (v %)



Tabulka 9.8: Výsledky 9. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	3	11,1	1	3,7	1
B	11	40,7	16	59,3	11
C	11	40,7	10	37,0	9
D	2	7,4	0	0,0	0
E	0	0,0	0	0,0	0

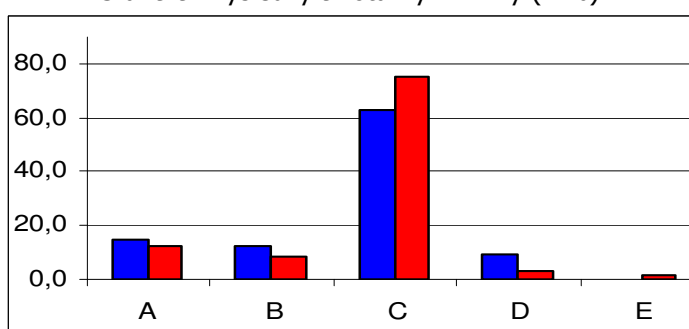
Graf 9.8: Výsledky 9. otázky – G2 (v %)



Tabulka 9.9: Výsledky 9. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	11	15,1	9	12,3	1
B	9	12,3	6	8,2	3
C	46	63,0	55	75,3	37
D	7	9,6	2	2,7	0
E	0	0,0	1	1,4	0

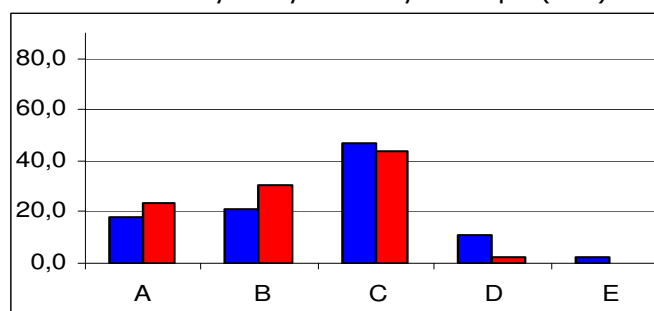
Graf 9.9: Výsledky 9. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 9.10: Výsledky 9. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	16	18,0	21	23,6	5
B	19	21,3	27	30,3	14
C	42	47,2	39	43,8	20
D	10	11,2	2	2,2	0
E	2	2,2	0	0,0	0

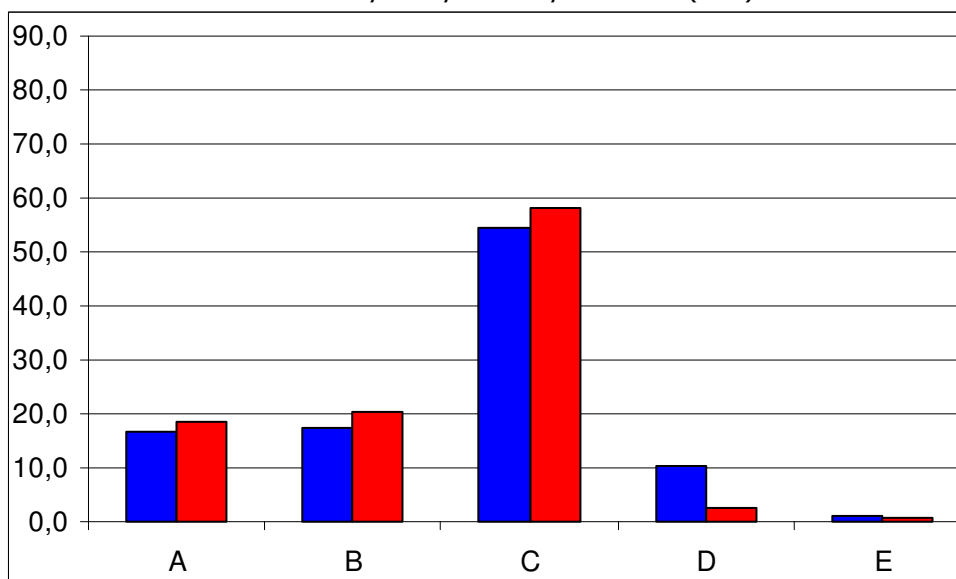
Graf 9.10: Výsledky 9. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 9.11: Výsledky 9. otázky – Celkem

celkem					
		%		%	S
A	27	16,7	30	18,5	6
B	28	17,3	33	20,4	17
C	88	54,3	94	58,0	57
D	17	10,5	4	2,5	0
E	2	1,2	1	0,6	0

Graf 9.11: Výsledky 9.otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na devátou otázku

Devátá otázka je první ze dvou otázek zabývajících se barvou světla. Touto otázkou jsem chtěl zjistit, zda mají žáci představu o tom, jaká barva vznikne skládáním světél základních barev.

Žáci mohli označit jednu ze čtyř možností.

První možnost A, černá barva, zaškrtno v prvním kole 27 žáků (16,7 %) a ve druhém kole 30 žáků (18,5 %). Shodně v obou kolech odpovědělo 6 žáků z původních 27.

Správnou odpověď B, bílá barva, uvedlo v pre-testu pouze 28 žáků (17,3 %) a v post-testu 33 žáků (20,4 %). 17 žáků z původních 28 uvedlo v obou kolech testování správnou odpověď, z čehož plyne, že po výuce optiky došlo jen k malému zlepšení, a to pouze u dvou tříd (ZŠ4 a G2). Podobných výsledků dosáhli i Anderson a Smith [10]. Ti uvedli, že správnou odpověď uvedlo jen 28 % žáků.

Nejčastější odpověď C, vznikne hnědá barva, označilo v prvním kole 88 žáků (54,3 %) a ve druhém kole 94 žáků (58 %). V 57 případech z původních 88 došlo ke shodě.

Čtvrtou možnost D, vznikne žlutá barva, si vybralo v pre-testu 17 žáků (10,5 %) a v post-testu jen 4 žáci (2,5 %).

Na devátou otázku neodpověděli nejdříve 2 žáci a poté už jen jeden žák.

Odpovědi A a C jsou si velmi podobné a obě dohromady byly velmi časté, především odpověď C. U obou odpovědí nedošlo v celkovém součtu ke zlepšení, naopak u obou se četnost ještě zvýšila. Z tohoto důvodu se podle mého názoru jedná o miskoncepci. Žáci zřejmě zaměňují skládání barevného světla za míchání barev na malířské paletě, což potvrdilo několik žáků, kteří si na okraji testu pomáhali barevnými pastelkami.

Při odděleném pohledu na počty správných odpovědí žáků základních škol a žáků gymnázií se ukázalo, že žáci gymnázií odpovídali v obou kolech správně častěji. Rozdíl v prvním kole byl 16,1 % a ve druhém kole 26,1 %. Tento rozdíl je způsoben tím, že žáci základních škol více než žáci gymnázií vybírali odpovědi A a C. Dále je zajímavé, že výsledky žáků základních škol u správné odpovědi jsou v obou kolech totožné (11,9 %).

U deváté otázky dosáhli chlapci lepších výsledků. V prvním kole správně odpovědělo 21,3 % chlapců a 12,3 % dívek. Ve druhém kole 30,3 % chlapců a jen 8,2 % dívek. Rozdíl ve druhém kole je tedy více než 20 %. Z dalších kategorií si chlapci vybírali možnost A častěji než dívky, dívky dávaly přednost kategorii C.

2.7.10 Přehled výsledků desáté otázky – barevný filtr

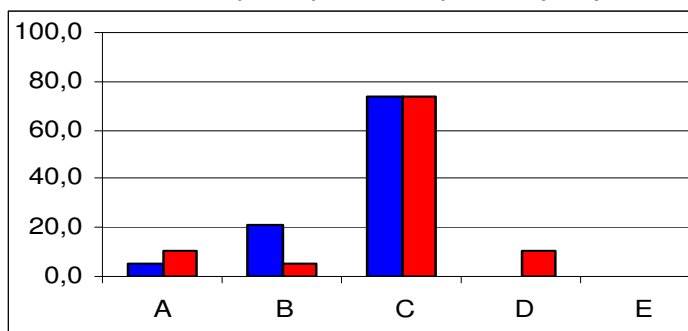
Kategorie odpovědí

- A uvidím jen červenou plochu
- B uvidím jen text červená
- C uvidím jen text černá
- D uvidím vše v původních barvách
- E bez odpovědi

Tabulka 10.1: Výsledky 10. otázky – ZŠ1

ZŠ1					
		%		%	S
A	1	5,3	2	10,5	1
B	4	21,1	1	5,3	0
C	14	73,7	14	73,7	11
D	0	0,0	2	10,5	0
E	0	0,0	0	0,0	0

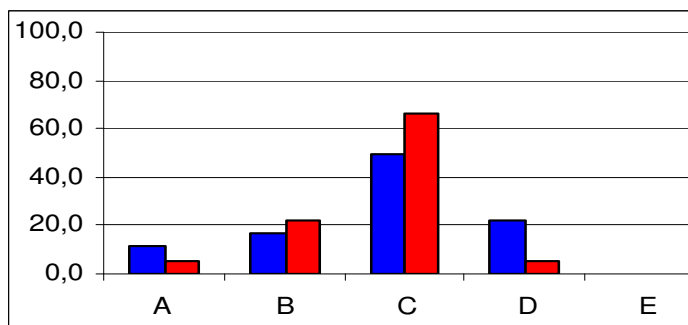
Graf 10.1: Výsledky 10. otázky – ZŠ1 (v %)



Tabulka 10.2: Výsledky 10. otázky – ZŠ2A

ZŠ2A					
		%		%	S
A	2	11,1	1	5,6	0
B	3	16,7	4	22,2	2
C	9	50,0	12	66,7	8
D	4	22,2	1	5,6	0
E	0	0,0	0	0,0	0

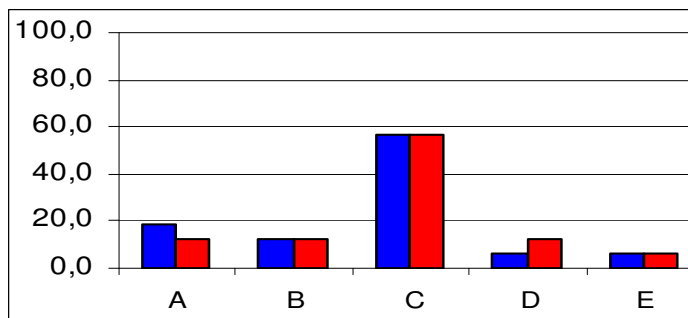
Graf 10.2: Výsledky 10. otázky – ZŠ2A (v %)



Tabulka 10.3: Výsledky 10. otázky – ZŠ2B

ZŠ2B					
		%		%	S
A	3	18,8	2	12,5	2
B	2	12,5	2	12,5	0
C	9	56,3	9	56,3	6
D	1	6,3	2	12,5	1
E	1	6,3	1	6,3	0

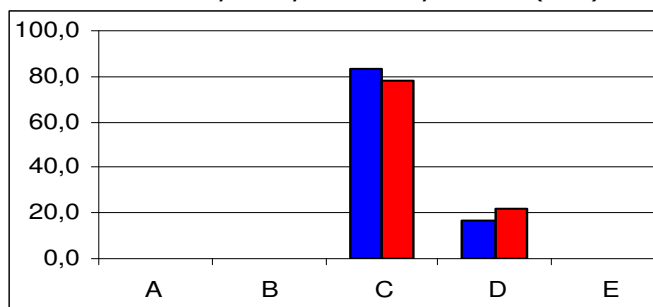
Graf 10.3: Výsledky 10. otázky – ZŠ2B (v %)



Tabulka 10.4: Výsledky 10. otázky – ZŠ3A

ZŠ3A					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	15	83,3	14	77,8	13
D	3	16,7	4	22,2	2
E	0	0,0	0	0,0	0

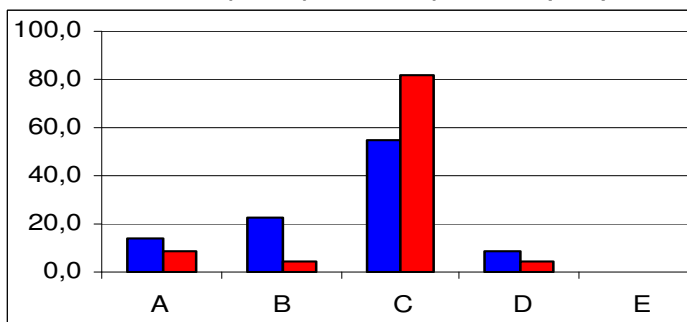
Graf 10.4: Výsledky 10. otázky – ZŠ3A (v %)



Tabulka 10.5: Výsledky 10. otázky – ZŠ3B

ZŠ3B					
		%		%	S
A	3	13,6	2	9,1	0
B	5	22,7	1	4,5	0
C	12	54,5	18	81,8	11
D	2	9,1	1	4,5	0
E	0	0,0	0	0,0	0

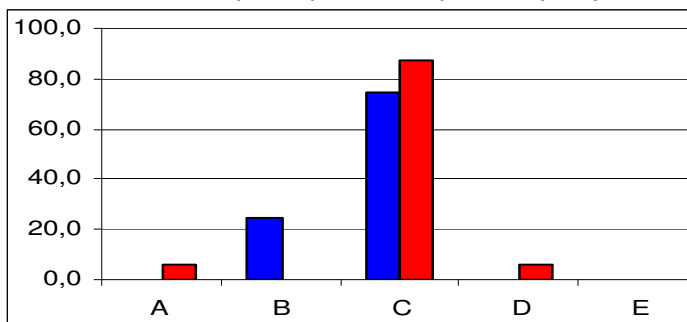
Graf 10.5: Výsledky 10. otázky – ZŠ3B (v %)



