

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ
KATEDRA MATEMATIKY, FYZIKY A TECHNICKÉ VÝCHOVY

VYUŽITÍ SIMULACE PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ
VE VÝUCE NA ZŠ
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Tereza Brejchová

Učitelství pro základní školy, obor Učitelství biologie a fyziky pro základní školy

Vedoucí práce: PhDr. Ing. Ota Kéhar, Ph.D.

Plzeň 2019

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, 28. června 2019

.....
vlastnoruční podpis

PODĚKOVÁNÍ

Za odborné rady, připomínky a konzultace děkuji vedoucímu této diplomové práce
PhDr. Ing. Otovi Kéharovi, Ph.D.

OBSAH

Úvod	5
1 VYUŽITÍ DAT Z PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ A JEJICH DALŠÍ APLIKACE	6
2 PROVĚŘOVÁNÍ A KOMPARACE VĚDOMOSTÍ ŽÁKŮ VE VÝUCE FYZIKY	14
2.1 SLOŽENÍ POROVNÁVANÝCH TŘÍD	14
2.2 VSTUPNÍ SROVNÁVACÍ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	16
2.2.1 Otázka č. 1 – vstupní dotazník	16
2.2.2 Otázka č. 2 – vstupní dotazník	17
2.2.3 Otázka č. 3 – vstupní dotazník	18
2.2.4 Otázka č. 4 – vstupní dotazník	19
2.2.5 Otázka č. 5 – vstupní dotazník	20
2.2.6 Otázka č. 6 – vstupní dotazník	21
2.2.7 Otázka č. 7 – vstupní dotazník	21
2.2.8 Otázka č. 8 – vstupní dotazník	22
2.2.9 Otázka č. 9 – vstupní dotazník	23
2.2.10 Otázka č. 10 – vstupní dotazník	24
2.2.11 Otázka č. 11 – vstupní dotazník	25
2.2.12 Otázka č. 12 – vstupní dotazník	25
2.2.13 Otázka č. 13 – vstupní dotazník	26
2.2.14 Otázka č. 14 – vstupní dotazník	27
2.2.15 Otázka č. 15 – vstupní dotazník	28
2.2.16 Otázka č. 16 – vstupní dotazník	29
2.2.17 Otázka č. 17 – vstupní dotazník	30
2.2.18 Otázka č. 18 – vstupní dotazník	30
2.2.19 Otázka č. 19 – vstupní dotazník	31
2.2.20 Otázka č. 20 – vstupní dotazník	32
2.3 VYHODNOCENÍ VSTUPNÍHO DOTAZNÍKU	33
3 PLANETKOVÉ ZÁKRYTY VE VÝUCE FYZIKY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE	35
3.1 STRUKTURA JEDNOTLIVÝCH VÝUKOVÝCH METOD	35
3.1.1 Výuková metoda – frontální výuka	35
3.1.2 Výuková metoda názorně demonstrační – experiment	36
3.2 FRONTÁLNÍ VÝUKA – POZOROVÁNÍ PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ	37
3.3 ŠKOLNÍ EXPERIMENT – POZOROVÁNÍ PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ	39
4 VÝSTUPNÍ SROVNÁVACÍ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	42
4.1.1 Otázka č. 1 – výstupní dotazník	42
4.1.2 Otázka č. 2 – výstupní dotazník	43
4.1.3 Otázka č. 3 – výstupní dotazník	44
4.1.4 Otázka č. 4 – výstupní dotazník	44
4.1.5 Otázka č. 5 – výstupní dotazník	45
4.1.6 Otázka č. 6 – výstupní dotazník	46
4.1.7 Otázka č. 7 – výstupní dotazník	47
4.1.8 Otázka č. 8 – výstupní dotazník	48
4.1.9 Otázka č. 9 – výstupní dotazník	49
4.1.10 Otázka č. 10 – výstupní dotazník	50
4.1.11 Otázka č. 11 – výstupní dotazník	51
4.1.12 Otázka č. 12 – výstupní dotazník	52
4.1.13 Otázka č. 13 – výstupní dotazník	53

4.1.14	Otázka č. 14 – výstupní dotazník	53
4.1.15	Otázka č. 15 – výstupní dotazník	54
4.1.16	Otázka č. 16 – výstupní dotazník	55
4.1.17	Otázka č. 17 – výstupní dotazník	55
4.1.18	Otázka č. 18 – výstupní dotazník	59
4.2	VYHODNOCENÍ VÝSTUPNÍHO DOTAZNÍKU	60
5	ZHODNOCENÍ VÝUKY ODLIŠNÝCH VÝUKOVÝCH METOD	63
	ZÁVĚR.....	65
	RESUMÉ	67
	SEZNAM LITERATURY	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ	69
	PŘÍLOHY	I

Úvod

Využití názorných ukázek, simulací, fyzikálních pokusů, laboratorních prací je nedílnou součástí dnešní výuky na základních školách.

Planetkové zákryty jsou velmi zajímavým tématem z oboru astronomie, který zaznamenal svůj výrazný pokrok v druhé polovině 20. století, nicméně i ve 21. století dochází k neustálému rozvoji, např. zpřesňováním předpovědí díky novým katalogům hvězd. Ve své bakalářské práci jsem se zabývala shrnutím a sepsáním metodického materiálu pro pozorování, který slouží široké veřejnosti jako návod pro pozorování planetkových zákrytů.

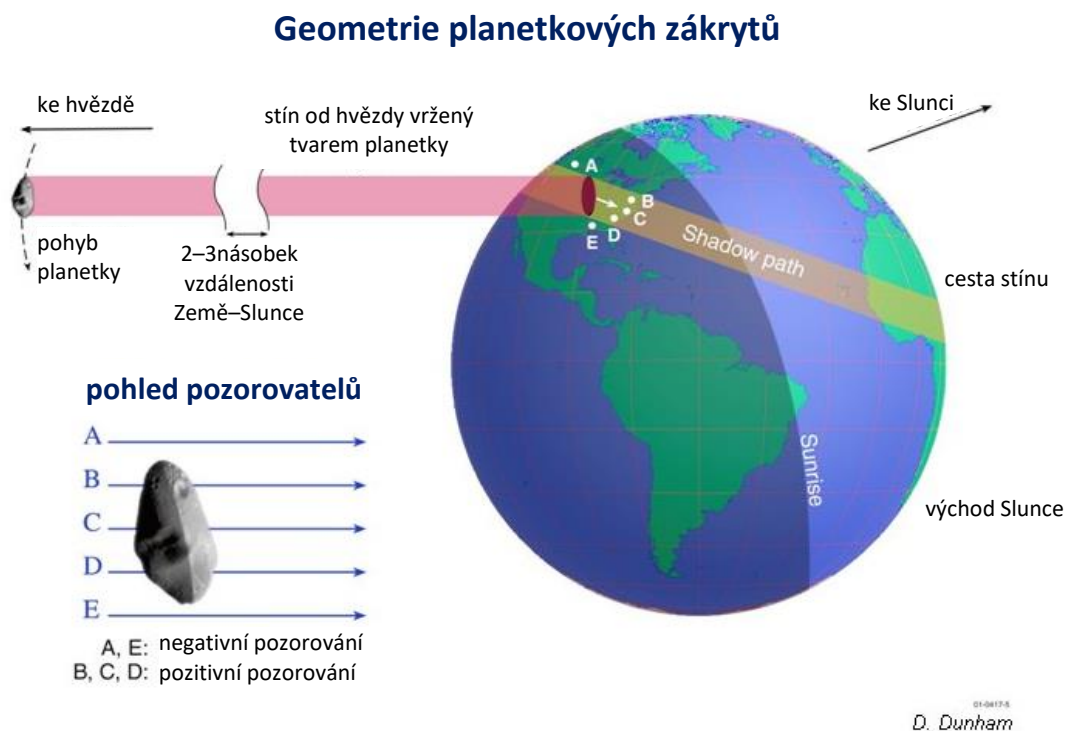
V úvodní části diplomové práce se budu zabývat praktickým využitím dat z planetkových zákrytů a jejich další aplikací, a tím navázat na svou bakalářskou práci, kde se v poslední kapitole okrajově zmiňuji o dalších možnostech aplikace výsledků pozorování, resp. toho tématu obecně.

Cílem diplomové práce je vytvoření simulace planetkového zákrytu v osmém ročníku na základní škole za pomoci školních pomůcek formou experimentální výuky a následné porovnání s výkladem stejného tématu pouze formou frontální výuky. Pro relevantnost výsledků bude žákům zadáno vstupní dotazníkové šetření (pretest), ve kterém obě třídy objektivně porovnam z hlediska fyzikálního a obecného povědomí. Na závěr experimentální výuky bude žákům rozdáno i výstupní dotazníkové šetření (posttest), které bude zaměřeno pouze na téma planetkových zákrytů, včetně zjištění zpětné vazby pro vyučujícího.

Každou otázku vstupního i výstupního dotazníkové šetření doplním komentářem, krátkým popisem a zhodnotím a porovnam výsledky v jednotlivých třídách. Pro vyhodnocení výsledků z obou dotazníků použiji testování statistických hypotéz. V poslední kapitole diplomové práce se zhodnotím efektivnost výuky za použití odlišných výukových metod z hlediska didaktického, organizačního i odborného.

1 VYUŽITÍ DAT Z PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ A JEJICH DALŠÍ APLIKACE

Planetky na svých trajektoriích protínají paprsky hvězd (obr. 1.1), které směřují k pozorovateli na Zemi, a tak dochází k jevu, který nazýváme zákryt hvězdy planetkou.

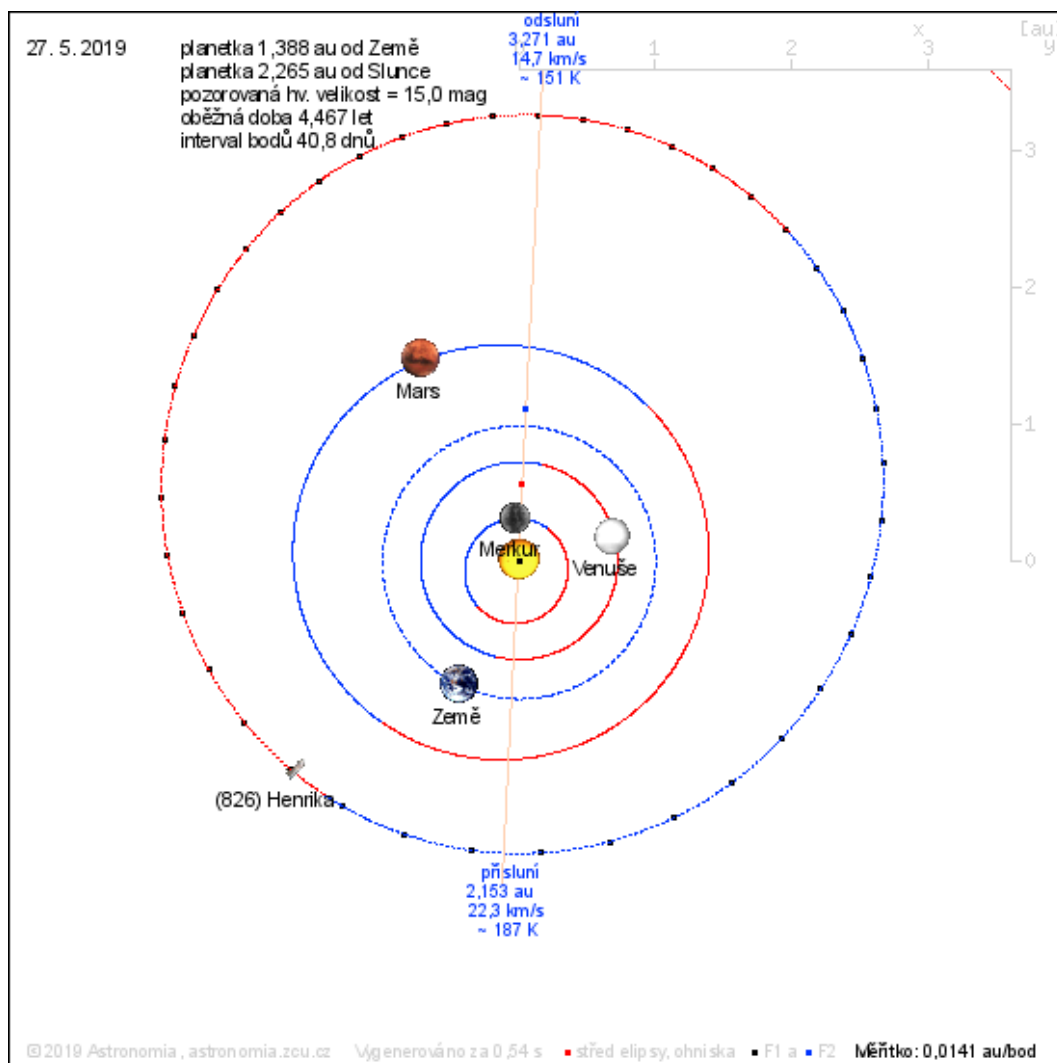


Obr. 1.1: Ilustrativní obrázek zákrytu hvězd planetkou [1]

V okamžiku samotného zákrytu pozorujeme zpravidla úplné či částečné zmizení zakrývané hvězdy. Bylo by sice možné pozorovat samotnou zakrývající planetku, nicméně její pozorovaná hvězdná velikost bývá obvykle nižší, než je pozorovaná hvězdná velikost zakrývané hvězdy. Např. 27. května 2019 došlo po půlnoci v západní Evropě na necelých 5 sekund k zákrytu hvězdy HIP 66216 s vizuální pozorovanou hvězdnou velikostí 7,0 mag planetkou (826) Henrika o průměru 22 km, která v době úkazu měla pozorovanou hvězdnou velikost 15,0 mag. Vzájemné postavení Země, Slunce, planetky (826) Henrika, případně zakrývané hvězdy (není na obrázku zakreslena) lze žákům demonstrovat na stránce astronomia.zcu.cz/planety/planetka-826 (obr. 1.2). Zakrývaná hvězda leží zhruba ve směru polopřímky, jejíž začátek je v místě, kde se nachází Země a prochází místem, kde je v daný okamžik zakrývající planetka.

Na stránce astronomia.zcu.cz/planety/planetky/1816-hledani-planetky je možné najít libovolnou planetku, která je očíslovaná, to znamená, že je u ní dostatečně dobře známá oběžná trajektorie. Po jejím nalezení lze pod obrázkem, kde je zaznamenána aktuální

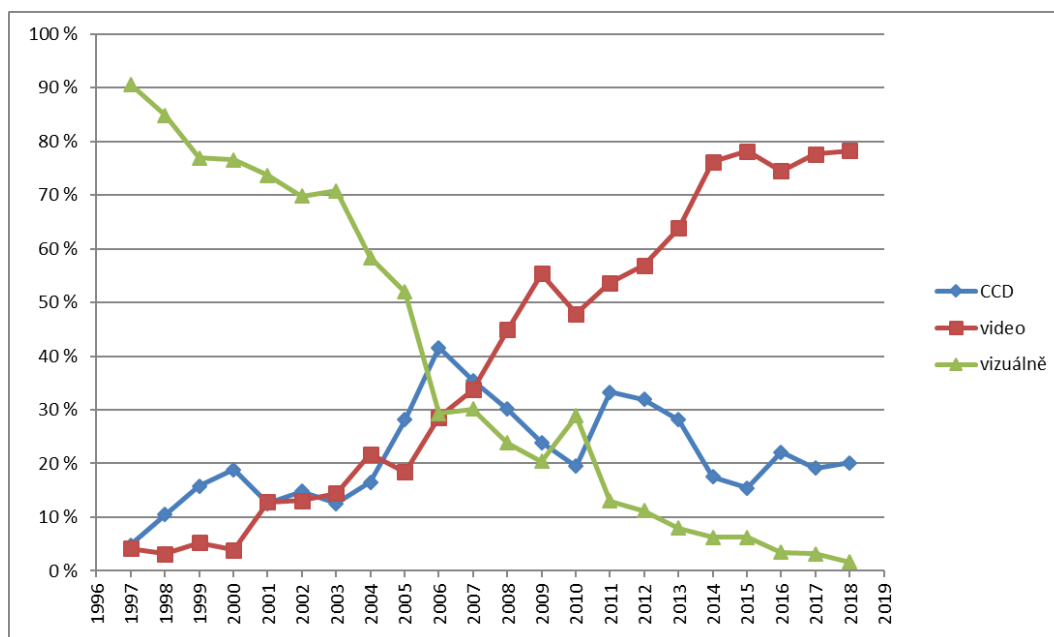
poloha planety ve sluneční soustavě, nastavit datum zákrytu a zjistit vzájemné postavení Země a planety v okamžiku zákrytu.



Obr. 1.2: Vzájemné postavení Země, Slunce a planety v den zákrytu [2]

Na pozorování hvězdy, která se nachází zhruba ve výšce Polárky nad obzorem (50°), s vizuální pozorovanou hvězdnou velikostí 7,0 mag nám při dostatečně temné obloze (limitní hvězdnou velikost neozbrojeného oka poblíž zenitu uvažují 4,0 mag) a rozumném zvětšení (předpokládám polovinu průměru objektivu v mm) postačuje dalekohled s objektivem o průměru 100 mm až 150 mm. Ten má mezní hvězdnou velikost v rozmezí 11,2 mag až 12,1 mag. Tyto hodnoty není možné na úrovni žáků základní školy dokazovat pomocí výpočtů, protože jsou založené na Pogsonově rovnici, která obsahuje logaritmickou funkci, jež se na většině základních škol v České republice neprobírá, proto se spokojíme s interaktivním výpočtem na adrese www.cruxis.com/scope/limitingmagnitude.htm. Pouhým porovnáním pozorované

hvězdné velikosti planetky (15,0 mag) a mezní hvězdné velikosti dalekohledu (12,1 mag) dospějeme k závěru, že samotná planetka nebude dalekohledem vizuálně pozorovatelná. Je nutné si alespoň uvědomit, že čím je objekt jasnější, tím je hodnota pozorované hvězdné velikosti menší, přičemž může u jasných objektů dosahovat záporných hodnot (čtyři hvězdy noční oblohy včetně nejjasnějšího Síria, pět planet sluneční soustavy, Měsíc a Slunce).



Obr. 1.3: Zastoupení metod při pozorování zákrytů vytvořené z dat na euraster.net [3]

Pro pozorování zákrytů hvězdy planetkou se používá dlouhodobě několik osvědčených technik. Jak ukazuje aktualizovaný graf z bakalářské práce na obr. 1.3, vizuálně se již planetkové zákryty prakticky nepozorují. V celkovém objemu více jak 1500 pozorování za rok 2018 představují pouhá dvě procenta, za posledních pět let je průměr pod pěti procenty a dlouhodobě používání této subjektivní metody klesá. Vizuální metoda (na obr. 1.3 zeleně pod názvem „vizuálně“) pozorování zákrytu hvězd planetkou je ovšem stále nejméně nákladnou technikou na vybavení, představuje ovšem zároveň nejméně přesnou metodu. Pozorovatel vizuálně za použití dalekohledu sleduje pokles jasnosti hvězdy v přibližném čase předpovědi zákrytu a zaznamenává jednotlivé okamžiky úkazu (zakrytí a znovu objevení hvězdy). Vizuální metoda se nehodí ani pro zákryty, u nichž je pokles hvězdné velikosti do 0,7 mag.

Posledních pět let se se zhruba tříčtvrtinovým zastoupením drží metoda, při které pozorovatel používá televizní kameru, která má dostatečně vysokou frekvenci

snímání, aby se přesnost odečítání okamžiků zakrytí a znovuobjevení hvězdy vešla do 0,2 s, případně byla ještě lepší. Zastoupení metody televizního pozorování planetkových zákrytů je na obr. 1.3 znázorněna červeně pod názvem „video“. Nevýhodou této metody je ale nízká citlivost snímání, pozorovatel proto může zaznamenávat zákryty spíše jasnějších hvězd planetkami.

Se zhruba pětinným podílem se na pozorování planetkových zákrytů podílí metoda, která využívá CCD kameru (na obr. 1.3 modře pod názvem „CCD“). CCD kamery jsou oproti televizním kamerám citlivější, metoda je považována za přesnější, ale zároveň jsou CCD kamery dražší, a proto pro amatérské pozorovatele méně dostupné. Tato metoda se hodí pro pozorování zákrytů hvězd s pozorovanou hvězdnou velikostí do velikosti +11 mag.

Zákryt hvězdy planetkou se odehrává na Zemi v pásu „stínu“ širokém pouze několik desítek až stovek kilometrů. Tato šíře souvisí s rozměry zakrývajících planetek, protože paprsky světla od hvězdy můžeme považovat při vzdálenostech zakrývaných hvězd stovky až tisíce světelných let za rovnoběžné. Proto na území České republiky zaznamenáváme jen několik předpověděných zákrytů hvězd planetkami za měsíc. V posledních letech bylo okolo 20 příznivých planetkových zákrytů za rok. Kvůli malým rozměrům planetek (jednotky, desítky, výjimečně až stovky kilometrů; největší planetka hlavní pásu Pallas má střední průměr 545 km) a rychlosti, jakou se na své trajektorii pohybují (jsou to jednotky kilometrů za sekundu až zhruba 20 kilometrů za sekundu), trvá zákryt řádově jen několik jednotek či maximálně desítek sekund.

Průměrná rychlost planetky na oběžné trajektorii je údaj, který si dokážou vypočítat žáci na základní škole, pokud jim prozradíme, jak vypočítat obvod kružnice, jestliže známe její poloměr ($o = 2 \pi r \sim 6,28 r$). Je ovšem nutné zanedbat výstřednost oběžné trajektorie planetky a pro jednoduchost uvažovat trajektorii za kruhovou. Planetek, které mají číselnou výstřednost trajektorie menší než 0,2, je zhruba 80 %. Toto zanedbání způsobí chybu v určení oběžné rychlosti v přísluní a odsluní do 20 %.

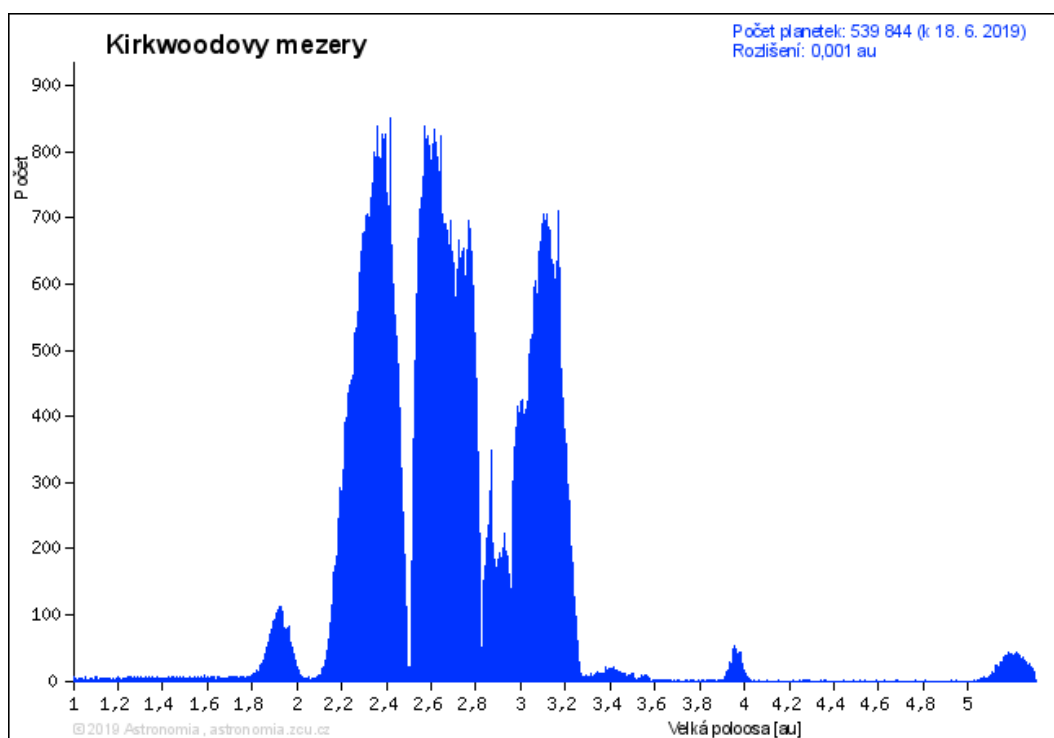
Hlavní pás planetek se ve sluneční soustavě rozprostírá ve vzdálenosti 2,1 au až 3,3 au. Tuto vzdálenost mohou žáci odečíst z grafu Kirkwoodových mezer, který je online dostupný na stránce astronomia.zcu.cz/planety/planetky/2381-analyza-parametru-planetek a pro ukázkou vygenerovaný na obr. 1.4. Jeho online získání je následující: Astronomia.zcu.cz – Planety – Planetky – Analýza parametrů planetek – u Hlavní poloosy

dráhy zvolit 10 au a posuvníky omezit na 1,0 au (vzdálenost Země od Slunce) a 5,2 au (vzdálenost Jupiteru od Slunce) – Export dat (rozbalit) – Speciální – Kirkwoodovy mezery (zaškrtnout) – Formát PNG (zvolit) – Zobrazit.

Oběžnou dobu planety mohou žáci zjistit několika způsoby:

- ti zkušenější znalí pojmu druhá odmocnina vypočítají pomocí třetího Keplerova zákona ($\frac{a^3}{T^2} = M_S$), přičemž hlavní poloosu a zadávají v au, hmotnost centrálního objektu M_S je v násobcích hmotnosti Slunce (zde = 1) a oběžná doba T pak vychází v rocích;
- učitel jim ji dopředu sdělí, přičemž si ji sám může vypočítat použitím výše uvedeného vztahu;
- najdou si ji vypočítanou u planety na obrázku polohy planety ve sluneční soustavě, přičemž si mohou vybrat libovolnou planetku, která se nachází ve srovnatelné vzdálenosti. Např. pro vzdálenost 2,1 au si posuvník hlavní poloosa dráhy nastaví na 2,0 au a 2,2 au – Export dat (rozbalit) – zůstane zhruba 10 tisíc planetek – zobrazí v tabulkovém procesoru – omezí filtrem sloupec „semi“ na hodnoty od 2,095 au až 2,105 au – zůstane méně než 100 planetek – zvolím (5751) Zao, kterou si vyhledám a nechám zobrazit podrobnosti pomocí stránky astronomia.zcu.cz/planety/planetky/1816-hledani-planetky, na obrázku polohy planety ve sluneční soustavě je mimo jiné napsána oběžná doba planetka, u planety (5751) Zao je 3,050 let. Stejným způsobem lze vyhledat i planetka pro vzdálenost okolo 3,3 au, např. (4177) Kohman, pro kterou je oběžná doba 5,998 let.

Pro vzdálenost 2,1 au je oběžná doba 3 roky, pro vzdálenost 3,3 au pak 6 let. Průměrná rychlost planetek je potom $21 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, resp. $16 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Lze srovnat s průměrnou oběžnou rychlostí Země okolo Slunce, která činí $30 \frac{\text{km}}{\text{s}}$, resp. průměrnou oběžnou rychlostí Měsíce okolo Země, která je $1 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.



Obr. 1.4: Rozložení planetek v hlavním pásu [4]

Ze zákrytu jsme schopni získat velmi podrobné informace o velikosti a tvaru povrchu planetky. Náročnost na vybavení není vysoká, z důvodu mobility nelze ale obvykle použít klasické pozemní dalekohledy. Proto je pozorování planetkových zákrytů atraktivní zejména pro amatérské pozorovatele, kteří jsou ochotni a schopni za úkazem vycestovat.

Aby se podařilo co nejpřesněji vyhodnotit tvar planetky, potřebujeme pořídit velké množství pozitivních pozorování – tětív. Cenná jsou ale i negativní pozorování (negativní ve smyslu, že se sice hvězda některým pozorovatelům skryla, některým ovšem zůstala svítit bez výrazné změny jasnosti – k zákrytu na daném pozorovacím místě nedošlo, na obr. 1.1 je znázorněno písmeny A nebo E).