Tabulka 10.6: Výsledky 10. otázky – ZŠ4

ZŠ4					
		%		%	S
A	0	0,0	1	6,3	0
B	4	25,0	0	0,0	0
C	12	75,0	14	87,5	12
D	0	0,0	1	6,3	0
E	0	0,0	0	0,0	0

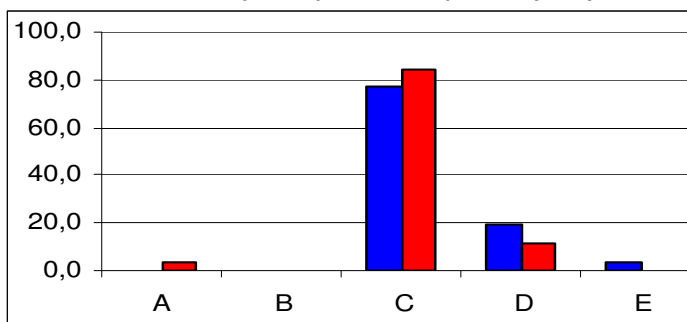
Graf 10.6: Výsledky 10. otázky – ZŠ4 (v %)



Tabulka 10.7: Výsledky 10. otázky – G1

G1					
		%		%	S
A	0	0,0	1	3,8	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	20	76,9	22	84,6	18
D	5	19,2	3	11,5	0
E	1	3,8	0	0,0	0

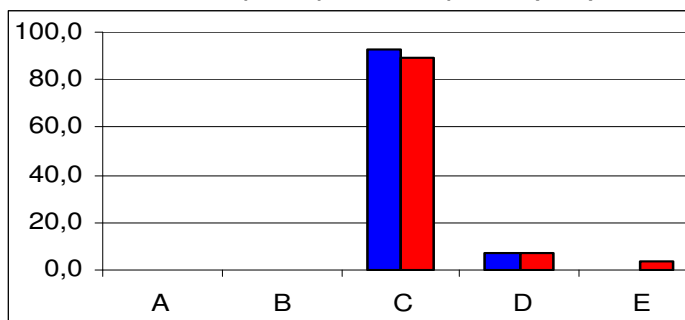
Graf 10.7: Výsledky 10. otázky – G1 (v %)



Tabulka 10.8: Výsledky 10. otázky – G2

G2					
		%		%	S
A	0	0,0	0	0,0	0
B	0	0,0	0	0,0	0
C	25	92,6	24	88,9	23
D	2	7,4	2	7,4	0
E	0	0,0	1	3,7	0

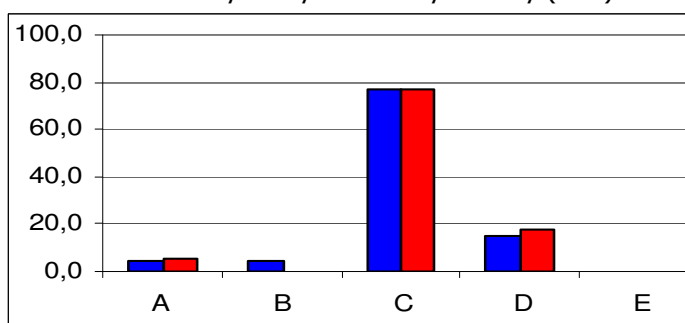
Graf 10.8: Výsledky 10. otázky – G2 (v %)



Tabulka 10.9: Výsledky 10. otázky – Dívky

dívky					
		%		%	S
A	3	4,1	4	5,5	1
B	3	4,1	0	0,0	0
C	56	76,7	56	76,7	47
D	11	15,1	13	17,8	2
E	0	0,0	0	0,0	0

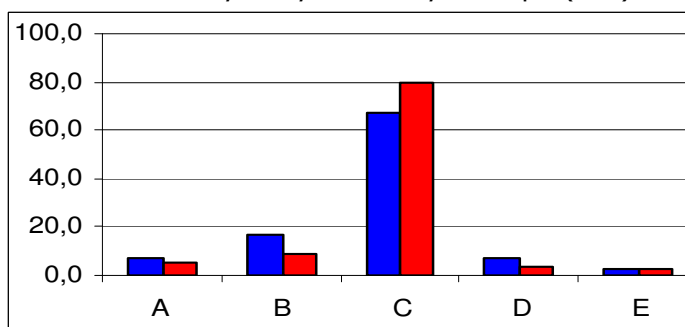
Graf 10.9: Výsledky 10. otázky – Dívky (v %)



Tabulka 10.10: Výsledky 10. otázky – Chlapci

chlapci					
		%		%	S
A	6	6,7	5	5,6	2
B	15	16,9	8	9,0	2
C	60	67,4	71	79,8	55
D	6	6,7	3	3,4	1
E	2	2,2	2	2,2	0

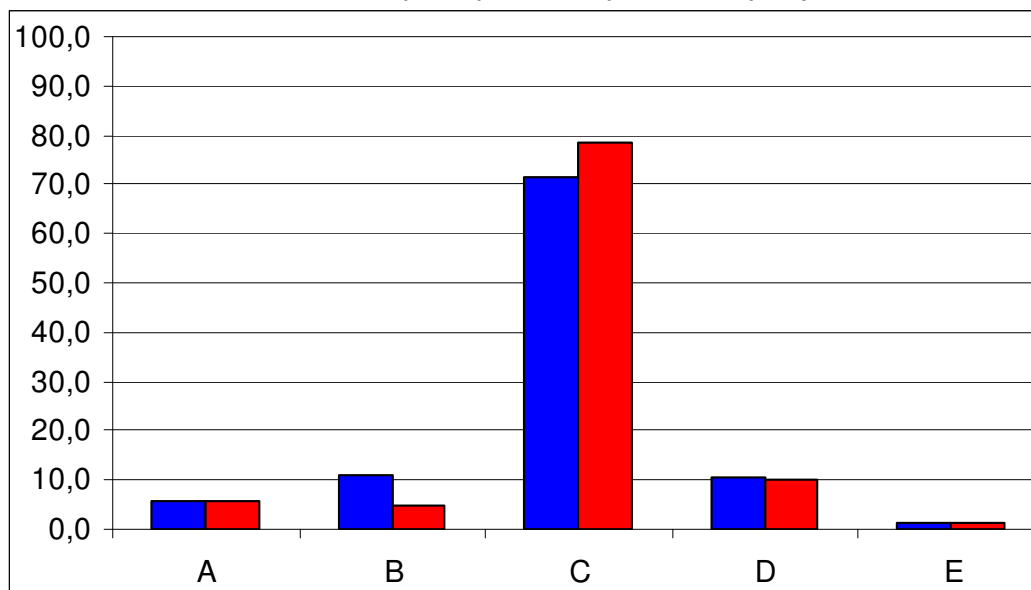
Graf 10.10: Výsledky 10. otázky – Chlapci (v %)



Tabulka 10.11: Výsledky 10. otázky – Celkem

CELKEM					
		%		%	S
A	9	5,6	9	5,6	3
B	18	11,1	8	4,9	2
C	116	71,6	127	78,4	102
D	17	10,5	16	9,9	3
E	2	1,2	2	1,2	0

Graf 10.11: Výsledky 11. otázky – Celkem (v %)



Diskuze k odpovědím na desátou otázku

V desáté otázce měli žáci za úkol zaškrtnout co uvidí, budou-li se dívat přes červené sklo na černý a červený text.

Odpověď A, uvidím jen červenou plochu, zaškrtnlo v prvním i ve druhém kole 9 žáků (5,6 %). Shoda nastala ve třech případech z původních devíti.

Druhou možnost B, uvidím jen text červená, uvedlo v pre-testu 18 žáků (11,1 %) a v post-testu 8 žáků (4,9 %). Stejnou odpověď v obou testech uvedli dva žáci z původních 18.

Nejčastější odpovědí byla správná odpověď C, uvidím jen text černá. V prvním kole zaškrtnlo tuto možnost 116 žáků (71,6 %) a ve druhém kole ještě více, 127 žáků (78,4 %). Shoda nastala ve 102 případech z původních 116.

Odpověď D, uvidí vše v původních barvách, označilo v prvním kole 17 žáků (10,5 %) a ve druhém kole 16 žáků (9,9 %). Shoda nastala ve třech případech z původních 17.

Na desátou otázku neodpověděli v obou kolech 2 žáci.

U této otázky byli v obou kolech úspěšnější žáci gymnázií, u správné odpovědi činil rozdíl v prvním kole 19,9 % a ve druhém kole 12,7 %. Další výrazný rozdíl je v tom, že ze všech žáků gymnázií uvedl odpověď A pouze jeden žák a odpověď B dokonce žádný.

V pre-testu odpovědělo správně 76,7 % dívek a 67,4 % chlapců. V post-testu odpovědělo správně 76,7 % dívek, tedy stejný počet jako v prvním kole a 79,8 % chlapců. Chlapci se tedy zlepšili o více jak 12 %. Pokud jde o ostatní kategorie, chlapci preferovali kategorii B a dívky kategorii D.

Jak vyplývá z těchto výsledků, desátá otázka nečinila většině žáků žádné problémy. Přesto však nelze opomenout odpovědi B a D, které jsem též zařadil mezi miskoncepce.

2.8 Souhrn výsledků

2.8.1 Přehled miskoncepcí

Následující tabulka shrnuje chybné představy (miskoncepce), které se při testování u žáků objevily.

Tabulka VI : Přehled miskoncepcí podle jednotlivých úloh

Miskoncepce	č.ot.	před	po	Shoda žáků
		%	%	
Hvězda Aldebaran není zdrojem vlastního světla.	1	30,9	18,5	6
Zapnutý televizor není zdrojem vlastního světla.	1	29,6	24,7	16
Svatojánská muška není zdrojem vlastního světla.	1	20,4	12,3	8
Mars je zdrojem vlastního světla.	1	17,9	11,7	6
Měsíc je zdrojem vlastního světla stále.	2	16,0	14,8	9
Měsíc je zdrojem vlastního světla pouze v noci.	2	18,5	13,6	9
Žáci nedokáží objasnit princip vidění předmětů a nakreslit chod paprsků od zdroje světla přes osvětlený předmět do oka. Většinou konstatují jen, že „Lída uvidí obrázek, protože na něj svítí světlo.“	3	76,5	62,3	92
Záměna zatmění Slunce se zatměním Měsíce.	4	8,0	4,3	1
Stín je stejně velký jako stínítko osvětlené svíčkou.	5	12,3	9,9	4
Obraz Lídina nosu je na zrcadle.	6	86,4	71,6	106
Lída v zrcadle neuvidí celou panenku, která je umístěna pod úrovní zrcadla.	7	39,5	33,4	18
Záměna lomu světla s odrazem od hladiny či hrnku.	8b	50,6	38,9	44
Záměna lomu světla s vlastnostmi vody (zkresluje, zvětšuje,..)	8b	18,5	14,8	10
Složením světél základních barev vznikne černá barva.	9	16,7	18,5	6
Složením světél základních barev vznikne hnědá barva.	9	54,3	58,0	57
Jestliže se na černý a červený text podívám přes červené sklo, uvidím jen červený text.	10	11,1	4,9	2
Jestliže se na černý a červený text podívám přes červené sklo, uvidím vše v původních barvách.	10	10,5	9,9	3

V oblasti zdrojů vlastního světla byly zjištěny tyto miskoncepce: hvězda Aldebaran, zapnutý televizor a svatojánská muška nejsou zdrojem vlastního světla a naopak Mars a Měsíc jsou zdrojem vlastního světla. U Měsíce (ot. č. 2) část žáků uváděla, že Měsíc je zdrojem vlastního světla stále a další žáci uváděli, že Měsíc je zdrojem vlastního světla pouze v noci.

V otázkách zaměřených na proces vidění se ukázalo, že žáci nedokáží správně vysvětlit vidění a nakreslit chod paprsků světla. Žáci velmi často používali zrakový paprsek vyjadřující směr pohledu a většinou pouze konstatovali, že: „Lída vidí obrázek, protože na něj svítí světlo“.

Na otázky týkající se stínu odpovídali žáci většinou správně. Mezi miskoncepce jsem zařadil pouze odpovědi, kde žáci zaměnili zatmění Slunce za zatmění Měsíce a odpovědi na 5. otázku, kde žáci vybrali z nabídky odpověď: „Stín je stejně velký jako stínítko“.

Nejčastější miskoncepce byla zaznamenána u 6. otázky, tedy při zjišťování polohy obrazu v rovinném zrcadle, kdy žáci zakreslovali polohu obrazu na zrcadlo. U rovinného zrcadla jsem zaznamenal silnou miskoncepti v sedmé otázce: „Je-li předmět umístěn pod úrovní zrcadla, není v zrcadle vidět“.