Jedno z úspěšných pozorování zákrytů hvězdy planetkou v roce 2018, při kterém se zapojila významná část českých pozorovatelů, protože úkaz protínal prakticky celou Českou a Slovenskou republiku (obr. 1.7), nastalo v ranních hodinách 18. listopadu 2018 (obr. 1.5), kdy planetka (38) Leda s pozorovanou hvězdnou velikostí 11,5 mag zakryla na více než 13 sekund hvězdu TYC 2373-01454-1 s pozorovanou hvězdnou velikostí 10,7 mag. Pokles jasnosti byl tedy jen 1,2 mag. Pozorování bylo u všech pozorovatelů provedeno i z důvodu malého poklesu jasnosti hvězdy objektivními metodami – televizní kamerou (VID, 15×) nebo CCD kamerou (CCD, 7×). Následným zpracováním jednotlivých

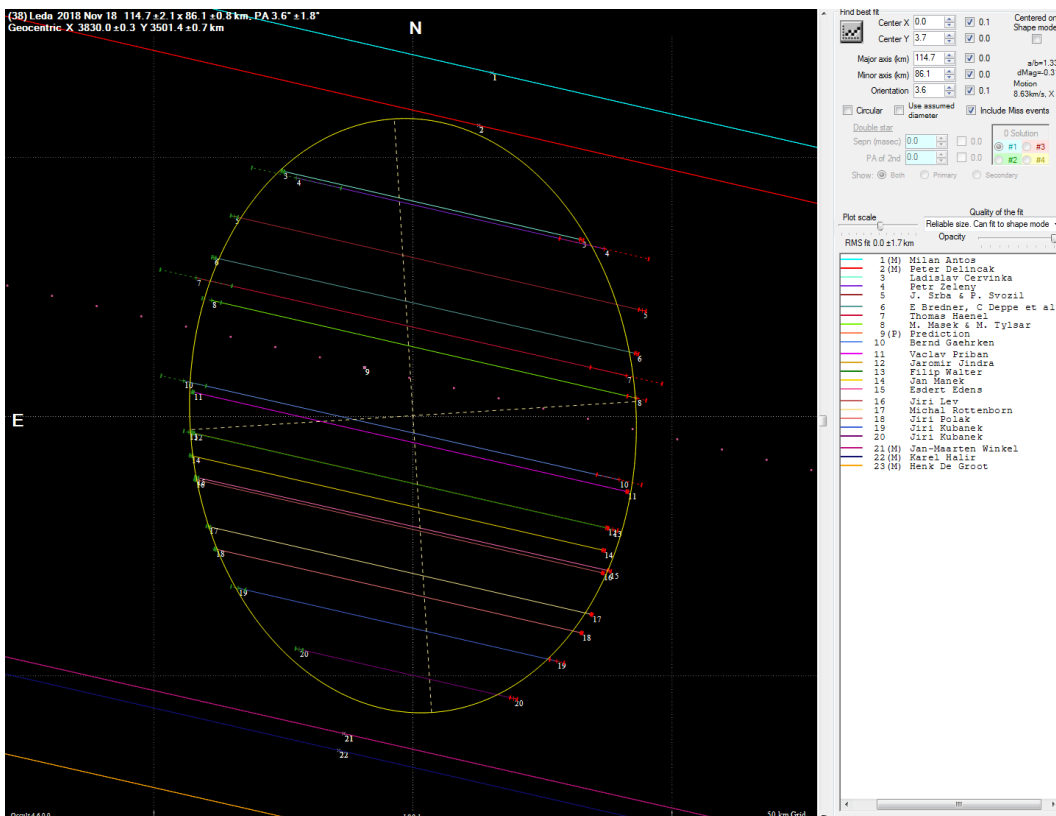
pozorování se došlo k závěru, že planetka má rozměry 115 km × 86 km s chybou do 2 % (obr. 1.6).

2018/11/18 | 38 | Leda | TYC 2373-01454-1

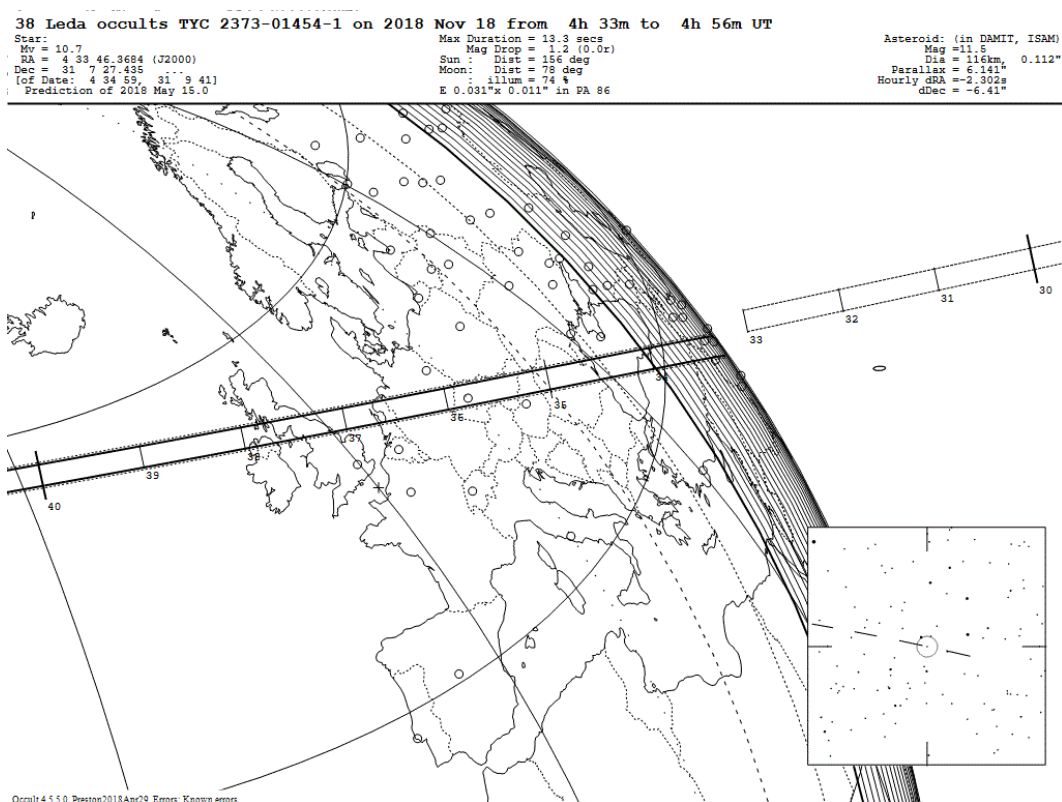
asteroid measurement: 114.7 km +/- 2.1 x 86.1 km +/- 0.8, PA 3.6 deg +/- 1.8

Observer	Time	Instrument	Filter	RA	Dec	Mag	PA	Other
P+	prediction							
O+	Esdert Edens	M235	VID	15 00 00	N 50 06 18	0	WS	;
O+	9.20 04:36:32.20 0.04	GPS++						
O-	Henk De Groot	M356	VID	05 47 57.3	N 51 49 46.4	7	WS	;
O-	Jan-Maarten Winkel	M310	VID	06 15 36.9	N 51 54 13.6	66	WS	;
O+	Bernd Gahrken	M80	VID	07 09 41	N 52 18 07	125	WS	;
O+	9.72 04:36:21.99 0.5	GPS						
O+	Thomas Haenel	L50	CCD	08 02 07.0	N 52 16 55.5	119	WS	;
O+	9.60 04:36:18.75 0.8	NTP						
O+	E. Bredner et al	M600	VID	08 19 24.2	N 52 15 09.7	226	WS	;
O+	9.44 04:36:17.30 0.04	GPS++						
Observation with C. Deppe/M. Steinbeisser. ;								
O+	Jiri Polak	M200	VID	13 29 56.3	N 50 08 21.0	423	WS	;
O+	8.20 04:35:43.36 0.02	GPS++						
O-	Karel Halir	M507	VID	13 36 09.3	N 49 45 06.3	403	WS	;
O+	Jiri Kubanek	M150	VID	13 52 49.9	N 49 56 54.8	462	WS	;
O+	7.13 04:35:41.10 0.16	GPS++						
O+	Jiri Kubanek	M203	VID	13 53 04.8	N 49 51 02.6	377	WS	;
O+	4.80 04:35:41.15 0.08	GPS++						
Automatic observation. ;								
O+	Jiri Lev	M500	VID	13 53 47.6	N 50 08 47.2	488	WS	;
O+	9.12 04:35:41.88 0.02	GPS++						
O+	Michal Rottenborn	M303	VID	14 06 48.5	N 49 59 13.8	369	WS	;
O+	8.58 04:35:40.07 0.02	GPS++						
O+	Filip Walter	M350	CCD	14 23 51.7	N 50 04 52.8	330	WS	;
O+	9.49 04:35:39.74 0.11	NTP						
O+	Vaclav Priban	M300	VID	14 28 35.8	N 50 08 27.0	325	WS	;
O+	9.72 04:35:39.77 0.02	RAD++						
O+	Jan Manek	M205	CCD	14 46 51.7	N 49 54 33.2	530	WS	;
O+	9.24 04:35:37.32 0.03	NTP						
O+	Jaromir Jindra	M203	VID	15 04 48.8	N 49 51 35.5	484	WS	;
O+	9.28 04:35:36.02 0.03	GPS++						
O+	Ladislav Cervinka	M200	VID	15 07 13	N 50 26 00	240	WS	;
O+	6.69 04:35:41.93 0.04	GPS++						
O-	Milan Antos	M254	CCD	15 10 27.5	N 50 43 08.9	550	WS	;
O+	M. Masek/M. Tylsar	M200	CCD	17 05 53.6	N 49 28 08.8	235	WS	;
O+	9.53 04:35:26.86 0.21	NTP						
O+	Petr Zeleny	M254	VID	17 58 24.5	N 49 27 47.9	338	WS	;
O+	6.9 04:35:25.6 1	NTP						
O+	J. Srba/P. Svovizil	M300	CCD	17 59 46.5	N 49 20 39.1	390	WS	;
O+	9.15 04:35:23.56 0.08	NTP						
O-	Peter Delinac	M400	CCD	18 42 09.5	N 49 24 15.2	680	WS	;

Obr. 1.5: Ukázka úkazu s velkým počet pozitivních pozorování, označené „O+“ [5]

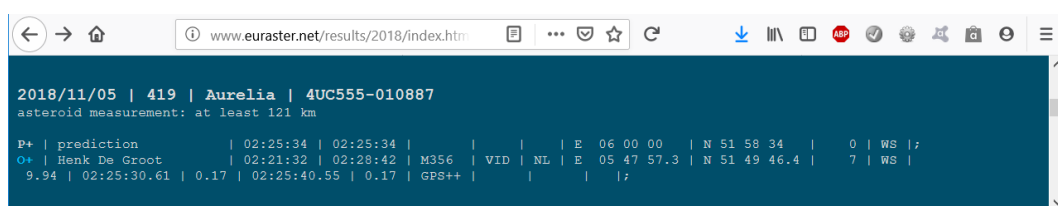


Obr. 1.6: Ukázka vyhodnoceného tvaru planetky z pozitivních i negativních pozorování [5]



Obr. 1.7: Průběh listopadového zákrytu planety Leda napříč Evropou [6]

Při jednom pozitivním úkazu (známe pouze jednu tětivu) nejsme schopni určit, jakou část planety jsme pozorovali. Jednou naměřenou hodnotou (tětívou) můžeme vyhodnotit pouze minimální velikost planety. Takových úkazů bylo v roce 2018 dle stránky www.euraster.net/results/2018/index.html celkem 96. Zatímco úkazů, při kterých byla zaznamenána více než jedna tětiva, bylo za rok 2018 jen 65.



Obr. 1.8: Ukázka úkazu s jedním pozitivním pozorování [5]

Časově pozorování planetkových zákrytů není příliš náročné. Dnes známe několik stovek tisíc očíslovaných planetek. Při pozorování je také důležité se zaměřit nejenom na samotnou planetku, ale jedním z vedlejších efektů může být objev nebo potvrzení měsíce planety. Nejsnazší je určení času zmizení hvězdy pro planetku s nízkým albedem, zde je totiž zmizení hvězdy téměř úplné a při samotném zákrytu nás v určení časů neruší samotná planetka. [7]

2 PROVĚŘOVÁNÍ A KOMPARACE VĚDOMOSTÍ ŽÁKŮ VE VÝUCE FYZIKY

Pro komparaci tříd jsem použila formu dotazníkového šetření. Cílovou skupinou byli žáci dvou tříd 8. ročníku jedné základní školy. Dotazníkové šetření bylo zadáno v dubnu 2019.

Abych mohla porovnávat mezi sebou třídy (experimentální a kontrolní skupina), ve kterých budou aplikovány odlišné organizační formy výuky, vytvořila jsem i vstupní dotazníkové šetření ve formě pretestu. Ten zjišťuje vstupní vlastnosti (závisle proměnné) testovaných subjektů (žáci) před zavedením experimentální změny (nezávisle proměnná). Pretest obsahuje dvacet otázek různých typů. Prvních patnáct otázek je uzavřených, kde je pouze jedna odpověď správná, přičemž některé z odpovědí zahrnují správnost předešlých odpovědí. Další dvě otázky jsou otevřené, kde je správným výsledkem obrázek, náčrtek situace. Poslední tři úlohy jsou otevřené slovní úlohy. Vždy známe dvě veličiny a třetí veličina se dopočítává, není proto potřeba dílčích mezikroků.

Typy úloh jsem volila tak, aby odpovídaly probrané látce v 6. – 8. ročnících dle ŠVP dané základní školy.

2.1 SLOŽENÍ POROVNÁVANÝCH TŘÍD

8.A		8.B	
počet dívek ve třídě	7	počet dívek ve třídě	7
počet chlapců ve třídě	13	počet chlapců ve třídě	13
celkový průměr třídy z fyziky	3,1	celkový průměr třídy z fyziky	3,3
celkový průměr třídy ze všech předmětů	2,74	celkový průměr třídy ze všech předmětů	2,75

Tabulka 2.1: Složení porovnávaných tříd ve vstupním dotazníkovém šetření

Pomocí Excelu zjistím základní statistické charakteristiky (počet žáků n , průměrná hodnota m , rozptyl σ^2) obou souborů dat s průměrnými známkami jednotlivých žáků a následně provedu testování statistické hypotézy na hladině významnosti 0,025.

$$n_{8.A-F} = 19 \quad m_{8.A-F} = 3,1 \quad \sigma_{8.A-F}^2 = 0,98$$

$$n_{8.B-F} = 19 \quad m_{8.B-F} = 3,3 \quad \sigma_{8.B-F}^2 = 0,99$$

Nejdříve provedu test homogenity rozptylů dvou nezávislých výběrů (F-test), abych zjistila významnost rozdílu rozptylů obou testovaných skupin. S použitím výše vypočítaných základních statistických charakteristik určím hodnotu testovacího kritéria

$$F = \frac{n_{8,A-F}(n_{8,B-F}-1)\sigma_{8,A-F}^2}{n_{8,B-F}(n_{8,A-F}-1)\sigma_{8,B-F}^2} = \frac{19 \cdot (19-1) \cdot 0,98}{19 \cdot (19-1) \cdot 0,99} = 0,99. \text{ Kritická hodnota vypočítaná pomocí funkce}$$

Excelu FINV je $F_{\text{krit}} = F_{0,025}(18, 18) = \text{FINV}(0,025; 18; 18) = 2,60$. Testovací kritérium F nepřekročilo kritickou hodnotu F_{krit} , tudíž přijmeme nulovou hypotézu $\sigma_{8,A-F}^2 = \sigma_{8,B-F}^2$, to znamená, že mezi rozptyly obou souborů dat není statisticky významný rozdíl.

Dále provedu pomocí dvou výběrového t-testu s rovností rozptylů zjištění, zda jsou statisticky významné rozdíly ve fyzikálních vědomostech testovaných žáků v obou třídách.

$$\text{Určím hodnotu testovacího kritéria } T = \frac{m_{8,A-F} - m_{8,B-F}}{\sqrt{n_{8,A-F}\sigma_{8,A-F}^2 + n_{8,B-F}\sigma_{8,B-F}^2}} \sqrt{\frac{n_{8,A-F}n_{8,B-F}(n_{8,A-F} + n_{8,B-F} - 2)}{n_{8,A-F} + n_{8,B-F}}} =$$

$-0,658$. Kritická hodnota vypočítaná pomocí funkce Excelu TINV je $T_{\text{krit}} = T_{0,025}(19 + 19 - 2) = \text{TINV}(0,025; 36) = 2,34$. Testovací kritérium T nepřekročilo v absolutní hodnotě kritickou hodnotu T_{krit} , proto přijmeme nulovou hypotézu: $m_{8,A-F} = m_{8,B-F}$, to znamená, že průměrné známky z fyziky obou tříd nevykazují statisticky významnou odchylku.

Stejným způsobem porovnám prospěch obou tříd i u ostatních předmětů. Základní statistické charakteristiky souborů dat jsou

$$\begin{array}{lll} n_{8,A-\text{vše}} = 247 & m_{8,A-\text{vše}} = 2,74 & \sigma_{8,A-\text{vše}}^2 = 1,47 \\ n_{8,B-\text{vše}} = 247 & m_{8,B-\text{vše}} = 2,75 & \sigma_{8,B-\text{vše}}^2 = 1,39 \end{array}$$

Provedu F-test, abych zjistila významnost rozdílu obou rozptylů. Určím hodnotu testovacího kritéria $F = 1,05$. Kritická hodnota je $F_{\text{krit}} = F_{0,025}(246, 246) = \text{FINV}(0,025; 246; 246) = 1,28$. Testovací kritérium F nepřekročilo kritickou hodnotu F_{krit} , tudíž přijmeme nulovou hypotézu $\sigma_{8,A-\text{vše}}^2 = \sigma_{8,B-\text{vše}}^2$, to znamená, že mezi rozptyly obou souborů dat není statisticky významný rozdíl.

Dále provedu pomocí dvou výběrových t-testů s rovností rozptylů zjištění, zda jsou statisticky významné rozdíly ve vědomostech testovaných žáků v obou třídách z ostatních předmětů.

Opět určím hodnotu testovacího kritéria $T = -0,14$. Kritická hodnota je $T_{\text{krit}} = T_{0,025}(247 + 247 - 2) = \text{TINV}(0,025; 492) = 2,25$. Testovací kritérium T nepřekročilo v absolutní hodnotě kritickou hodnotu T_{krit} , proto přijmeme nulovou hypotézu: $m_{8.A-vše} = m_{8.B-vše}$, to znamená, že průměrné známky z ostatních předmětů obou tříd nevykazují statisticky významnou odchylku.

Dle výše uvedených analýz lze konstatovat, že jsou obě třídy nejenom genderově vyvážené, ale i co se týká prospěchu, tak jsou třídy srovnatelné. [8]

2.2 VSTUPNÍ SROVNÁVACÍ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Dotazník obsahuje několik forem odpovědí. Jsou to otázky otevřené – zde je potřeba stručně odpovídat vlastními slovy nebo otázky uzavřené s výběrem odpovědí – zde si žák vybírá z jedné (pokud není uvedeno jinak) odpovědi.

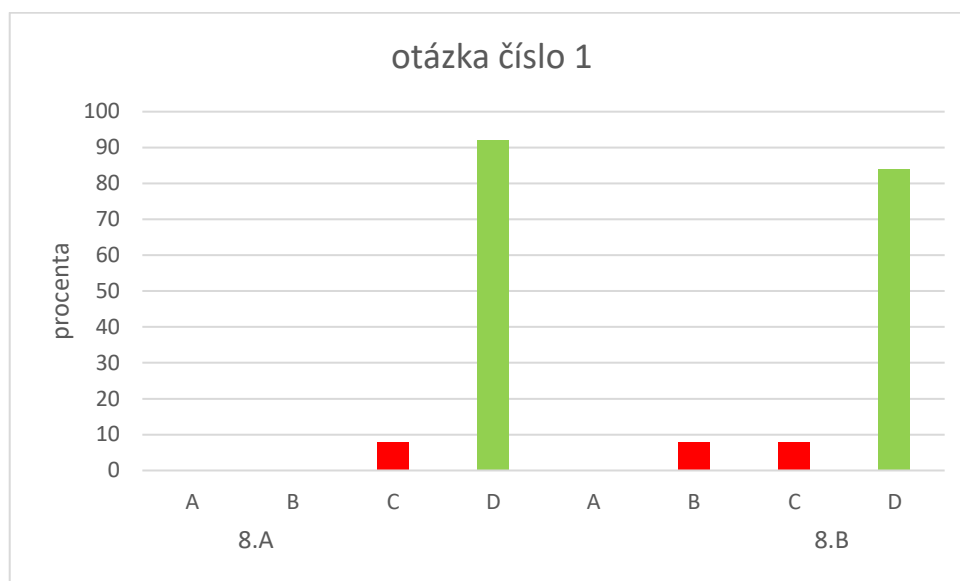
Na následujících grafech zhodnotím úspěšnost vstupního dotazníkového šetření a poté porovnam obě skupiny mezi sebou. Pro přehlednost jsem volila procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí, barevně jsou znázorněny správné (zeleně) i chybné (červeně) odpovědi. V každém grafu jsou pro snazší porovnání výsledky obou tříd.

2.2.1 OTÁZKA Č. 1 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

1. Vyber správné tvrzení.
 - a. Čas je fyzikální veličina soustavy SI, má značku s se základní jednotkou sekunda značky t .
 - b. Čas není fyzikální veličina soustavy SI, má značku s se základní jednotkou sekunda značky t .
 - c. Čas není fyzikální veličina soustavy SI, má značku t se základní jednotkou sekunda značky s .
 - d. Čas je fyzikální veličina soustavy SI, má značku t se základní jednotkou sekunda značky s .

Otázku týkající se fyzikálních veličin a základních jednotek Mezinárodního systému jednotek (soustava SI) jsem do vstupního dotazníkového šetření zahrnula z důvodu zjištění obecné znalosti značek a jednotek základních fyzikálních veličin. V této otázce jsem se zaměřila na jednu konkrétní fyzikální veličinu – čas, který je v astronomii velmi často pro různé účely používán, krom toho je nezbytný u tématu mé diplomové práce, u zákrytů hvězd planetkami. Z následujícího grafu (graf 2.1) je zřejmé, že tato

otázka nečinila žákům obtíže ani v jedné zkoumané třídě (úspěšnost správných odpovědí se pohybuje v intervalu 80–90 %).

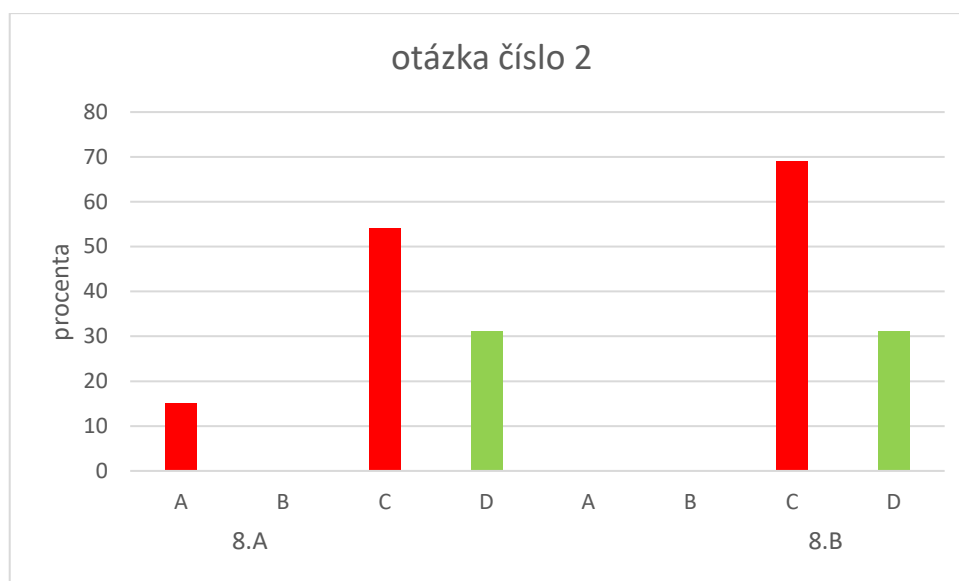


Graf 2.1: Grafické znázornění odpovědí otázky 1 vstupního dotazníkového šetření

2.2.2 OTÁZKA Č. 2 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

2. Mezi základní jednotky soustavy SI nepatří.
 - a. kilogram
 - b. metr
 - c. kandela
 - d. volt

Otázka číslo 2 je založena na podobném principu jako otázka číslo 1, tj. znalost základních jednotek soustavy SI. Tato otázka byla pro žáky obtížná (úspěšnost správných odpovědí je okolo 30 %), což ilustrují výsledky na následujícím grafu (graf 2.2). Při zadávání dotazníku ve třídě jsme se setkala s negativní reakcí od žáků na tuto otázku, protože žáci neznají jednotku kandela, která je sice základní jednotkou SI, ale není probírána na základní škole.



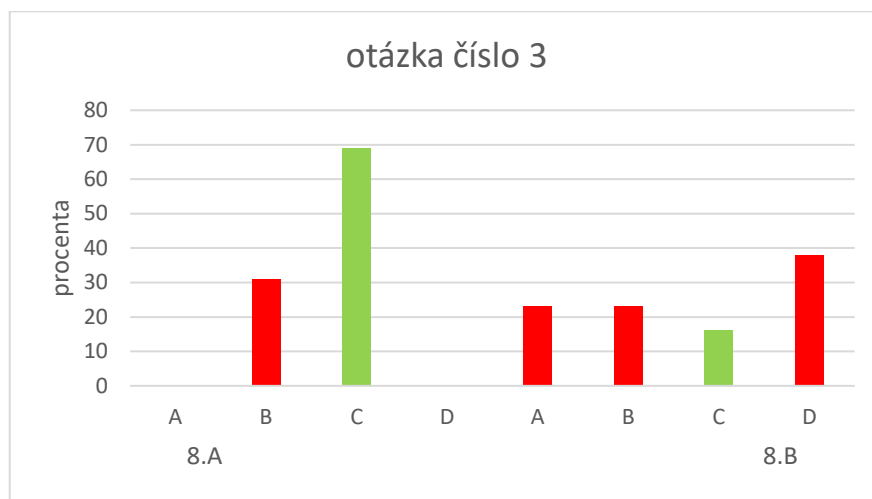
Graf 2.2: Grafické znázornění odpovědí otázky 2 vstupního dotazníkového šetření

2.2.3 OTÁZKA Č. 3 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

3. Definice světelného roku zní:
 - a. Čas, za který světlo urazí jeden kilometr.
 - b. Doba, kdy světlo doletí ze Slunce na Zemi.
 - c. **Vzdálenost, kterou světlo urazí za jeden rok.**
 - d. Ani jedna odpověď není správně.

Definici světelného roku jsem do dotazníku zahrнула, abych zjistila základní představivost žáků o vzdálenostech ve vesmíru. Tato jednotka je i součástí tematického celku fyzikální veličiny – délka v 6. ročníku základní školy (dle ŠVP dané základní školy). Některé žáky, zejména v 8.B, zmátl pojem rok, který se objevuje v definici jednotky určené pro měření vzdálenosti. V případě 8.A je úspěšnost správných odpovědí 70 %, v případě 8.B je to jen 15 % (graf 2.3). Jsem si vědoma skutečnosti, že ani odpověď c) není zcela správně, protože fyzikálně úplné znění definice světelného roku je „vzdálenost, kterou světlo urazí ve vakuu za jeden juliánský rok“, nicméně definice uvedená v odpovědi dotazníku je akceptovatelná pro žáky na základní škole. Byla by samozřejmě pouze spekulace, zda toto nemohlo být důvodem pro odpovědi v 8.B, kde více jak třetina žáků uvedlo odpověď, že ani jedna odpověď není správně. Dokonce ani součet odpovědí c) a d) ve třídě 8.B nedává dohromady 70 %. Bylo by vhodné i pro žáky uvést, že světelný rok nepatří mezi jednotky soustavy SI, byla v roce 1984 definována Mezinárodní astronomickou unií (IAU) v publikaci Systém astronomických konstant, kde je i tak uvedena mimo formální systém jednotek IAU. V odborné literatuře se doporučuje používat parsek, světelný rok se používá

v popularizující literatuře a v tisku. Přestože je 1 světelný rok menší než 1 parsek (1 pc = 3,262 světelného roku), i tak se jedná nejenom pro žáky o složité představitelnou vzdálenost rovnající se $9,5 \cdot 10^{15}$ m nebo přes 63 tisíc vzdáleností mezi Zemí a Sluncem.

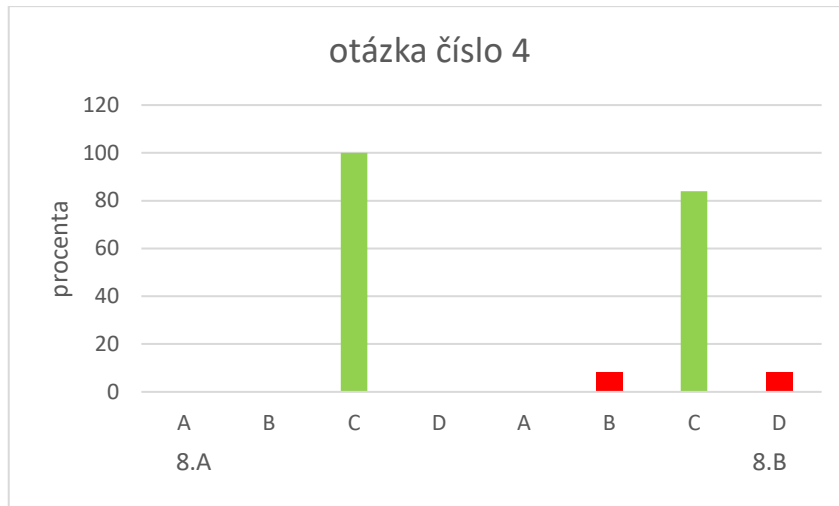


Graf 2.3: Grafické znázornění odpovědí otázky 3 vstupního dotazníkového šetření

2.2.4 OTÁZKA Č. 4 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

4. Co se stane, pokud vložíme železný předmět do magnetického pole?
 - a. Stane se trvalým magnetem.
 - b. Nic se nestane.
 - c. **Železný předmět se stane dočasným magnetem, po vyjmutí z magnetického pole účinky pominou.**
 - d. Nestane se trvalým magnetem.