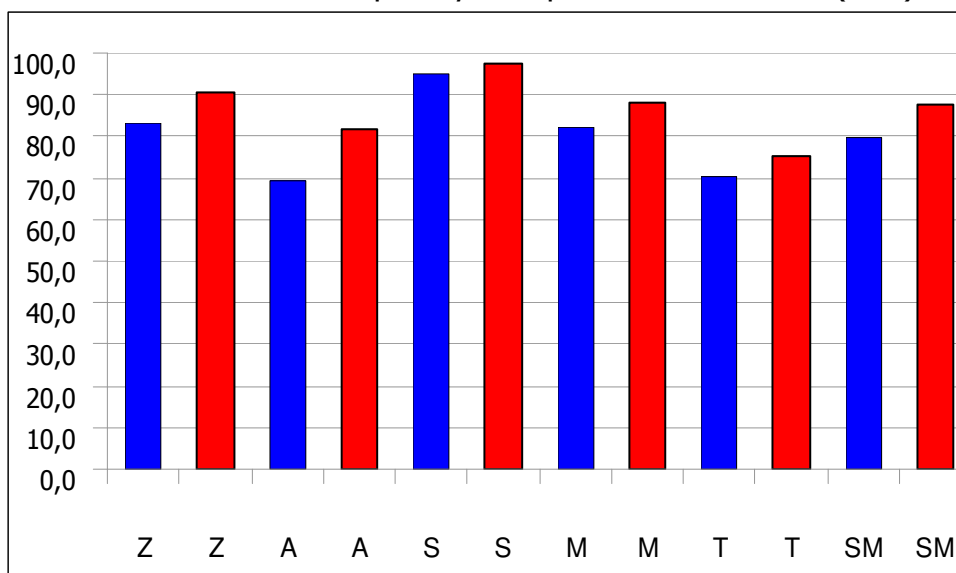
Lom světla, v otázce 8B, žáci buď zaměnili za odraz od hladiny či hrnku nebo lom světla vysvětlovali vlastnostmi vody (zkresluje, zvětšuje,..).

U deváté i desáté otázky jsem zaznamenal dvě miskoncepce. V deváté otázce žáci uváděli, že složením světél základních barev vznikne černá, nebo častěji hnědá barva. U těchto dvou miskonceptí došlo ve druhém kole ke zvýšení četnosti, tedy ke zhoršení. V desáté otázce měli žáci vybrat odpověď na otázku : „Co uvidím, jestliže se na černý a červený text podívám přes červené sklo?“. Žáci většinou uváděli správnou odpověď. Mezi miskoncepce jsem zařadil odpověď : „Vše uvidí v původních barvách“ a odpověď: „Uvidím jen červený text“.

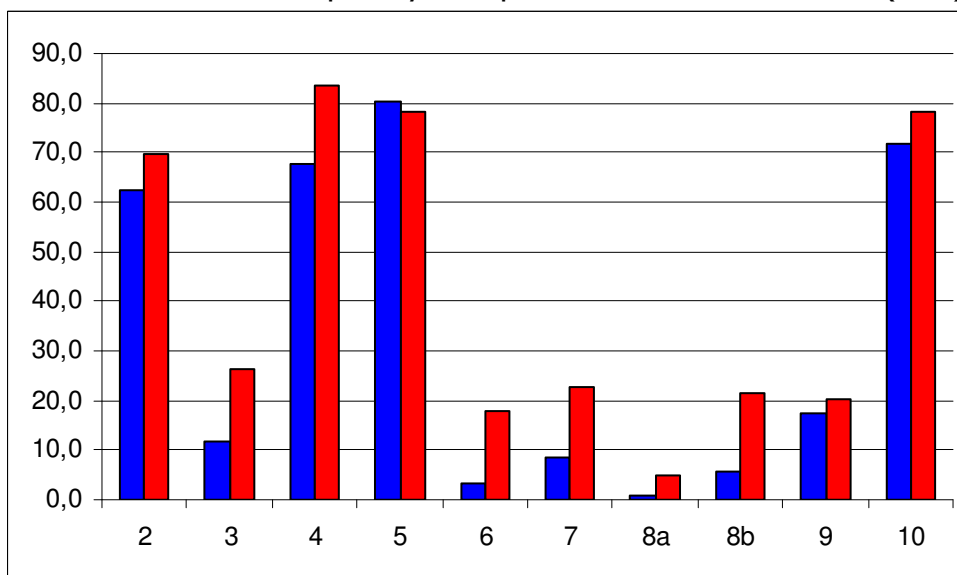
2.8.2 Úspěšnost v jednotlivých úlohách

V následujících grafech 2.8.2a,b jsou uvedeny relativní četnosti správných odpovědí v jednotlivých otázkách (modře pre-test, červeně post-test).

Graf 2.8.2a: Přehled správných odpovědí na 1. otázku (v %)



Graf 2.8.2b: Přehled správných odpovědí na 2. až 10. otázku (v %)



Z grafů 2.8.2a a 2.8.2b vyplývá, že mezi otázky s největší úspěšností patří otázky první a druhá (zdroje vlastního světla), čtvrtá a pátá (stín) a desátá (barevné filtry). Naopak nejméně správných odpovědí jsem zaznamenal u otázky 8a, kde měli žáci popsat proces vidění. U všech otázek došlo k výslednému zlepšení, pouze u páté

otázky byly výsledky ve druhém kole testování mírně horší než v kole prvním, přičemž u žádné otázky nedošlo ke zlepšení o více jak 16 %.

2.8.3 Výsledky podle typu školy a podle pohlaví

Při porovnání výsledků žáků základních škol a žáků nižších tříd gymnázií se ukazuje, že na většinu otázek odpověděli správněji žáci gymnázií. Pouze u otázek číslo 5, 6 a 8A byly výsledky vyrovnané. Největší rozdíly, více jak 25 %, jsem u výsledků v post-testu zaznamenal ve druhé a deváté otázce.

Z výsledků je zřejmé, že miskoncepce se objevují jak u žáků základních škol, tak u žáků gymnázií. U žáků základních škol jsou miskoncepce častější. Pouze u páté a šesté otázky jsem zaznamenal vyšší četnost miskonceptí u žáků gymnázií, v obou případech jen ve druhém kole. Vyrovnané výsledky pro oba typy škol byly zjištěny pouze u jedné z odpovědí (A) na desátou otázku, zabývající se barevnými filtry, ostatní chybné prekoncepce jsou častější u žáků základních škol. Nejvýraznější rozdíly se ukazují u miskonceptí ve druhé, třetí a deváté otázce. Odpověď B u desáté otázky označili pouze žáci základních škol.

Grafy zachycující relativní četnosti správných odpovědí v jednotlivých otázkách odděleně pro žáky základních škol a gymnázií jsou součástí přílohy 5.2.

Dále si všimneme, zda se ve výsledcích jednotlivých úloh objevily nějaké rozdíly ve výsledcích chlapců a dívek.

Nejvýraznější rozdíly mezi dívkami a chlapci jsem ve druhém kole testování zaznamenal v 1. otázce u televizoru (19,9 %) a dále u otázek číslo 7 (14,1 %), 8B (14,4 %) a 9 (22,1 %). U všech těchto otázek byli chlapci úspěšnější než děvčata.

Při porovnání výsledků jsem došel k závěru, že u dívek jsou miskoncepce častější. Největší rozdíly v četnosti miskonceptí mezi chlapci a děvčaty byly zjištěny u šesté až desáté otázky, naopak velmi podobné výsledky se ukazují u druhé otázky (světlo Měsíce), páté otázky (velikost stínu) a u první otázky zjišťující zdroje světla, kde jsou výsledky odlišné pouze u televizoru. V deváté otázce (skládání barev) a desáté otázce (barevné filtry) byla vždy jedna z chybných představ častější u dívek a druhá u chlapců. V 9. otázce chlapci preferovali odpověď A a dívky odpověď C. V 10. otázce dávali chlapci přednost odpovědi B a dívky odpovědi D.

Grafy znázorňující rozdíly ve výsledcích mezi dívkami a chlapci v jednotlivých otázkách jsou součástí přílohy 5.3.

3. Závěr

Ve své diplomové práci jsem se zabýval prekoncepty žáků v oblasti geometrické optiky. Provedl jsem průzkum mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií. Použitý test obsahoval deset otázek. Při výběru otázek jsem většinou vycházel z již provedených výzkumů, zabývajících se miskoncepcemi v optice. Přehled těchto výzkumů též uvádím ve své práci. V další části práce jsem zpracoval přehled učebnic používaných na základních školách a nižších stupních gymnázií se zaměřením na témata obsažená v jednotlivých otázkách testu. Stěžejní část práce tvoří přehled výsledků testování, které jsem provedl jednak před výukou optiky ve škole, tak po ní. Šetření se zúčastnilo 162 žáků z osmi tříd základních škol a gymnázií. Součástí tohoto přehledu je i tabulka, v níž jsou uvedeny nejčastější miskoncepce, které se při testování žáků objevily. V práci jsem se věnoval též rozdílům ve výsledcích mezi žáky základních škol a víceletých gymnázií i rozdílům ve výsledcích chlapců a děvčat.

Jak jsem uvedl v úvodu, je velmi důležité, aby měli učitelé přehled o nesprávných prekonceptech, které mohou jejich žákům znesnadňovat porozumění látce. Učitelé by měli s miskoncepcemi u žáků počítat a při výuce těch partií fyziky, kde se miskoncepce objevují, co nejvíce využívat žakovských pokusů. Při těchto experimentech si mohou žáci svou představu upravit na základě vlastních zkušeností. Pro mnoho mých kolegů by bylo jistě velkým přínosem vytvořit souhrnnou publikaci v češtině všech dosud zjištěných miskoncepcí ve fyzice. Ve vytvoření alespoň částečného přehledu miskoncepcí v geometrické optice vidím největší přínos mé práce.

Díky studiu materiálů k diplomové práci jsem se začal více věnovat prekonceptům nejen v optice, ale i v jiných partiích fyziky. Tyto poznatky jistě uplatním i ve své pedagogické činnosti. Velmi prospěšné pro mou učitelskou praxi bylo též podrobné prostudování všech dostupných řad učebnic věnujících se fyzice pro základní školy a nižší gymnázia, v nichž jsem se setkal s různými velmi zajímavými pohledy a náměty na výuku.

4. Seznam použité literatury

- [1] Anderson, B., Kärriquist, Chr.: *Light and its Properties*. EKNA-report nr. 8, Goteborg`s university, 1982.
- [2] Driver, R., Squires, A., Rushford, P., Wood-Robinson, V.: *Making Sense of Secondary Science*, Routledge Falmer, New York, 2006.
- [3] Wiesner, H.: *Naturwissenschaften im Unterricht*. Physik/Chemie 34, č.13, 1986.
- [4] Voelzke, U.: *Schatten und Schattenraum*. Schriftliches Hausarbeit zur Zweiten Staatsprüfung für des Lehramt Coesfeld.
- [5] Guesne, E.: *Die Vorstellungen von Kindern über Licht*. Phys. Didaktik 11, 1984, s. 79 – 98.
- [6] Hock H.: *Eine Untersuchung von Schülvorstellungen über Sehen und Licht*. Wissenschaftliche Hausarbeit für das Lehramt an Haupt- und Realschulen, Frankfurt/M, 1980.
- [7] Guesne, E.: „Light“ In: Driver, R., Guesne, E. and Tiberghien, A.: *Children´s Ideas in Science*. Open University Press, Milton Keynes, 1985.
- [8] Ramadan, J. and Driver, R.: *Aspects of secondary students´ ideas about light*, Children´s Learning in Science Project, Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds, 1989.
- [9] Osborne, J., Black, P., Smith, S. and Meadows, J.: *Light Research Report*, Primary SPACE Project, Liverpool University Press, 1990.
- [10] Anderson, C.W. and Smith, E.L.: *Children´s conceptions of light and colour: developing the concept of unseen rays*, Paper presented to the annual meeting of the American Educational Research Association, Montreal, Canada, 1983.
- [11] Stead, B.F. and Osborne, R.J. : „Exploring students´ concepts of light“, *The Australian Science Teachers´ Journal* , 26(3), 1980, s.387-397.
- [12] Fetherstonhaugh, T. and Treagust, D.F.: „*Students´ understanding of light and its properties following a teaching strategy to engender conceptual change*“ Paper presented to the annual meeting of the American Educational Research Association, 16 – 20 April, Boston, 1990.
- [13] Feher, E. and Rice, K.: „*Showing shadow shapes: activities to elicit and dispel some preconceptions*“, Paper submitted to *Science and Children*. ,1985.

- [14] Shapiro, B. L.: „*What children bring to light: giving high status to learners' views and actions in science*“, *Science Education*, 73(6), 1989, s. 711 -733.
- [15] Goldberg, F.M., McDermott, L.C.: „*Student difficulties in understanding image formation by a plane mirror*“, *The Physics Teacher*, 24 (8), 1986, s. 472-480.
- [16] Boyes, E., Stanisstreet. M.: Development of pupils' ideas of hearing and seeing – the pass of light and sound. *Research in Science and Technology Education* 9, s. 223-44.
- [17] Anderson, B., Kärrquist, Chr.: *How Swedish Pupils, Age 12 – 15, understand Light and its Properties*. In.: Helm, H., Novak, J.D. (ed.): *Proceedings of the International Seminar on „Misconceptions in Science and Mathematics*“, New York, Ithaca, Cornell-University, 1983.
- [18] Kolářová, R., Hejnová E., Lišáková, E., Kamarádová, Z.: *Příručka učitele fyziky na základní škole s náměty pro tvorbu ŠVP*, 1. vydání, Praha, Prométheus, 2006.
- [19] Kolářová, R., Bohuněk, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, 1. vydání, Praha, Prometheus, 2003.
- [20] Kolářová, R., Bohuněk, J., Štoll, I., Svoboda, M., Wolf, M.: *Fyzika pro 9. ročník základní školy*, 1. vydání, Praha, Prométheus, 2001.
- [21] Jáchim, F., Tesař, J.: *Fyzika pro 7. ročník základní školy*, Učebnice zpracovaná podle osnov vzdělávacího programu Základní škola, 1. vydání, Praha, SPN 1999.
- [22] Macháček, M.: *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*, Praha, Prométheus, 2001.
- [23] Rauner, K., Havel, V., Prokšová, J., Randa, M.: *Fyzika 7 učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia*, Plzeň, Fraus 2005.
- [24] Lustigová, Z.: *fyzika pro 6. a 7. ročník základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií*, Učebnice zpracovaná podle osnov vzdělávacího programu Základní škola, první vydání, Praha, Fortuna, 1998.
- [25] Rojko, M., Dolejší, J., Kuchař, J., Mandíková, D.: *Fyzika kolem nás (Fyzika I pro základní a občanskou školu)*, Praha, Scientia 1995.
- [26] Rojko, M., Dolejší, J., Kuchař, J., Mandíková, D.: *Fyzika kolem nás (Fyzika 2 pro základní a občanskou školu)*, Praha, Scientia, 1996.
- [27] Rojko, M., Dolejší, J., Kuchař, J., Mandíková, D.: *Fyzika kolem nás (Fyzika 4 pro základní a občanskou školu)*, Praha, Scientia 1996.

- [28] Mandíková, D.: *Intuitivní představy o pohybu a síle*, Kandidátská disertační práce, Praha, MFF UK 1990..
- [29] Klímová, E.: *Porozumění základním pojmům v optice u žáků základních škol*, Diplomová práce, Praha, MFF UK, 1990.
- [30] Braunová, H.: *Evaluační standardy z optiky pro základní školy*, Diplomová práce, Praha, MFF UK, 1996.
- [31] Dobias, P.: *Představy studentů o energii*, Diplomová práce, Praha, MFF UK, 2007.
- [32] Mandíková, D.: *Intuitivní představy ve fyzice*, MFI, roč. 3, č.2, 1993.
- [33] Mandíková, D., Kelnarová, M.: *Představy žáků o elektrickém proudu a napětí*, MFI, roč. 15, č.6, 2006.
- [34] Claus, J., Stork, E., Wiesner H.: *Optik im Sachunterricht, Eine empirische Untersuchung zu Vorstellungen und Lernprozessen, Sachunterricht und Mathematik in der Primarstufe*. Phys. Didaktik 10, 1982, s. 82 – 92.

5. Přílohy

5.1 Vzorově vyřešený test

Jméno:		Škola:	
Třída:		Datum:	

1. V následující tabulce označ křížkem do příslušného sloupce, zda se jedná či nejedná o zdroj vlastního světla.

<i>Předmět</i>	<i>je zdrojem</i>	<i>není zdrojem</i>
zrcadlo		×
hvězda Aldebaran ze souhvězdí Býka	×	
Slunce	×	
planeta Mars		×
zapnutá televize	×	
svatojánská muška	×	

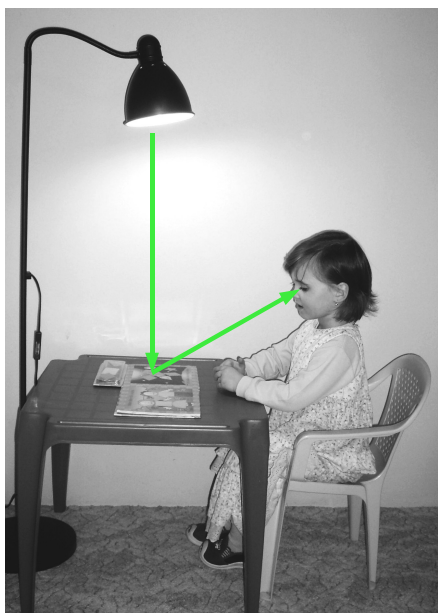
2. Měsíc je zdrojem vlastního světla

A	stále
B	pouze v noci
C	není zdrojem vlastního světla
D	žádná odpověď není správná

Odpověď, kterou pokládáš za správnou, zaškrtni a zdůvodni.

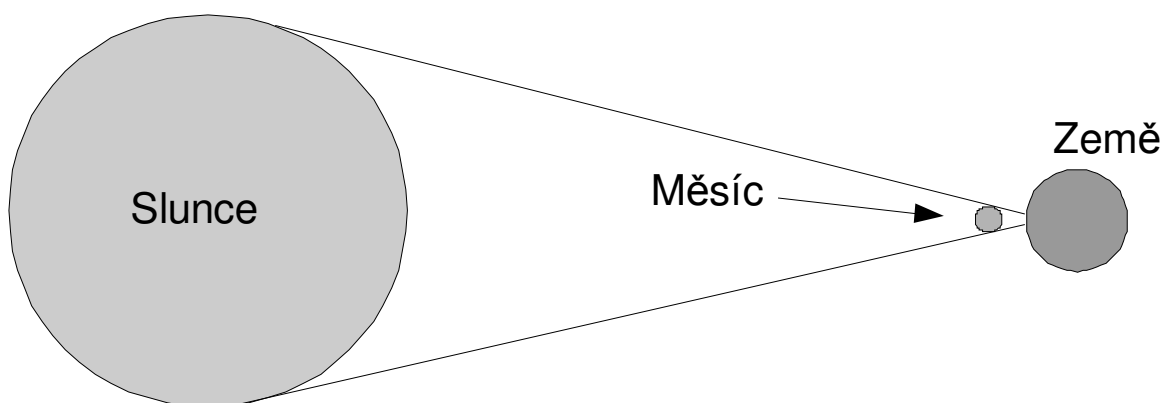
Měsíc odráží světlo od Slunce.

3. Vysvětli, proč Lída vidí obrázek v knížce. Nakresli, jak postupuje světlo. Vyznač směr chodu paprsků.



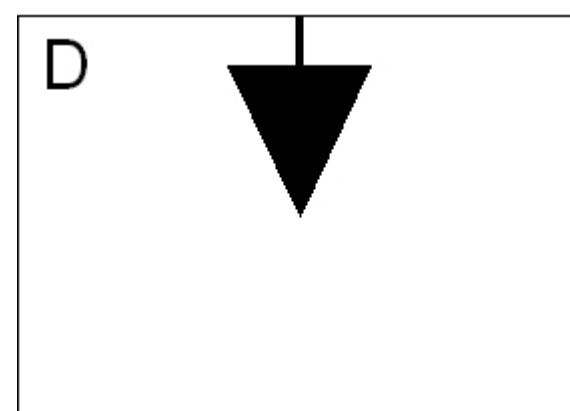
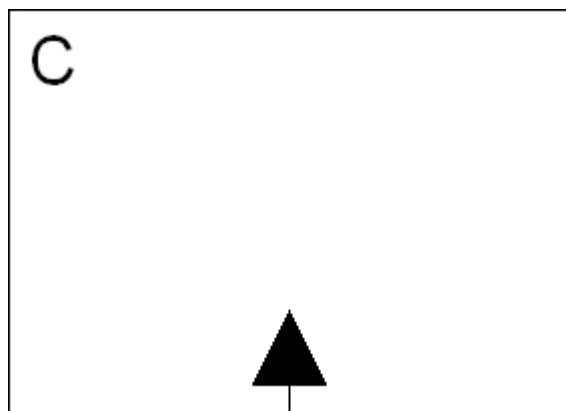
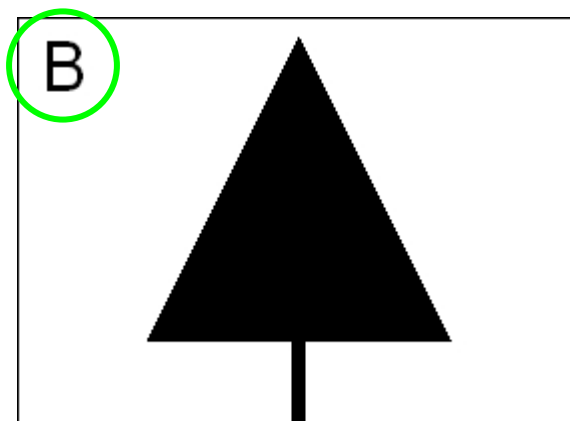
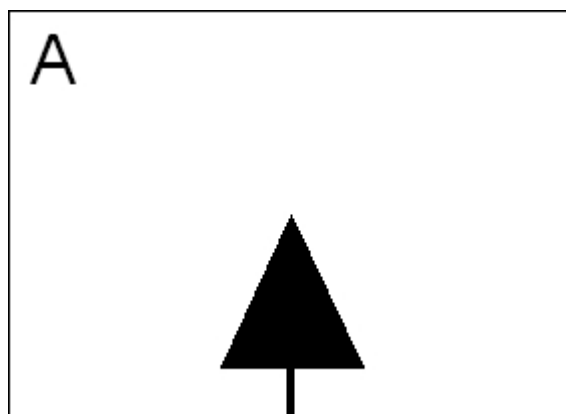
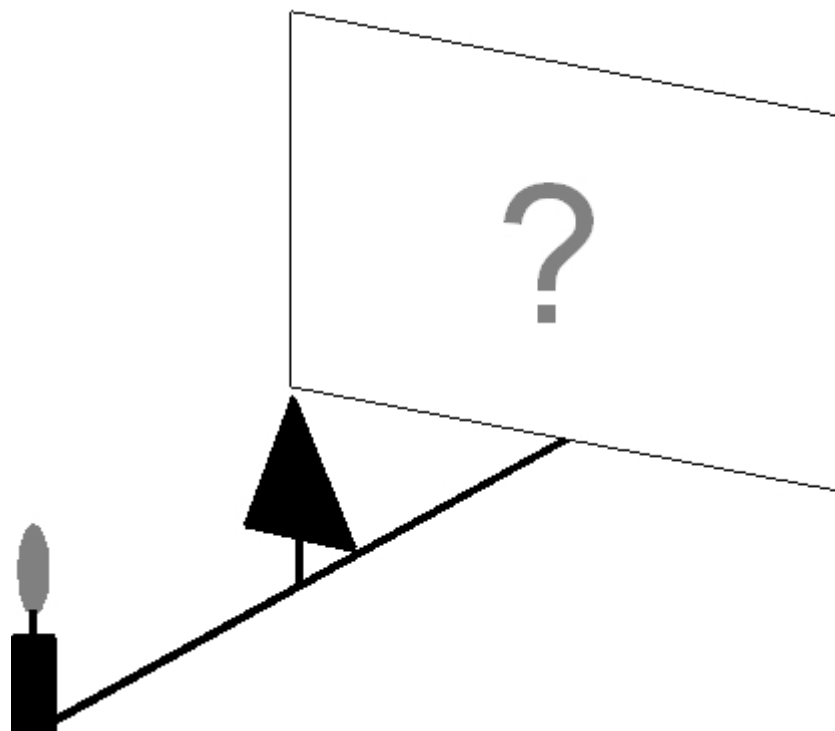
Světlo odražené od obrázku dopadlo do Lídiných očí.

4. Vysvětli, kdy dochází k zatmění Slunce. Odpověď doprovod' obrázkem.

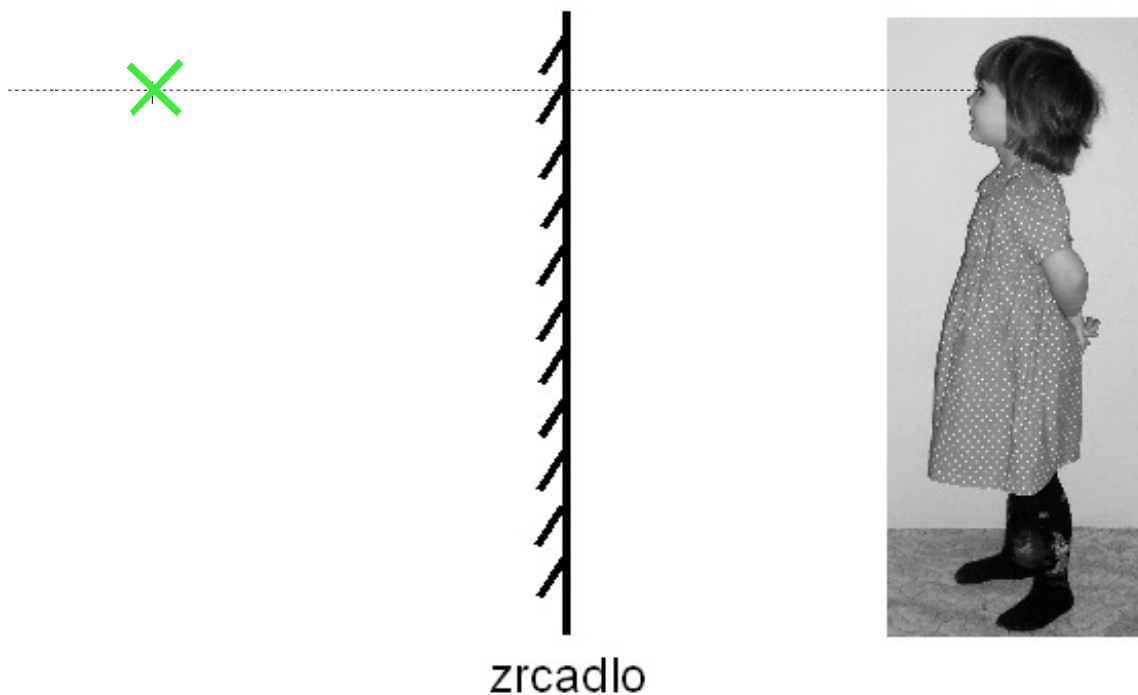


V případě, že se Měsíc nachází mezi Zemí a Sluncem dopadá na Zemi stín vržený Měsícem.