Magnetické vlastnosti látek jsou náplní učiva v 1. pololetí 6. ročníku (dle ŠVP dané základní školy). Pro žáky jsou magnetické vlastnosti látek relativně snadno představitelné. Odpovídá tomu i následující graf (graf 2.4). Úspěšnost odpovědí v 8.A je 100 %, v případě 8.B přes 80 %.

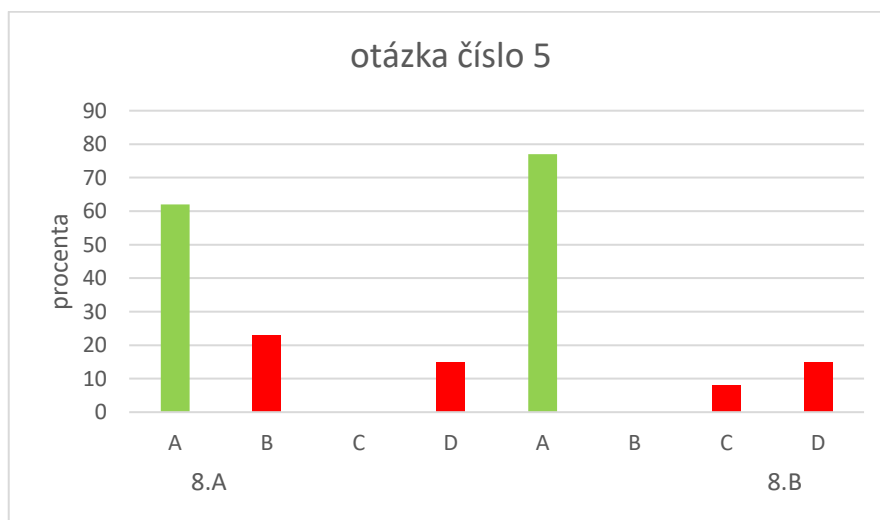


Graf 2.4: Grafické znázornění odpovědí otázky 4 vstupního dotazníkového šetření

2.2.5 OTÁZKA Č. 5 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

5. Při rovnováze na páce se využívá momentu sil, jak zní zákon páky?
- Aby byla páka v rovnováze, musí se levotočivý moment otáčení rovnat hodnotě momentu pravotočivého.
 - Aby byla páka v rovnováze, nesmí se levotočivý moment otáčení rovnat hodnotě momentu pravotočivého.
 - Rovnováha na páce nemůže nastat.
 - Pravdivé jsou odpovědi b, c.

Pro žáky je obecně složité si po určitém časovém úseku vzpomenout na znění fyzikálních zákonů, proto jim vyhovovala nabídka odpovědí. Některé možná (v obou třídách kolem 15 % žáků) zmátla odpověď d), která odkazuje na více správných odpovědí. Úspěšnost správných odpovědí v této úloze činila v případě 8.A přes 60 % a v 8.B téměř 80 %.

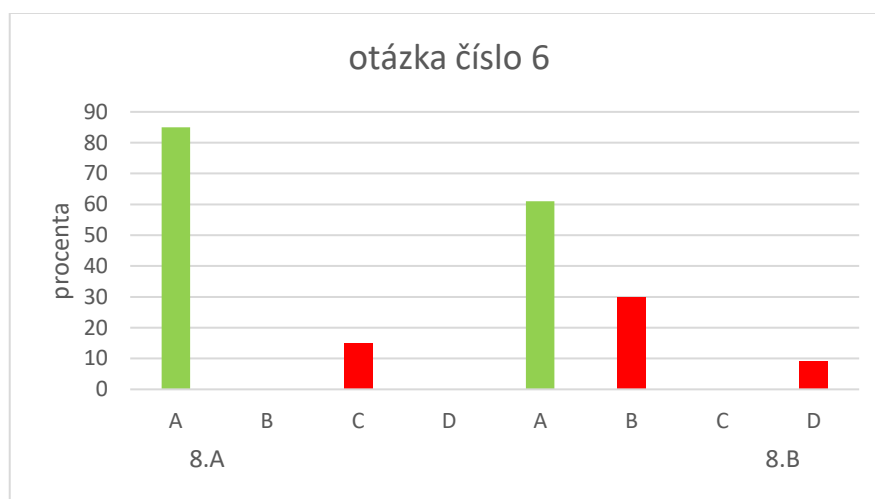


Graf 2.5: Grafické znázornění odpovědí otázky 5 vstupního dotazníkového šetření

2.2.6 OTÁZKA Č. 6 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

6. Komár nebo bruslařka se umí pohybovat po vodní hladině, čím je to způsobeno?
- Velkým povrchovým napětím vody.
 - Malým povrchovým napětím vody.
 - Velkým povrchovým proudem vody.
 - Protože oba zástupci hmyzu mají 3 páry končetin.

Do testu jsem zapojila i otázky z fyzikální a biologické praxe. Otázka, proč někteří zástupci hmyzu mohou prakticky chodit po vodě, nečinila žákům větší obtíže. Dle mého názoru jim pomohl výběr odpovědí z nabídky. V 8.A správně odpovědělo přes 80 % žáků, ve vedlejší třídě zvolilo správnou odpověď 60 % žáků (graf 2.6). Téma týkající se vlastností kapalin se dle ŠVP probírá v 6. ročníku u vlastností jednotlivých skupenství a dále pak, hlouběji, v 7. ročníku v tématu mechanika kapalin.



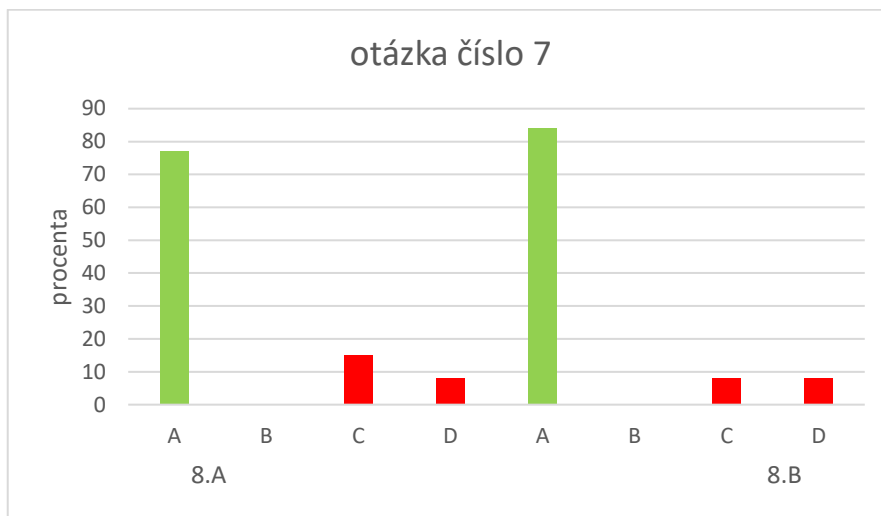
Graf 2.6: Grafické znázornění odpovědí otázky 6 vstupního dotazníkového šetření

2.2.7 OTÁZKA Č. 7 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

7. Proč kapři v zamrzlém rybníku nezmrznou?
- Je to způsobeno teplotní anomálií vody, to znamená, že voda má při 4 °C nejvyšší hustotu, a tudíž klesá ke dnu, kde se v zimě kapři pohybují.
 - Protože se hustota kapaliny při zvýšení teploty zvětšuje.
 - Protože má voda velké povrchové napětí, a tudíž mrzne jen na povrchu.
 - Ani jedna odpověď není správně.

Praktická otázka číslo 7 se týká zajímavé vlastnosti vody, která souvisí s objemovou roztažností vody – zkráceně anomálie vody. Látka je probírána dle ŠVP dané školy v první polovině 8. ročníku v tematickém celku zabývající se změnou skupenství látek. Na otázku

odpověděli úspěšněji žáci 8.B, kde správně vybralo správnou odpověď přes 80 % žáků, zatímco žáci třídy 8.A odpověděli správně z necelých 80 % (graf 2.7).



Graf 2.7: Grafické znázornění odpovědí otázky 7 vstupního dotazníkového šetření

2.2.8 OTÁZKA Č. 8 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

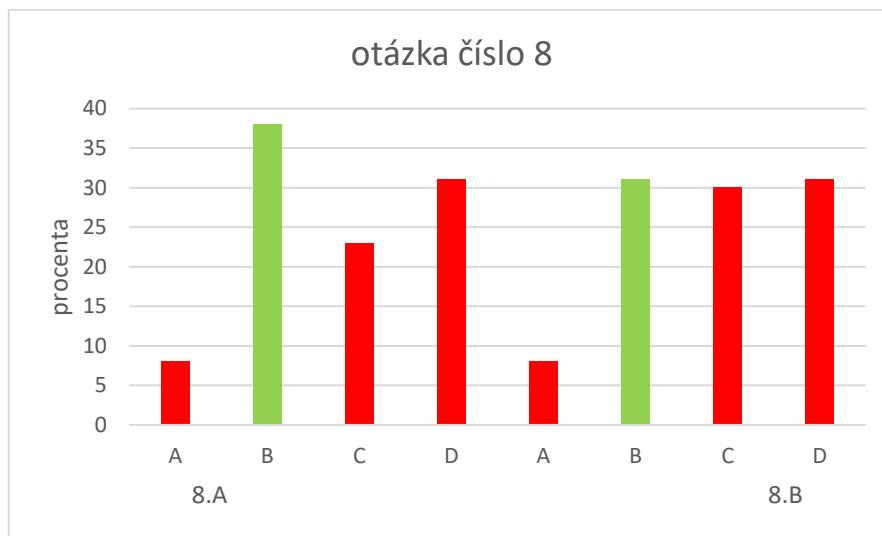
8. Archimédův zákon zní:

- Vztlaková síla je rovna hustotě tělesa a objemu kapaliny.
- Vztlaková síla působící na těleso v kapalině je rovna tíhové síle, která by působila na kapalinu s objemem ponořené části tělesa.
- $F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$
- Jsou správně odpovědi b, a.

Archimédův zákon je učivo, které se probírá v tematickém celku mechanika kapalin v 7. ročníku základní školy (dle daného ŠVP). Archimédův zákon ve svém textovém znění „*Těleso ponořené do tekutiny, která je v klidu, je nadlehčováno silou rovnající se tíze tekutiny stejného objemu, jako je ponořená část tělesa.*“ je obecně složité učivo na pochopení a představivost. Domnívám se, že podobně složitý na představivost je i planetkový zákryt, proto jsem otázku týkající se Archimédova zákona zahrнула do vstupního dotazníkového šetření.

Je zřejmé, že žáky mohla zmást odpověď c), která sice obsahuje správný vzorec na výpočet velikosti hydrostatické vztlakové síly, ale není textovým zněním Archimédova zákona. Tuto odpověď přesto volila zhruba čtvrtina žáků. U třetiny žáků se objevuje i odpověď d), zde ovšem není správně text u odpovědi a), kde chybí tíhové zrychlení, resp. na základní škole se g považuje za gravitační konstantu o velikosti $10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$. S ohledem na

výše uvedené jsem se rozhodla, že výsledky této otázky nezahrnu do statistického hodnocení.

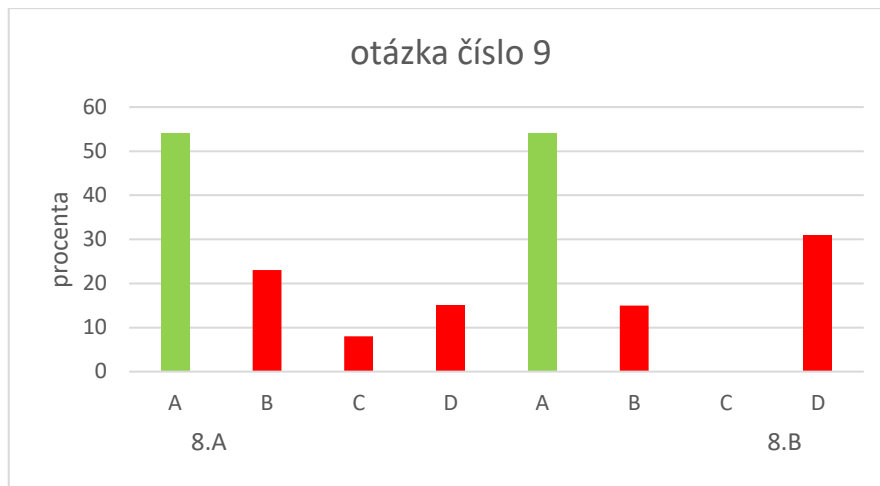


Graf 2.8: Grafické znázornění odpovědí otázky 8 vstupního dotazníkového šetření

2.2.9 OTÁZKA Č. 9 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

9. Plaval by na hladině rtuti železný váleček?
 - a. **Ano plaval, rtuť má větší hustotu než železo.**
 - b. Ne neplaval, rtuť nemá větší hustotu než železo.
 - c. Hustoty jsou totožné, těleso by se tedy vznášelo.
 - d. Na základě hustot nelze určit, jak by se železný váleček choval.

Otázka 9 může být také složitější na představivost. Žáci nicméně ve více jak 50 % případů zvolili správný postup, tzn. porovnání hustot obou látek. Správně tedy vyhodnotili, že hustota rtuti ($13\,534 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$) je vyšší než hustota železa ($7\,860 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$), a proto by železný váleček plaval na hladině rtuti. Tematický celek pohyb těles v kapalině navazuje na Archimédův zákon v 7. ročníku základní školy.

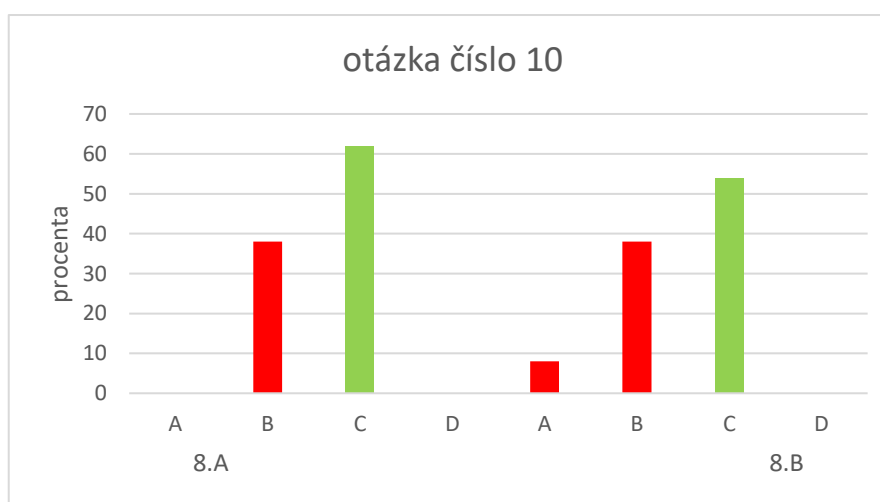


Graf 2.9: Grafické znázornění odpovědí otázky 9 vstupního dotazníkového šetření

2.2.10 OTÁZKA Č. 10 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

10. Jaké jsou vrstvy atmosféry (od nejbližší po nejvzdálenější zemskému povrchu)?
- troposféra, mezosféra, stratosféra, termosféra, exosféra
 - troposféra, mezosféra, termosféra, stratosféra, exosféra
 - troposféra, stratosféra, mezosféra, termosféra, exosféra**
 - stratosféra neexistuje

Vrstvy atmosféry jsou součástí tématu meteorologie, která se dle ŠVP a tematického plánu základní školy probírá v březnu v 8. ročníku, proto jsem ho zahrнула i do vstupního dotazníkového šetření. Je to oblast, která nepřímo souvisí i s pozorováním planetkových zákrytů. V případě 8.A odpovědělo správně přes 60 % žáků, v případě vedlejší třídy 8.B odpovědělo správně před 50 % žáků.

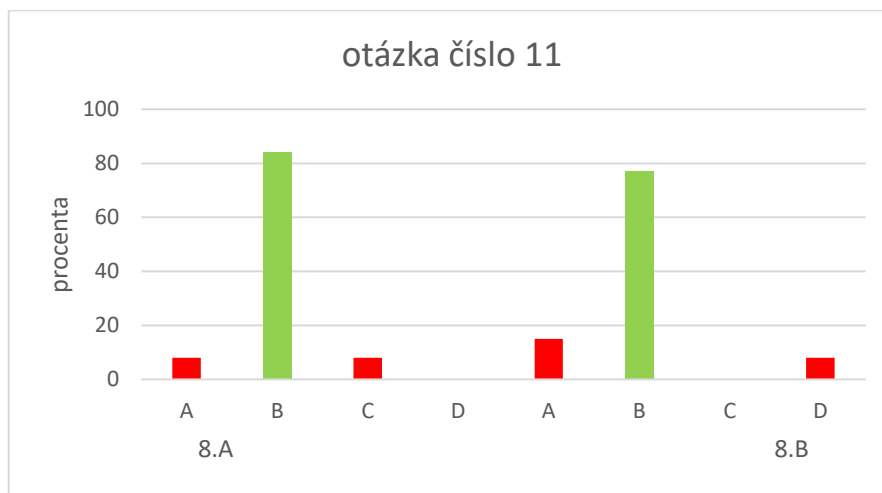


Graf 2.10: Grafické znázornění odpovědí otázky 10 vstupního dotazníkového šetření

2.2.11 OTÁZKA Č. 11 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

11. Co je hlavním důvodem, že vidíme Měsíc?
- Měsíc odráží světlo od jiných planet.
 - Měsíc odráží světlo od Slunce.**
 - Slunce odráží světlo od Měsíce.
 - Měsíc je větší než hvězdy.

Otázka 11 se zabývá základními jevy ve vesmíru. Astronomie je sice učivo v 9. ročníku, žáci se ale s astronomickými pojmy a jevy setkávají i dříve (např. fyzika 8. ročníku v úvodní kapitole Optiky) nebo v jiných předmětech (např. v zeměpisu v 6. ročníku). Jak lze vyčíst z grafu (graf 2.11), na tuto otázku odpovědělo v 8.A správně přes 80 % žáků a v 8.B téměř 80 % žáků.



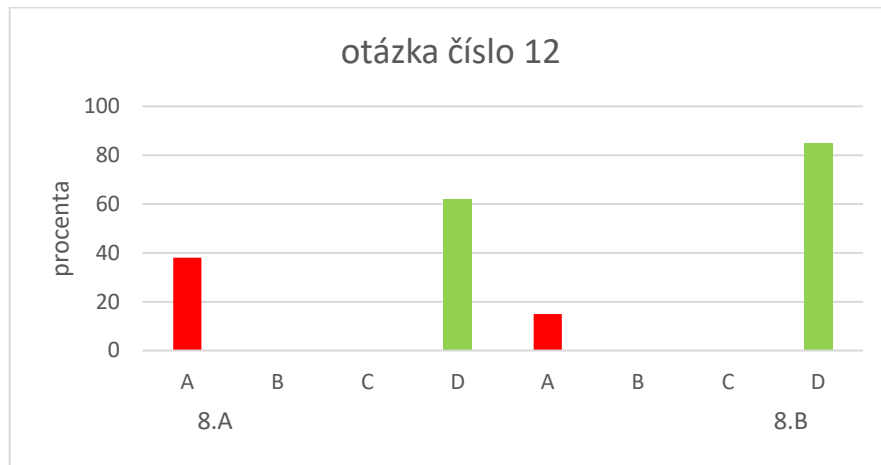
Graf 2.11: Grafické znázornění odpovědí otázky 11 vstupního dotazníkového šetření

2.2.12 OTÁZKA Č. 12 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

12. Rok na Zemi je doba, během které...
- ...se Země otočí jednou kolem své osy.
 - ...Měsíc jednou oběhne kolem Země.
 - ...Slunce jednou oběhne kolem Země.
 - ...Země jednou oběhne kolem Slunce.**

Oběžná doba Země kolem Slunce (mám zde na mysli tropický rok, tedy doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody pravého Slunce jarním bodem, během něhož se vystřídají všechna roční období a je základem pro určení přestupného roku) je znalost, kterou žáci ve zjednodušené podobě probírají již na 1. stupni základní školy v přírodovědě. Přesto

si 40 % žáků v 8.A spletlo pojem rok a den a správně odpovědělo pouze 60 % žáků, v 8.B odpovědělo správně přes 80 % žáků.

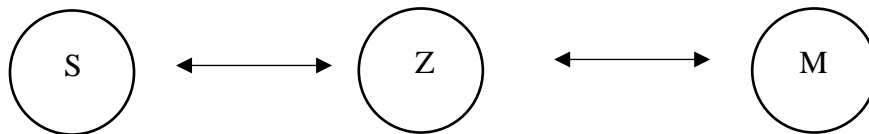


Graf 2.12: Grafické znázornění odpovědí otázky 12 vstupního dotazníkového šetření

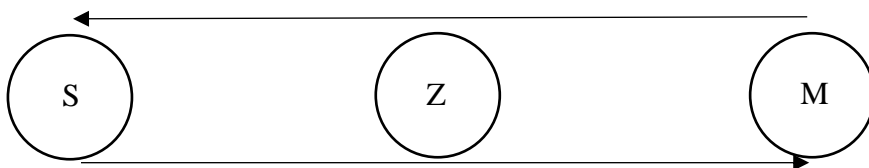
2.2.13 OTÁZKA Č. 13 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

13. Slunce, Země a Měsíc – tři pro nás podstatné objekty ve vesmíru. Urči, jakým způsobem se vzájemně pohybují.

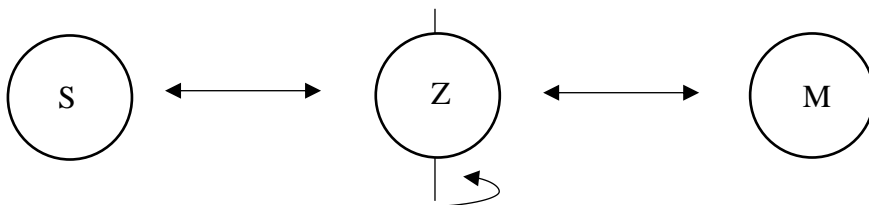
a. Středem je nehybná Země.



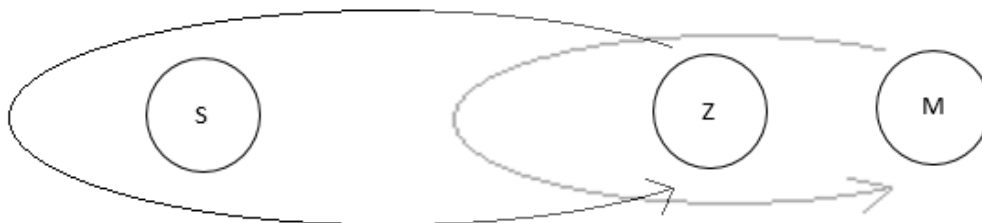
b. Středem je Země, okolo ní obíhá Slunce a/ nebo Měsíc.



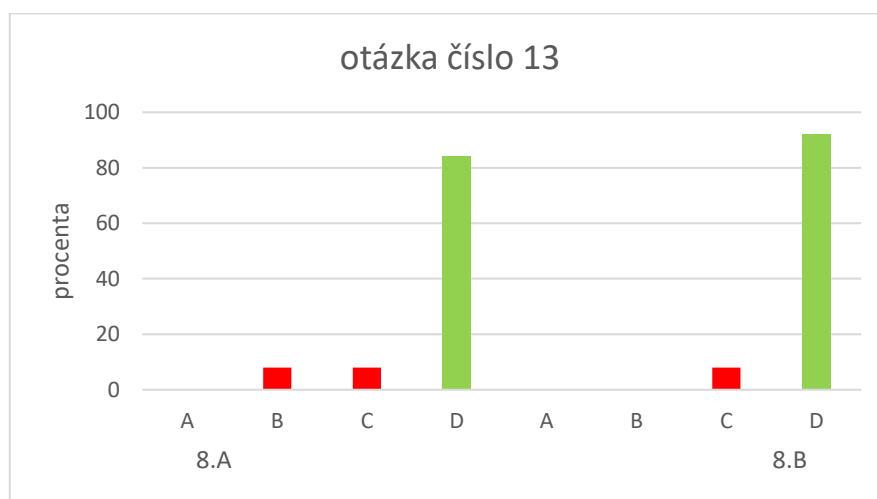
c. Středem je rotující Země.



d. Středem je Slunce, okolo něhož obíhá Země a okolo ní obíhá Měsíc.



Pohyb a postavení některých vesmírných těles (zejména Slunce, Měsíc a Země) ve vesmíru je učivo, která se probírá již na 1. stupni základní školy. Tato otázka úzce souvisí s předchozí otázkou, kde se ptáme na délku jednoho roku, která souvisí s oběhem Země okolo Slunce. Na úrovni základní školy jsem si dovolila zjednodušení, kdy jsem Slunce umístila do středu sluneční soustavy. Správná odpověď by byla, že všechny objekty sluneční soustavy, včetně Slunce, obíhají okolo hmotného středu, kterému říkáme barycentrum. V případě 8.A odpovědělo správně 80 % žáků, v 8.B to je přes 90 % žáků.



Graf 2.13: Grafické znázornění odpovědí otázky 13 vstupního dotazníkového šetření

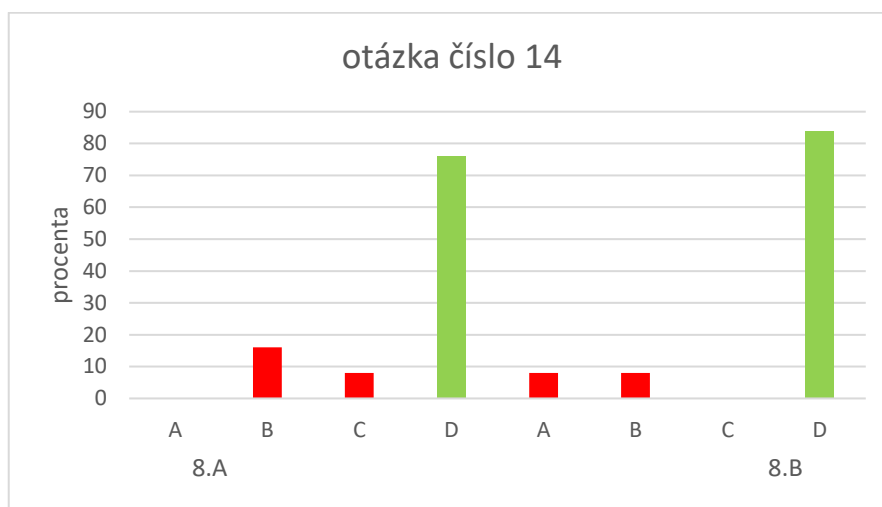
2.2.14 OTÁZKA Č. 14 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

14. Co nastává při zatmění Slunce?

- Před sluneční kotouč se nasune Země.
- Před Zemi se nasune Slunce.
- Měsíc je v úplňku.
- Před sluneční kotouč se nasune Měsíc.**

Postavení vesmírných těles při zatmění Slunce je pro žáky základní školy náročné na představivost, proto jsem tuto otázku zahrnula do vstupního dotazníkového šetření. Zatmění Slunce je téma, které se probírá v tematickém celku optika na začátku 8. ročníku

(dle ŠVP dané školy). V otázce 14 odpověděli žáci 8.B s úspěšností přes 80 %, žáci 8.A odpověděli s úspěšností 75 %.