5. Obrázek znázorňuje svítilící svíčku a stínítko ve tvaru trojúhelníku. Na bílou plochu dopadá stín vržený stínítkem. Jak bude vypadat stín? Zaškrtni správnou odpověď.

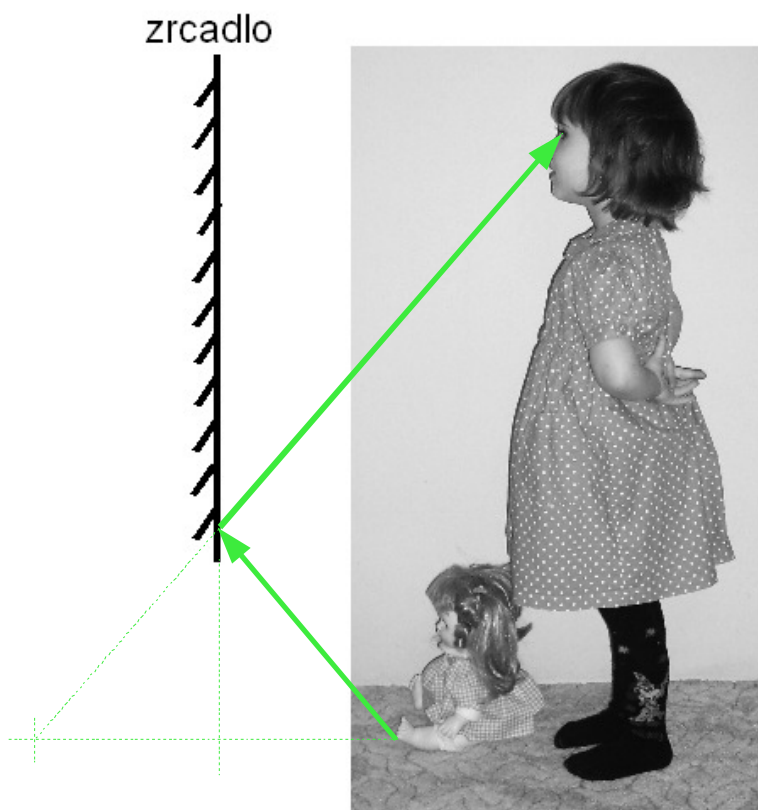


6. Lída se pozoruje v rovinném zrcadle. Znázorni do obrázku křížkem, kde se nachází obraz jejího nosu.

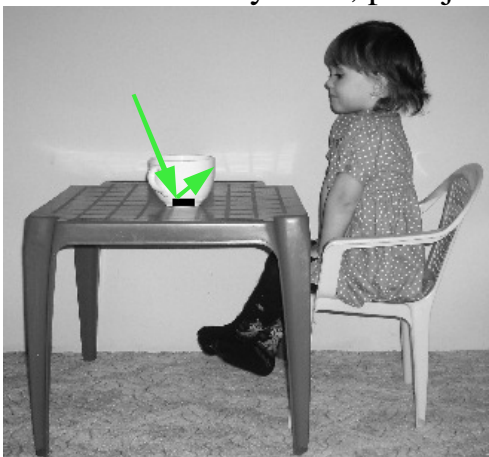


7. Uvidí Lída v zrcadle celou panenku? Svou odpověď dokaž nakreslením chodu světelných paprsků.

Ano, uvidí
panenku
celou.

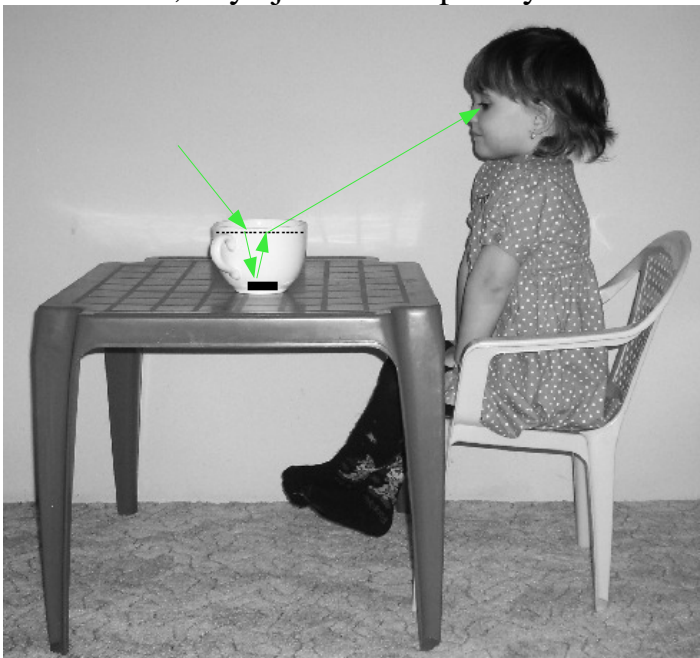


8a. Lída se dívá do hrnku, na jehož dně leží mince (tlustá černá čára), kterou nemůže vidět. Vysvětli, proč ji nevidí. Znázorni to do obrázku.



Světlo odražené od mince se nedostane Lídě do očí, protože se šíří přímočaře a v jeho dráze mu brání stěna hrnku.

8b. Hrněk naplníme vodou po okraj (hladina vody je znázorněna přerušovanou čarou). Lída nyní vidí minci, aniž by změnila svou polohu. Vysvětli, proč může vidět minci, když je hrnec naplněný vodou. Znázorni to do obrázku.



Světlo odražené od mince se na rozhraní voda – vzduch láme od kolmice, a tím může dopadnout do Lídiných očí.

9. Jaká barva vznikne složením světél základních barev (červená, zelená, modrá)?

Zaškrtni správnou odpověď.

A	černá barva
<input checked="" type="radio"/> B	bílá barva
C	hnědá barva
D	žlutá barva

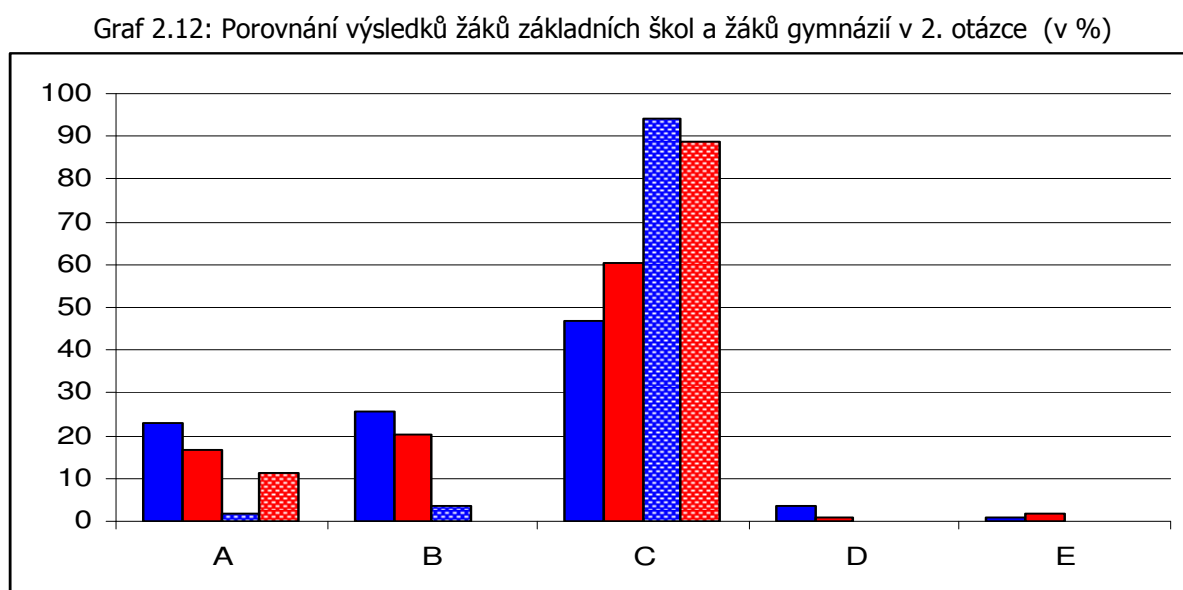
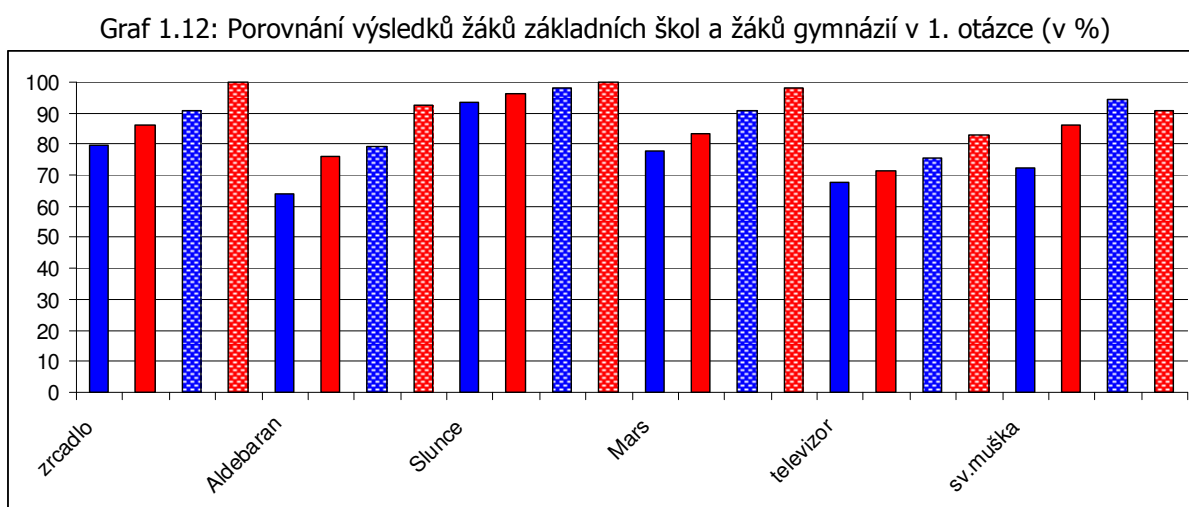
10. Na bílém papíře je napsáno: "ČERNÁ" (černou barvou) a "ČERVENÁ" (červenou barvou). Co uvidíš, jestliže se na text podíváš přes červené sklo?

Zaškrtni správnou odpověď.

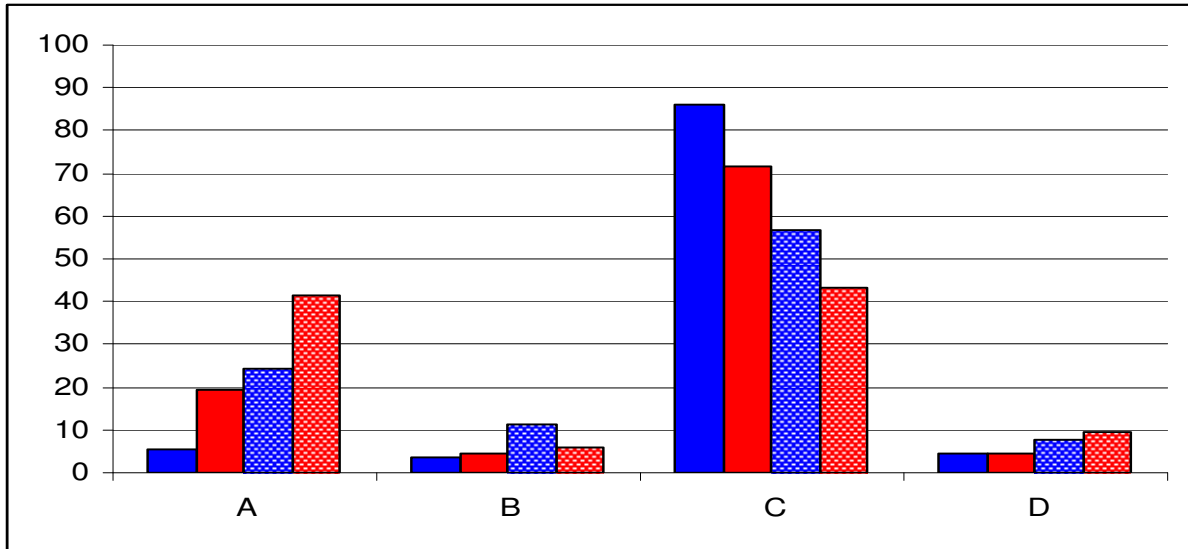
A	Uvidím jen červenou plochu.
B	Uvidím jen text ČERVENÁ.
<input checked="" type="radio"/> C	Uvidím jen text ČERNÁ.
D	Uvidím vše v původních barvách.

5.2 Rozdíly mezi žáky základních škol a žáky víceletých gymnázií v grafech

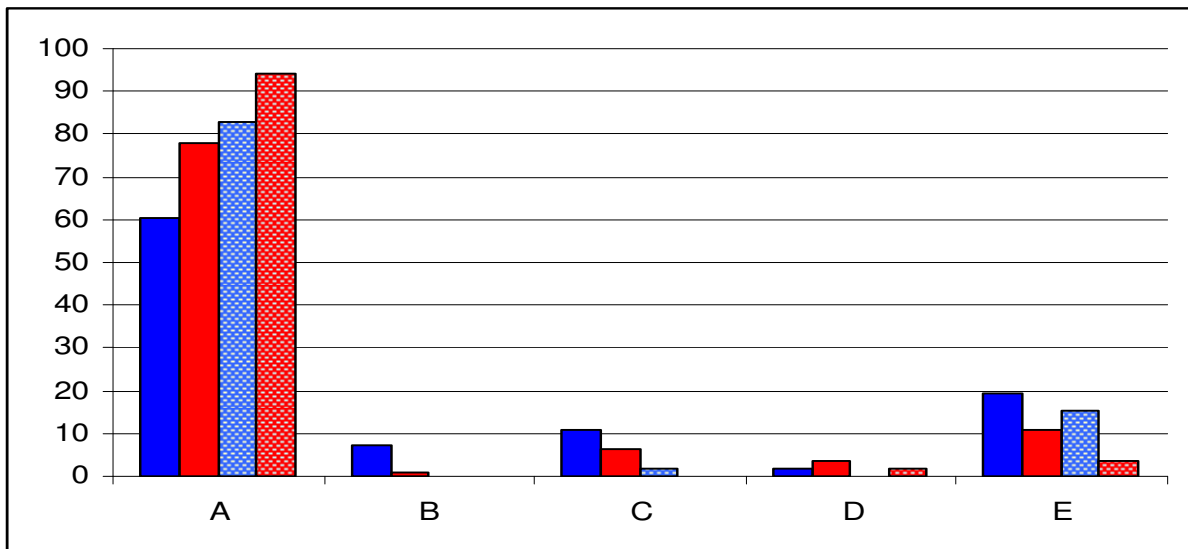
Plné sloupce znázorňují výsledky žáků základních škol a tečkované sloupce výsledky žáků gymnázií (modře pre-test, červeně post-test). V grafu 1.12 jsou vyneseny pouze správné odpovědi, v grafech 2.12 – 10.12 jsou znázorněny všechny odpovědi.



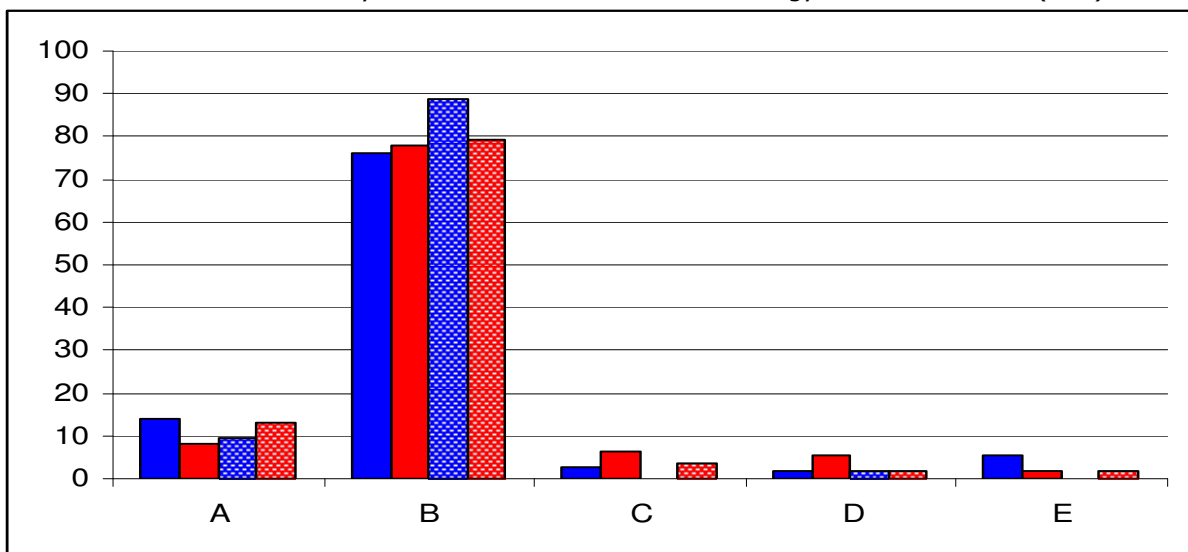
Graf 3.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 3. otázce (v %)



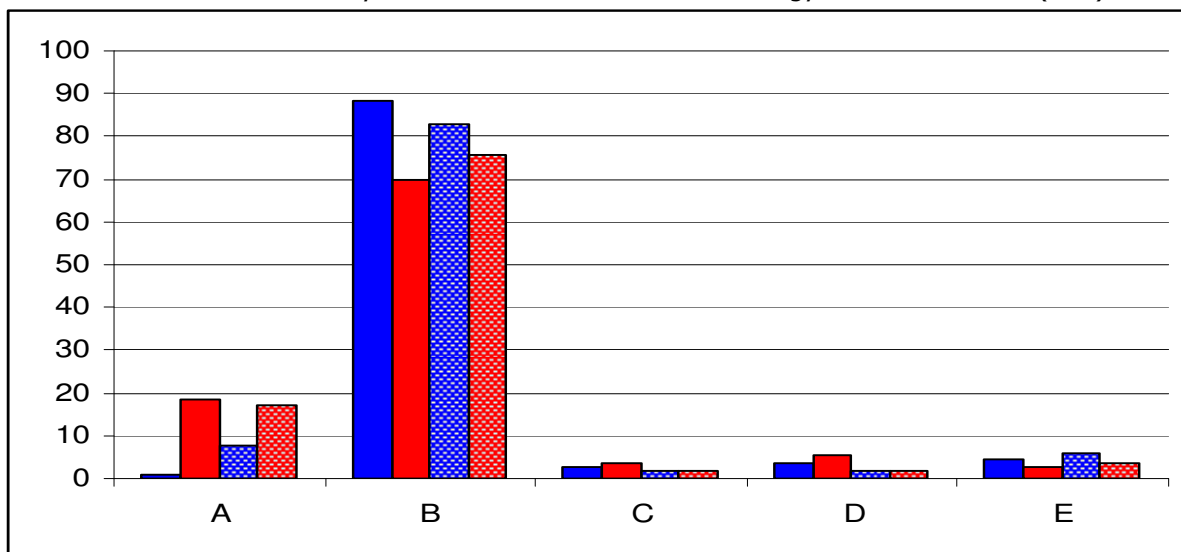
Graf 4.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 4. otázce (v %)



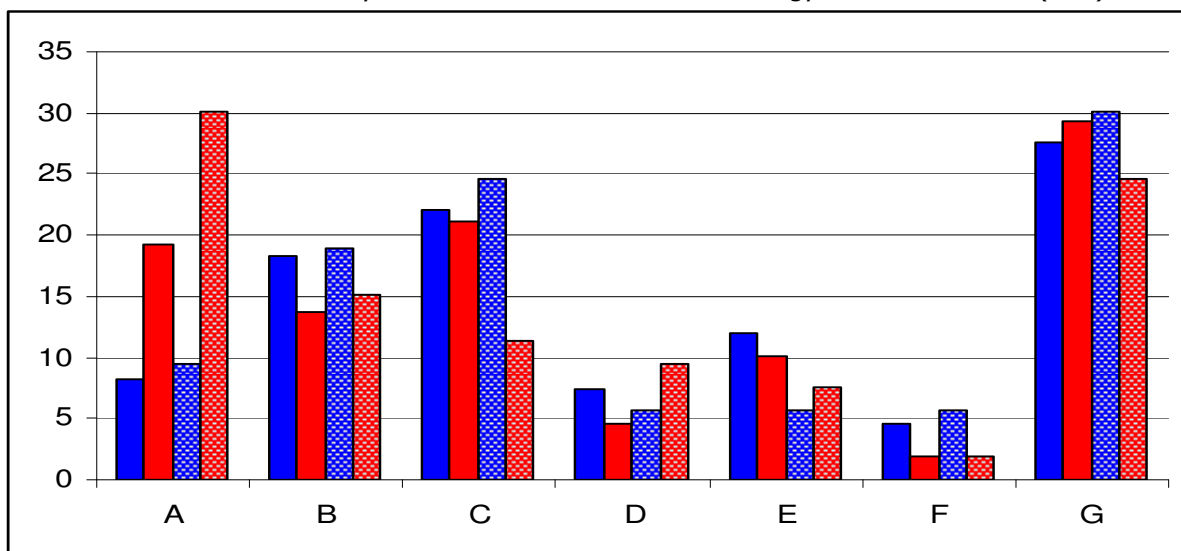
Graf 5.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 5. otázce (v %)



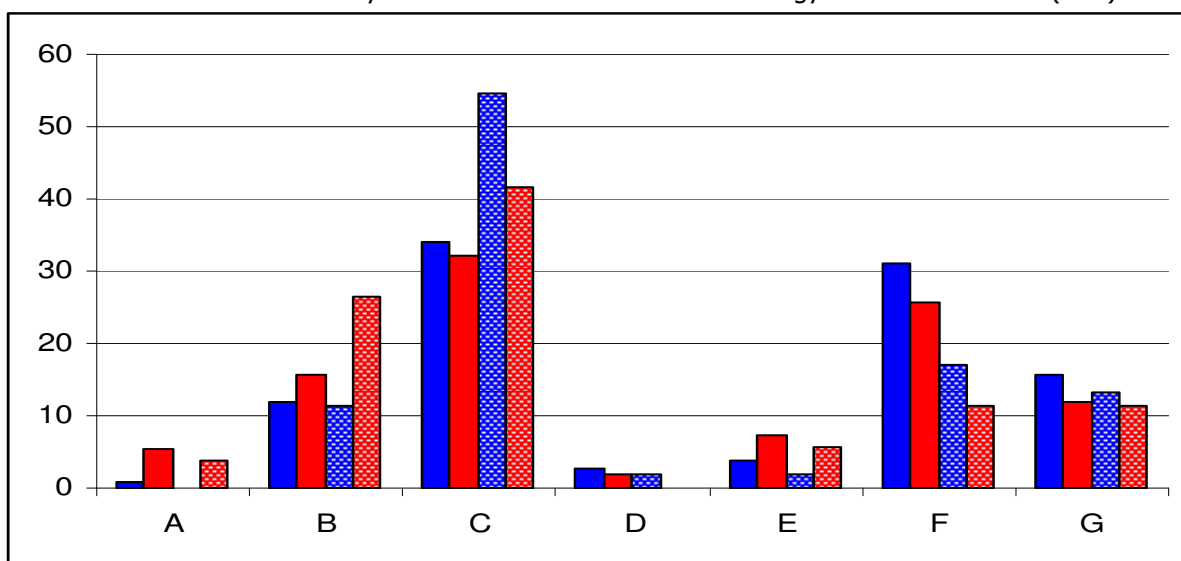
Graf 6.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 6. otázce (v %)



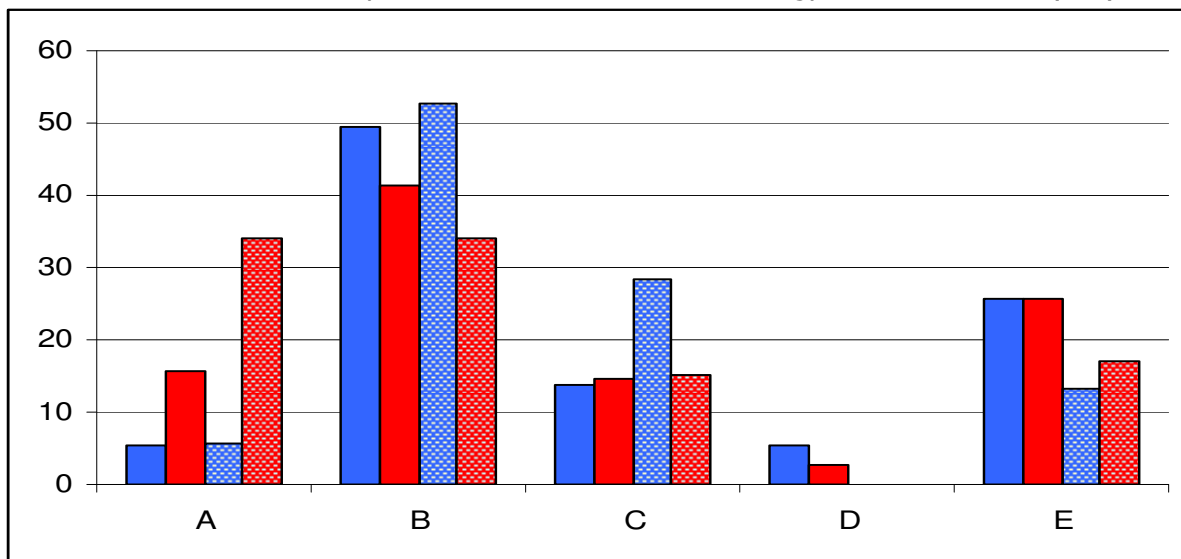
Graf 7.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 7. otázce (v %)