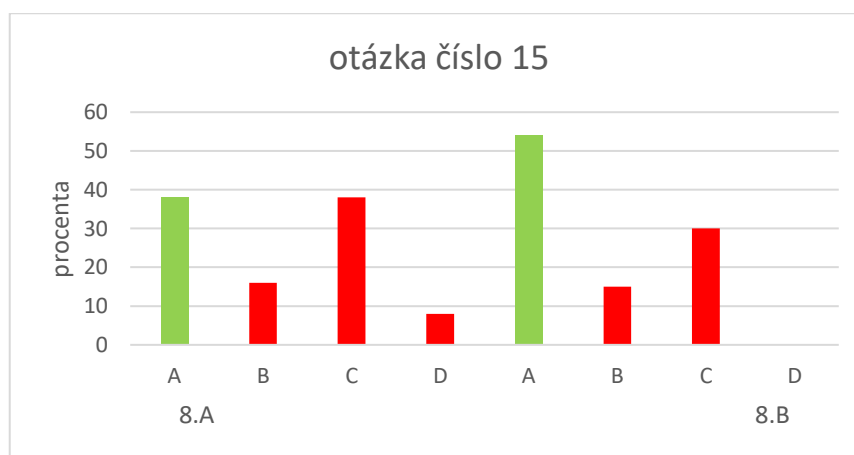
Graf 2.14: Grafické znázornění odpovědí otázky 14 vstupního dotazníkového šetření

2.2.15 OTÁZKA Č. 15 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

15. Co nastává při zatmění Měsíce?

- a. Měsíc se dostal do stínu Země.
- b. Měsíc je v novu.
- c. Měsíc se dostal do stínu Slunce.
- d. Všechny odpovědi jsou správné.

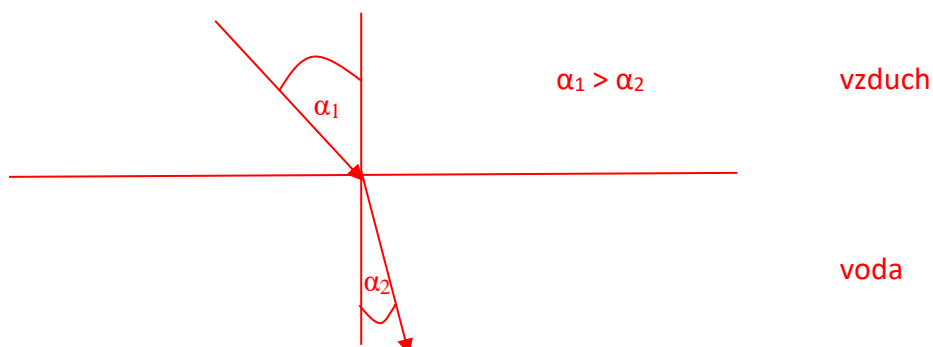
Otázka 15 je založena na stejném principu jako předchozí otázka číslo 14, týká se pouze jiného tělesa, Měsíce. Jak je vidět z výsledků v následujícím grafu (graf 2.15), tato otázka činila větší potíže než otázka předchozí. V 8.A odpovědělo správně pouze 38 % žáků a v 8.B to bylo téměř 55 % žáků. Pro žáky je zřejmě obtížné si představit, že i my jako Země můžeme zastínit stínem od Slunce ostatní vesmírná tělesa.



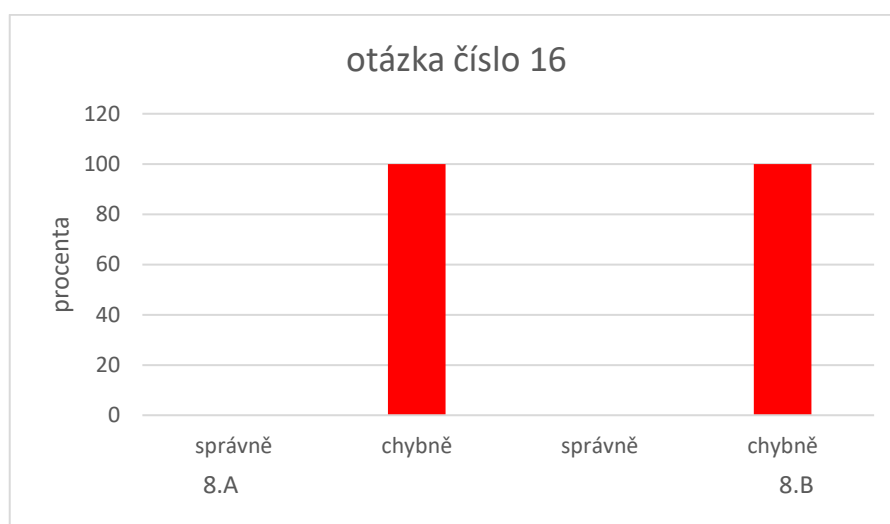
Graf 2.15: Grafické znázornění odpovědí otázky 15 vstupního dotazníkového šetření

2.2.16 OTÁZKA Č. 16 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

16. Narýsuj lom ke kolmici, navrhni prostředí, ve kterých k tomuto jevu dochází.



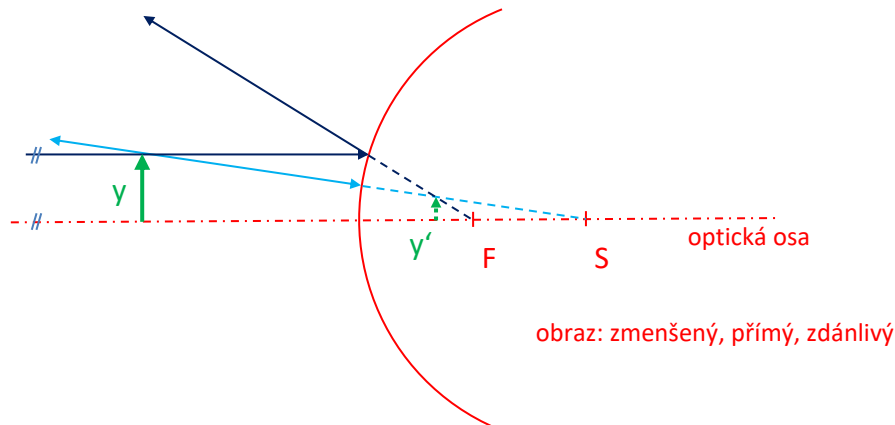
Otázka 16 byla do dotazníku opět zařazena z důvodu zjištění představivosti žáků. Za správnou odpověď byl považován náčrtek. V tomto případě jsem u žádného žáka z obou tříd nenašla správnou odpověď. Lom světla se na úrovni základní školy probírá pouze orientačně graficky, učebnice se nezmiňují o vzorci (Snellův zákon obsahuje goniometrické funkce), dle kterého lze vypočítat velikost úhlu na základě znalosti indexů lomu obou prostředí. Téma lomu světla úzce souvisí s tématem diplomové práce, protože při pozorování zákrytů hvězd planetkami světlo prochází atmosférou, kde dochází k postupnému lámání paprsku na jednotlivých planparalelních vrstvách – atmosférické refrakci, resp. v tomto případě se index lomu mění spojitě a lomená čára přechází v plynulou křivku.



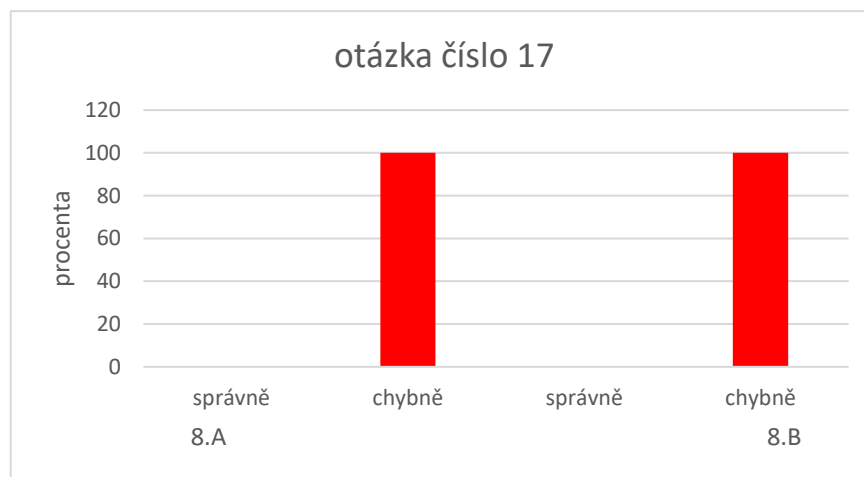
Graf 2.16: Grafické znázornění odpovědí otázky 16 vstupního dotazníkového šetření

2.2.17 OTÁZKA Č. 17 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

17. Jaký obraz vzniká ve vypuklém kulovém zrcadle? Situaci načrtni.



Otázka 17, která se zabývá vzniklým obrazem ve vypuklém kulovém zrcadle, činila žákům stejné obtíže jako předešlá otázka. Do dotazníku jsem tuto otázku zahrnula také pro její názornost a potřebnou představivost. Jak ukazují výsledky v grafu (graf 2.17), u nikoho jsem nenašla správnou odpověď.



Graf 2.17: Grafické znázornění odpovědí otázky 17 vstupního dotazníkového šetření

2.2.18 OTÁZKA Č. 18 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

Následující tři otevřené otázky, které byly slovními úlohami, jsem hodnotila ve čtyřech kategoriích: celé správně (odpověď obsahovala zápis, správný výpočet, slovní odpověď; tedy tak, jak to po žácích na základní škole obvykle požaduji v běžných hodinách fyziky), jen zápis, početní chyba nebo zcela chybně. Žáci měli k dispozici tabulky.

18. Těleso z cínu odevzdalo teplo 45,4 kJ, jeho teplota klesla o 100 °C. Urči hmotnost tělesa z cínu.

$$Q = 45\,000 \text{ J}$$

$$\Delta t = 100 \text{ °C}$$

$$m = Q : c : \Delta t$$

$$m = 45\,000 : 100 : 227 \text{ kg}$$

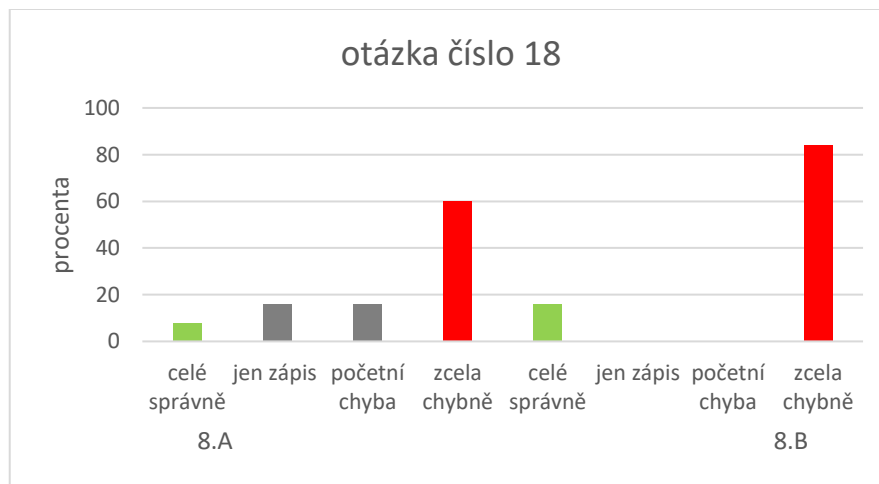
$$m = ? \text{ (kg)}$$

$$c = 227 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$m = 2,0 \text{ kg}$$

Těleso z cínu má hmotnost 2,0 kg.

Tematický celek tepelné jevy se na základní škole vyučuje v první polovině 8. ročníku (dle daného ŠVP). V této slovní úloze bylo potřeba převést zadané teplo v kilojoulech na základní jednotky jouly. Poté stačilo použít kalorimetrickou rovnici, vyjádřit z ní hmotnost, do upraveného vztahu dosadit hodnoty a vypočítat. Zcela správně odpovědělo v 8.A ani ne 10 % žáků, v 8.B odpovědělo správně téměř 20 % žáků. V 8.A se dohromady objevila třetina žáků, kteří uvedli pouze zápis nebo měli ve výpočtech chybu.



Graf 2.18: Grafické znázornění odpovědí otázky 18 vstupního dotazníkového šetření

2.2.19 OTÁZKA Č. 19 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

19. Jakou práci vykoná motor při stálém výkonu 0,5 kW po dobu 1 hodiny?

$$W = ? \text{ (MJ)}$$

$$P = 0,5 \text{ kW} = 500 \text{ W}$$

$$t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$$

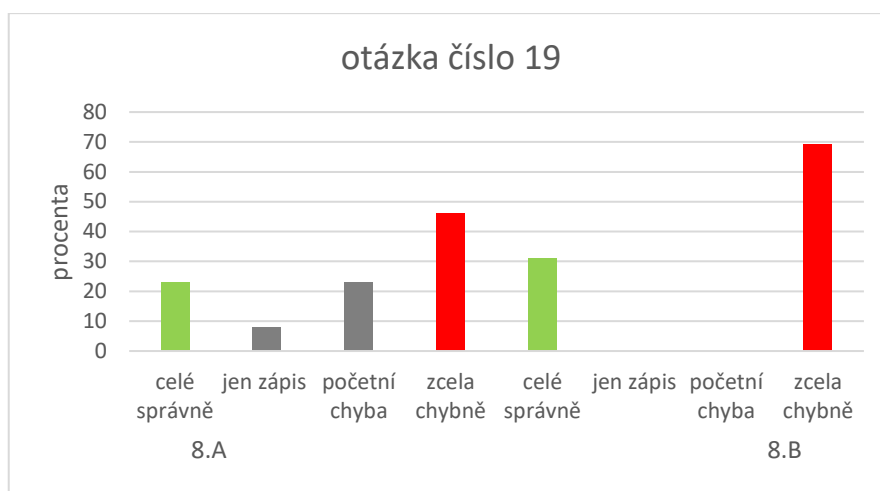
$$W = P \cdot t$$

$$W = 500 \cdot 3600 \text{ J}$$

$$W = 1,8 \text{ MJ}$$

Motor při výkonu 500 W po dobu 1 hodiny vykoná práci o velikosti 1,8 MJ.

Výpočet práce ze známého výkonu za určitý čas je problematika tematického celku energie, práce, který je probírán v první polovině 8. ročníku. V případě 8.A odpovědělo zcela správně přes 20 % žáků, téměř 10 % žáků mělo dobře zápis a přes 20 % žáků udělalo v průběhu početní chybu. Ve třídě 8.B mělo úlohu zcela správně 30 % žáků, zbývajících 70 % bylo zcela chybně.