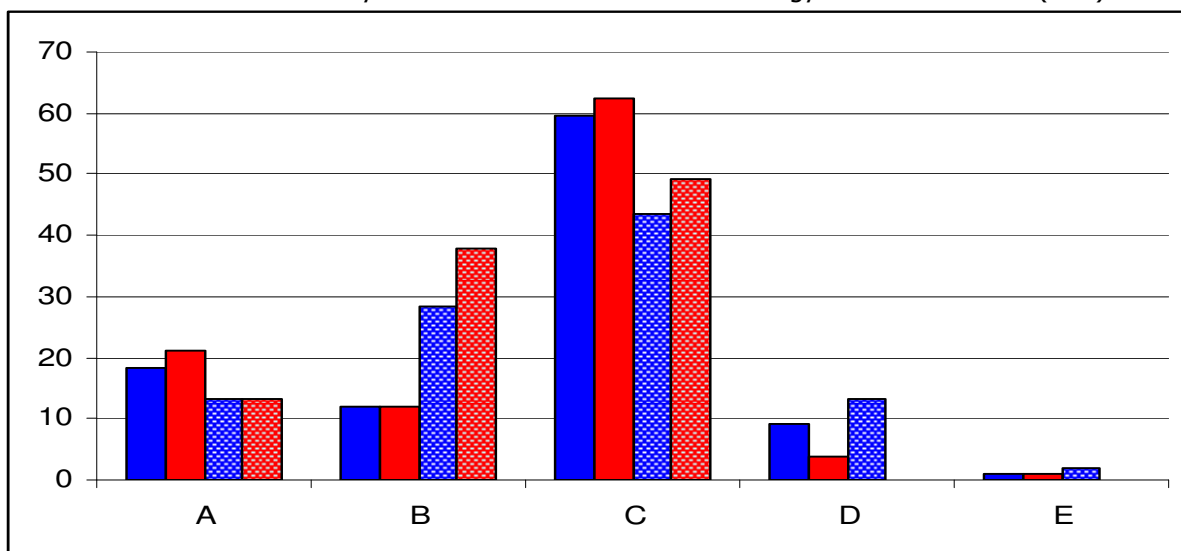
Graf 8A.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v otázce 8A (v %)



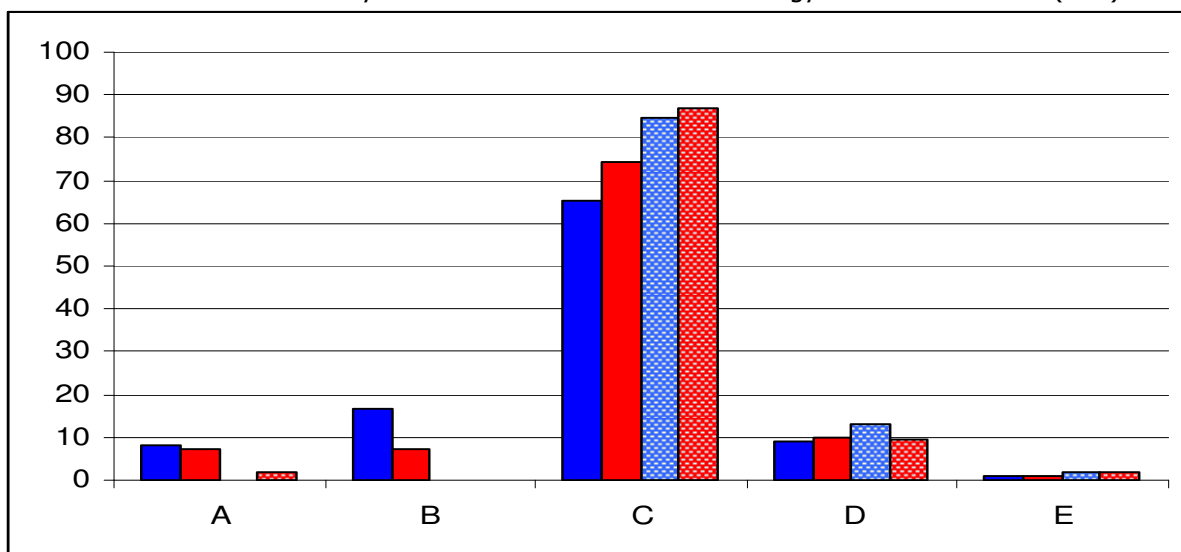
Graf 8B.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v otázce 8B (v %)



Graf 9.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 9. otázce (v %)



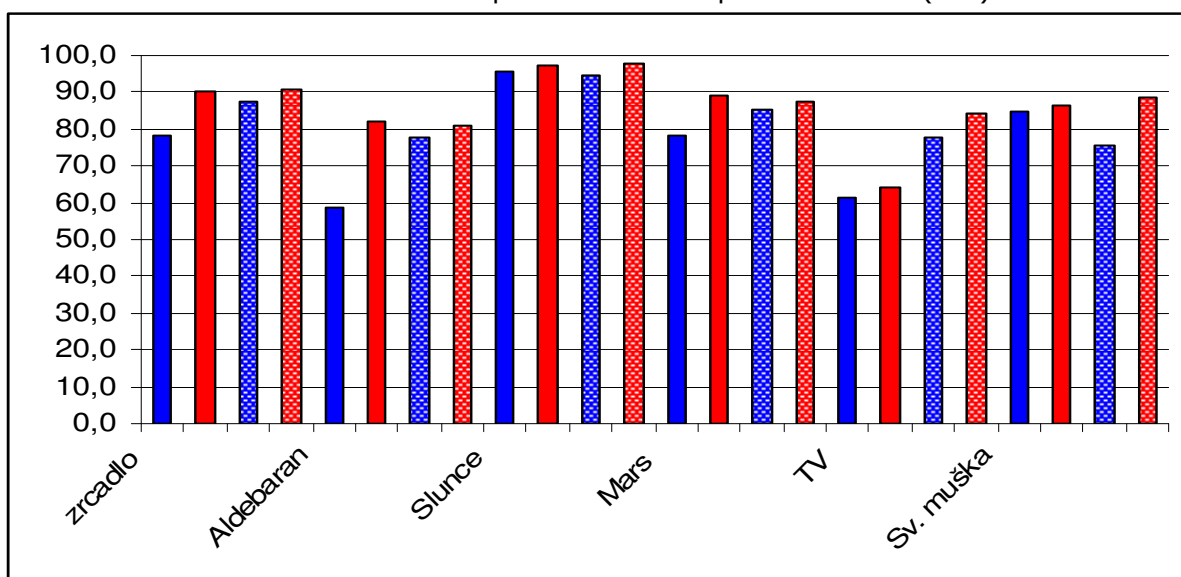
Graf 10.12: Porovnání výsledků žáků základních škol a žáků gymnázií v 10. otázce (v %)



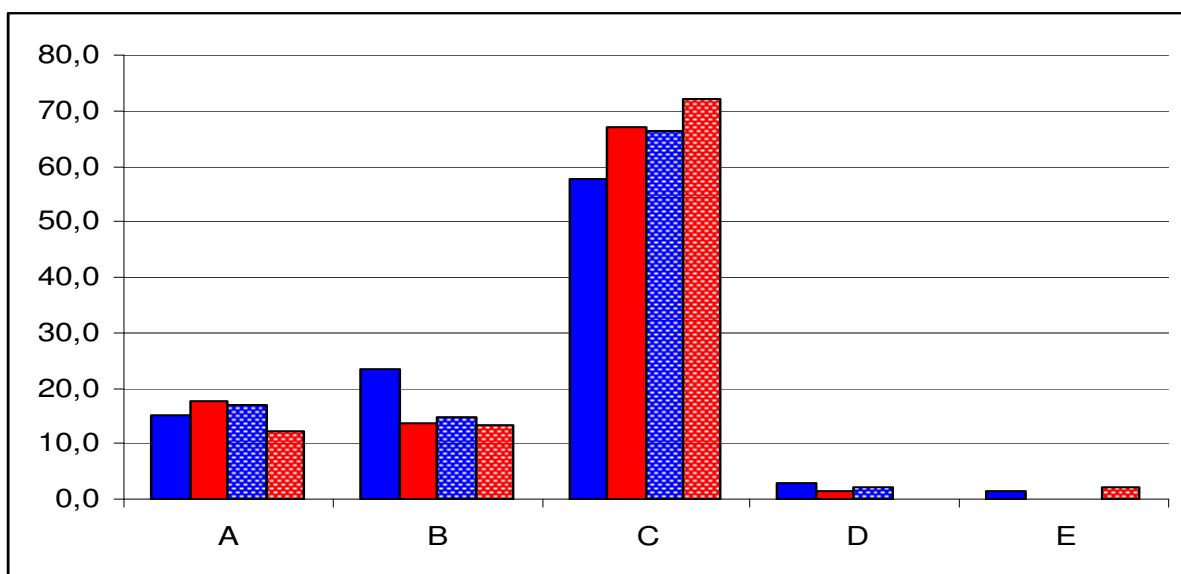
5.3 Rozdíly mezi děvčaty a chlapci

Plné sloupce znázorňují výsledky dívek a tečkované sloupce výsledky chlapců (modře pre-test, červeně post-test). V grafu 1.13 jsou vyneseny pouze správné odpovědi, v grafech 2.13 – 10.13 jsou znázorněny všechny odpovědi.

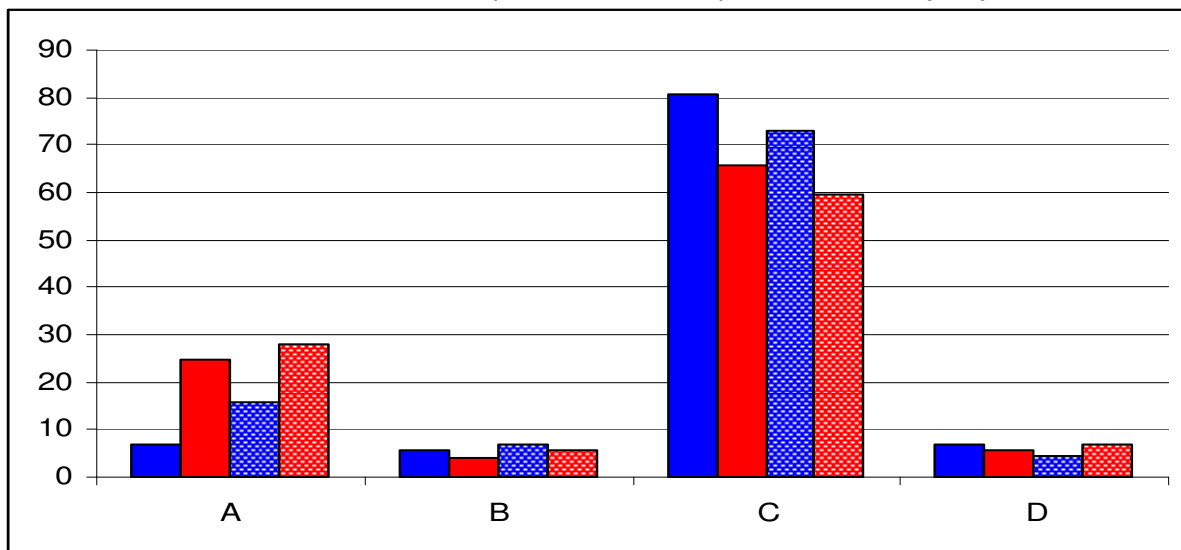
Graf 1.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 1. otázku (v %)



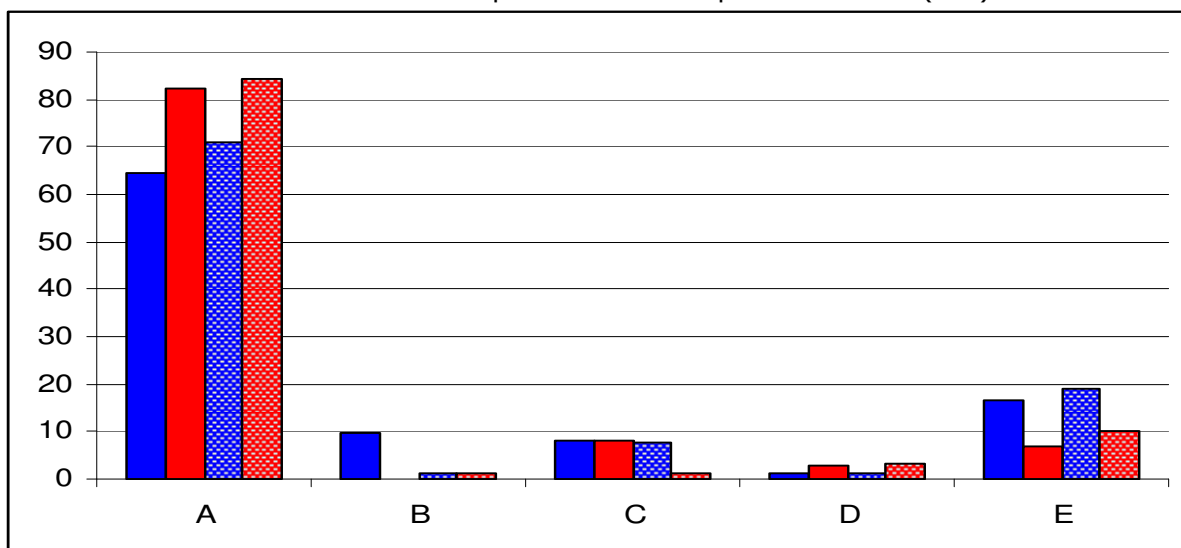
Graf 2.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 2. otázku (v %)



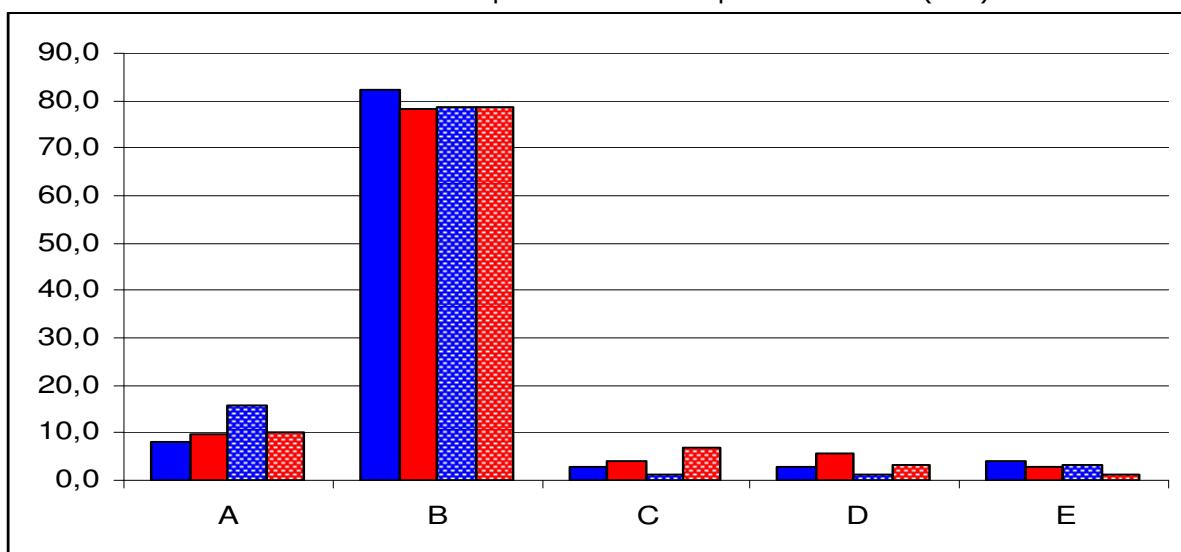
Graf 3.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 3. otázku (v %)



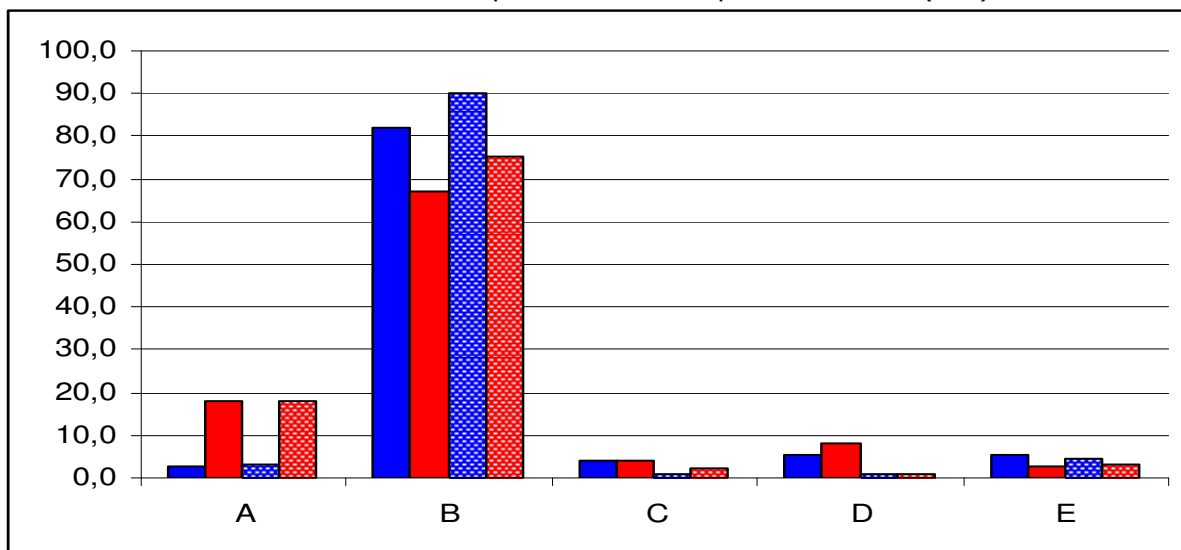
Graf 4.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 4. otázku (v %)



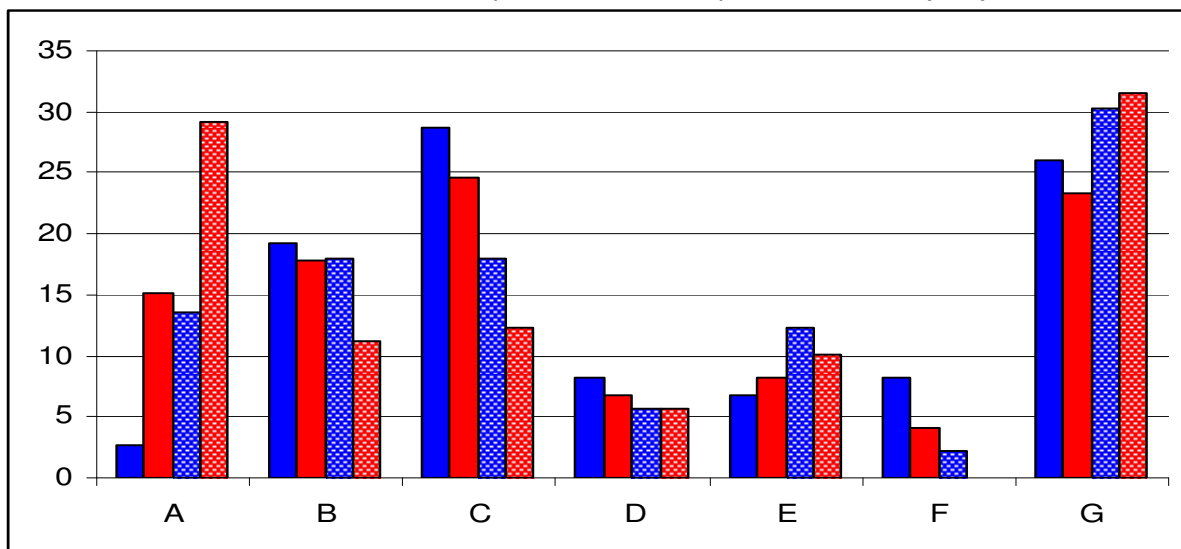
Graf 5.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 5. otázku (v %)



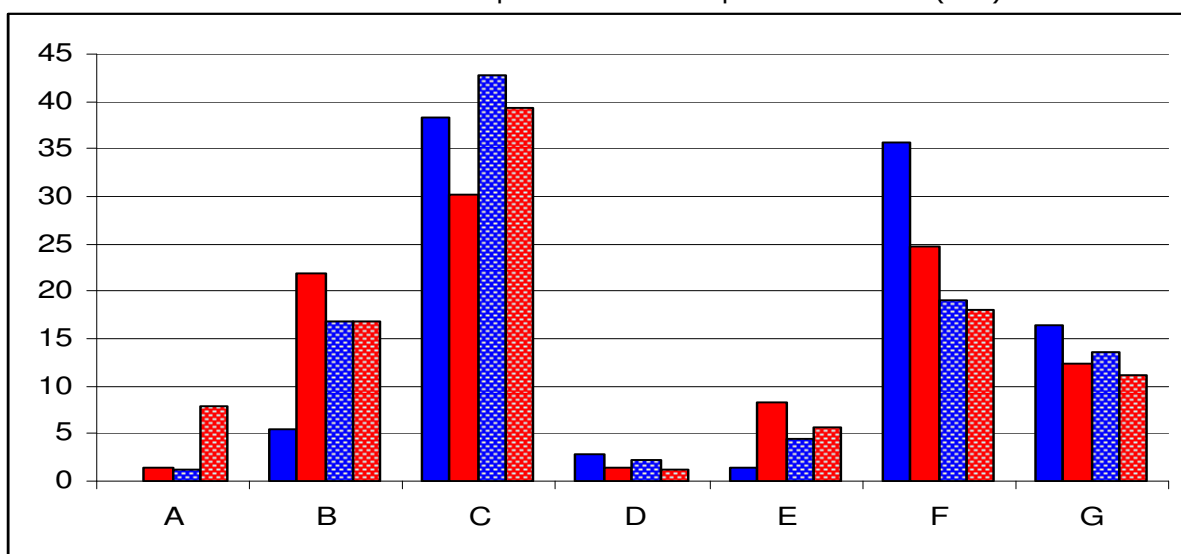
Graf 6.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 6. otázku (v %)



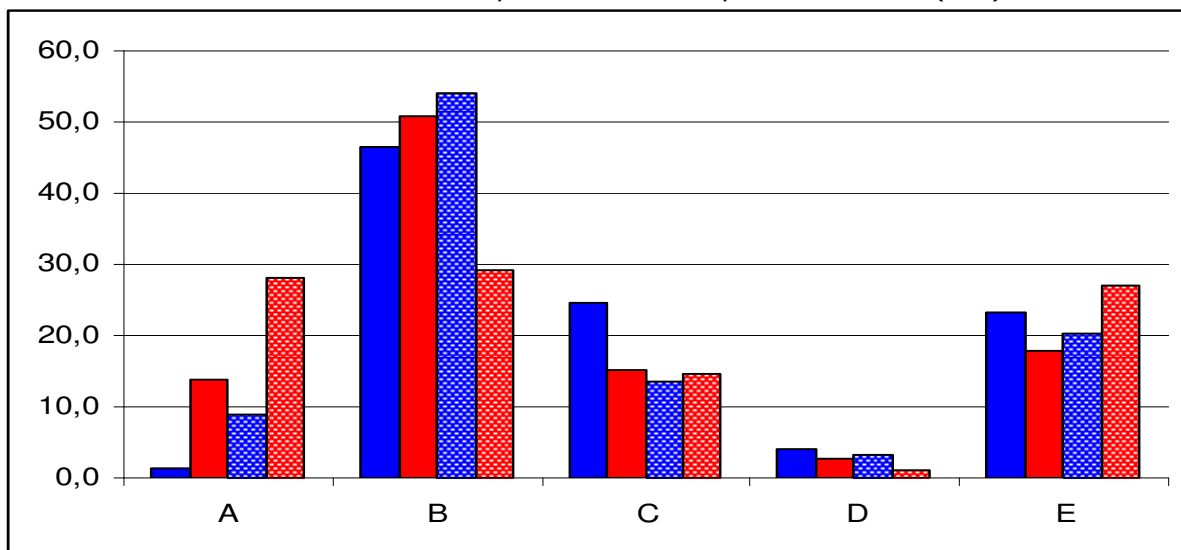
Graf 7.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 7. otázku (v %)



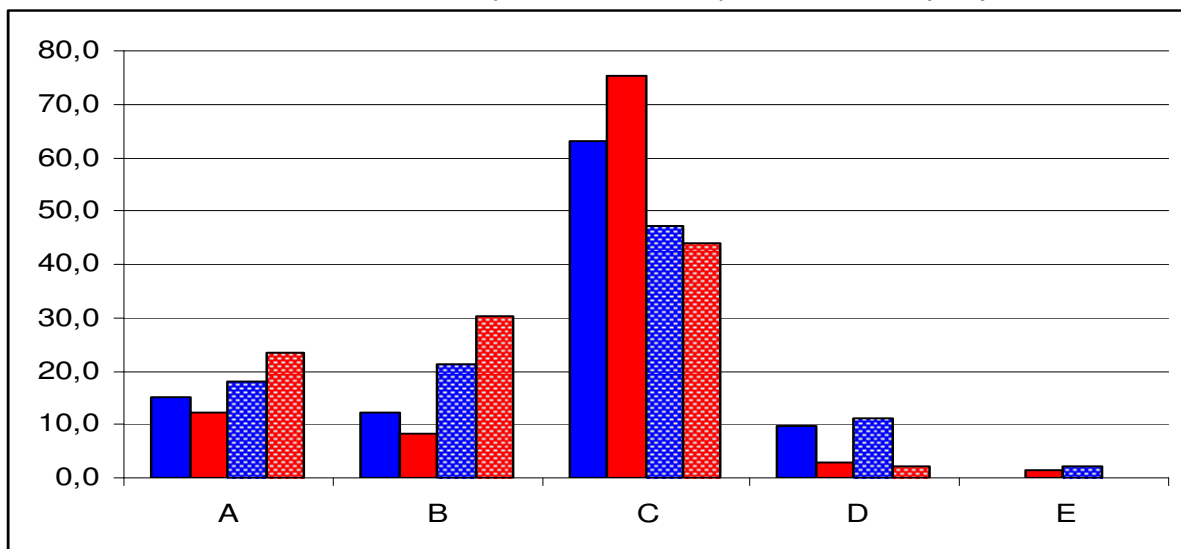
Graf 8A.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na otázku 8A (v %)



Graf 8B.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na otázku 8B (v %)



Graf 9.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 9. otázku (v %)



Graf 10.13: Porovnání odpovědí dívek a chlapců na 10. otázku (v %)