Graf 2.19: Grafické znázornění odpovědí otázky 19 vstupního dotazníkového šetření

2.2.20 OTÁZKA Č. 20 – VSTUPNÍ DOTAZNÍK

20. Těleso má objem 10 m^3 . Jak velká vztlaková síla působí na těleso ve vzduchu o hustotě $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$?

$$V = 10 \text{ m}^3$$

$$F_{vz} = ? \text{ (N)}$$

$$\rho_k = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$$

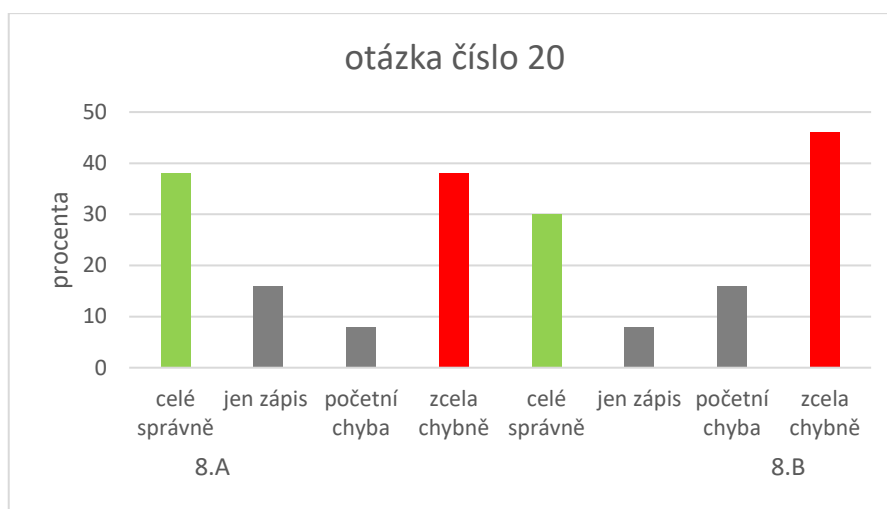
$$F_{vz} = V \cdot \rho_k \cdot g$$

$$F_{vz} = 10 \cdot 1,3 \cdot 10 \text{ N}$$

$$F_{vz} = 130 \text{ N}$$

Vztlaková síla působící na těleso ve vzduchu je 130 N.

Otázka 20 se odkazuje na Archimédův zákon a výpočet vztlakové síly. Tematický celek mechanika kapalin je probírán ve druhé polovině 7. ročníku. Zde nebylo potřeba převádět jednotky, stačilo pouze dosadit číselné hodnoty do vzorce. V 8.A odpovědělo správně téměř 40 % žáků, dalších 15 % žáků mělo dobře zápis, dalších 8 % žáků udělalo v průběhu řešení početní chybu. V 8.B odpovědělo správně 30 % žáků, 8 % žáků zapsalo správně údaje, 15 % žáků se dopustilo početní chyby.



Graf 2.20: Grafické znázornění odpovědí otázky 20 vstupního dotazníkového šetření

2.3 VYHODNOCENÍ VSTUPNÍHO DOTAZNÍKU

Na základě výsledků vstupního dotazníku lze konstatovat, že největší problém činily žákům otázky týkající se grafického znázornění optických jevů, konkrétně lom ke kolmici a znázornění obrazu, který vzniká na vypuklém zrcadle. Optika je dle Školního vzdělávacího programu a Tematických plánů školy zařazena na začátek 8. ročníku. Vstupní dotazníkové šetření jsem žákům zadala v dubnu, takže v polovině druhého pololetí, tudíž od probírání tohoto učiva uběhla již delší doba. Dále je možné z výsledků dotazníkového šetření usuzovat na to, že žákům dělá potíže představivost a následné grafické znázorňování. Lze tedy předpokládat, že by mohla žákům činit obtíže i hlavní část výzkumu, a to badatelská výuka na simulaci planetkového zákrytu.

Další otázka, která má v obou třídách 55–70% neúspěšnost, se týká základních jednotek soustavy SI. Žáci nemají ukotveno sedm základních jednotek soustavy SI.

Podstatu Archimédova zákona objasnilo v obou třídách pouze 30–37 % žáků. S tím souvisela otázka týkající se pohybu železného válečku ve rtuti, kde odpovědělo správně pouze 15 % a 30 % žáků. Definice světelného roku činila potíže pouze v jedné třídě z ročníku, a to téměř 40 % žákům.

U otevřených slovních úloh žákům činilo problémy používání tabulek, kde si potřebné vzorce mohli najít, nebo samotné správné použití vzorce či převedení jednotek na základní apod.

Ve zbylých otázkách odpovídala minimálně polovina žáků správně.

Výsledky vstupního dotazníkové šetření porovnáám pomocí statistické analýzy, abych zjistila rozdíl ve znalostech mezi oběma skupinami. Pomocí Excelu zjistím základní statistické charakteristiky (počet otázek n , průměrná hodnota rozdílových hodnot d , rozptyl rozdílových hodnot σ^2) obou souborů dat se správnými odpověďmi jednotlivých otázek a následně provedu testování statistické hypotézy (o rozdílech mezi jednotlivými otázkami obou testovaných skupin) na hladině významnosti 0,025.

$$n_{\text{vstup-8.A-8.B}} = 19 \quad d_{\text{vstup-8.A-8.B}} = 2,5 \quad \sigma_{\text{vstup-8.A-8.B}}^2 = 17,2$$

S použitím výše vypočítaných základních statistických charakteristik určím hodnotu testovacího kritéria $T = \frac{|d_{\text{vstup-8.A-8.B}}| \sqrt{n_{\text{vstup-8.A-8.B}} - 1}}{\sigma_{\text{vstup-8.A-8.B}}^2} = \frac{|2,5| \sqrt{19-1}}{17,2} = 0,61$. Kritická hodnota vypočítaná pomocí funkce Excelu TINV je $T_{\text{krit}} = T_{0,025}(19 - 1) = \text{TINV}(0,025; 18) = 2,45$. Testovací kritérium T nepřekročilo kritickou hodnotu T_{krit} , tudíž přijmeme nulovou hypotézu, to znamená, že obě skupiny nevykazují statisticky významné rozdíly v odpovědích na jednotlivé otázky.

Obě třídy (skupiny) jsou z hlediska fyzikálního povědomí srovnatelné a výsledky simulace planetkového zákrytu a následného porovnání obou výukových metod by neměly být tímto jevem ovlivněny. [9]

3 PLANETKOVÉ ZÁKRYTY VE VÝUCE FYZIKY NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE

Zákryt hvězdy planetkou se na základní škole zpravidla objevuje pouze jako okrajové téma tematického celku astronomie, která je náplní 9. ročníku. Pravděpodobně bude zařazení tohoto tématu do výuky fyziky na základní škole souviset s tím, zda je astronomie oblast, kterou daný učitel fyziky preferuje.

Já jsem pro testování zvolila 8. ročník základní školy, protože v tomto ročníku učím obě třídy, zatímco v 9. ročníku je pouze jedna třída. Zde by nebyla realizovatelná komparace dvou tříd z hlediska efektivnosti výuky rozdílných výukových metod. Z komplexních výukových metod jsem dle rozdělení Maňák, Švec (2003) zvolila metodu frontální a metodu školní experiment.

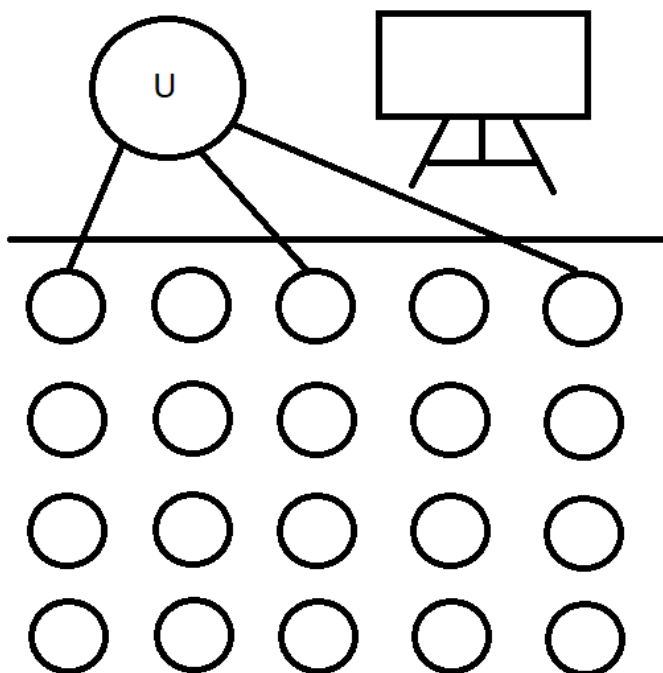
V následující kapitole se zaměřím na porovnání efektivnosti výuky při pozorování zákrytu hvězdy planetkou při použití dvou rozdílných výukových metod.

3.1 STRUKTURA JEDNOTLIVÝCH VÝUKOVÝCH METOD

3.1.1 VÝUKOVÁ METODA – FRONTÁLNÍ VÝUKA

Frontální výuka je dle Maňáka, Švece (2003) řazena mezi komplexní výukové metody. Vyznačuje se dominantním postavením učitele ve třídě. Učitel kontroluje a koriguje práci žáků (obr. 3.1). V průběhu vyučovací hodiny se mohou využívat různé výukové metody, používají se různé pomůcky, např. tabule, projekce, interaktivní tabule, videonahrávky atd. Frontální výuka je metodický útvar, který spojuje různé prvky, vzniklý v praxi a praxí ověřený. Profilujícím rysem frontální výuky je cílově orientované řízení všech probíhajících procesů učitelem. Typický průběh vyučovací hodiny frontální výuky má následující podobu:

- zahájení,
- výklad nového učiva,
- procvičování a upevňování učiva,
- ukončení. [10]



Obr. 3.1: Uspořádání třídy při frontální výuce dle Maňáka, Švece [10]

Dle Skalkové (2007) učitel pracuje při frontální výuce s vymezenou skupinou žáků (celou třídou) plánovitě, soustavně a v určeném čase. Každá vyučovací hodina má svůj dílčí didaktický cíl. Osobní kontakt se třídou je základ pro proces vzájemného působení a komunikace. [11]

3.1.2 VÝUKOVÁ METODA NÁZORNĚ DEMONSTRAČNÍ – EXPERIMENT

Metoda názorně demonstrační se opírá o přímý názor, často pasivní pozorování jevů. Tato metoda je důležitá především pro počáteční fázi poznání. Přemíra těchto metod ve výuce není vhodná, protože proces poznání je spojen také s abstraktním myšlením a s pojmovým učením.

Maňák (1990) zpracoval pro učitele funkční obecné požadavky na zásady předvádění:

- Je třeba předem naplánovat potřebné materiály, pomůcky a prověřit fungování technických zařízení.
- Dle J. A. Komenského je důležité předkládat předměty, které působí na co nejvíce smyslů, jen tak je možno poznat jevy po všech stránkách.
- Složitější předvádění je nutné rozložit na jednodušší prvky.
- Předvádění má probíhat v přiměřeném tempu.

- Pokud to dovoluje charakter předváděných jevů, je účelné zapojit do předvádění žáky.
- Při předvádění nemají být žáci pasivní.
- Po jednotlivých fázích předvádění nemají být žáci pasivní, učitel aktivizuje žáky ke spolupráci.
- Po jednotlivých fázích se osvědčuje prověřovat, zda bylo učivo pochopeno.
- Po ukončení předvádění žáci sami shrnou hlavní poznatky, nesprávnost učitel opraví.
- V průběhu vyučovací hodiny by si žáci měli pořizovat zápisky.
- Každé předvádění by mělo být výcvikem v pozorování.
- Předváděný předmět (situace) by se měl žákům demonstrovat tak, aby ho mohli dobře vnímat.
- Názorniny je třeba předkládat před výkladem.
- Žáci si osvojí učivo hlouběji, pokud je předkládáno v souvislosti s reálnou skutečností. [12]

3.2 FRONTÁLNÍ VÝUKA – POZOROVÁNÍ PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ

Frontální výuka na téma Pozorování planetkových zákrytů probíhala v jedné třídě (srovnávací skupina) na plzeňské základní škole na jaře 2019. Cílem jedné vyučovací hodiny bylo vysvětlit žákům 8. ročníku princip planetkového zákrytu a popsat jednoduchý postup – metodiku pozorování (příkladem bylo pozorování, které uvádím ve své bakalářské práci a kterého jsem se na hvězdárně v Rokycanech osobně zúčastnila – zákryt hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope).

Realizačním rámcem frontální výuky byla použita jedna vyučovací hodina, tj. 45 minut. Základním rysem bylo cílově orientované řízení všech probíhajících procesů učitelem. Pokud bylo potřeba, žáci pracovali společně s učitelem a cílem bylo osvojení maximálního rozsahu poznatků. [13]

Při frontální výuce bylo využito projektové techniky a jako opora ve výkladu byla powerpointová prezentace, která je přílohou této diplomové práce (na DVD).

V úvodu byli žáci seznámeni s tématem vyučovací hodiny, s jejich cílem a náplní. Poté jsem žákům položila otázku, co si představí pod pojmem planetka či planetkový zákryt. Tím jsem v žácích vzbudila zájem o téma a začali přemýšlet. Dostávalo se mi odpovědí typu: planetka je malá planeta; zákryt je určité zhasnutí hvězdy; mohou to pozorovat pouze astronomové apod. Žáky zaujala moje reakce na poslední odpověď a to, že planetkových zákrytů se může svým způsobem zúčastnit i laik.

Na prvním snímku prezentace jsem pro odborné i didaktické vysvětlení planetkového zákrytu použila obrázek ze své bakalářské práce (obr. 1.1) a pomocí laserového ukazovátka jsem obrázek na plátně žákům popisovala.

Na druhém snímku prezentace jsem žáky seznámila s možnými metodami pozorování planetkových zákrytů – vizuální, pomocí CCD kamery a pomocí videokamery. Zde jsme s žáky diskutovali o možných výhodách a nevýhodách jednotlivých metod.

Na třetím snímku prezentace jsem se věnovala předpovědi planetkových zákrytů. Stručně jsem žákům popsala nominální předpověď na celý rok, která je dostupná například v Zákrytovém zpravodaji rokycanské hvězdárny (hvr.cz) či přímo na stránkách autora nominálních předpovědí E. Goffina (bedekkingen.vvs.be/predictions). Zmínila jsem také, co je předpověď v poslední minutě.

Na dalších snímcích prezentace jsem se věnovala samotným zásadám zpracování planetkových zákrytů, kterými jsou:

1. navázání času na UT – GPS;
2. příprava pozorování zákrytu – program Occult Watcher;
3. hvězdné pole – program Aladin;
4. nahrávání úkazu – program Virtual Dub;
5. zpracování záznamu – program LiMovie;
6. výsledky pozorování – e-mail – www.euraster.net.

Všechny výše uvedené body zásad zpracování planetkových zákrytů mají svoji obrazovou podporu, která vychází z mé bakalářské práce a je přílohou ve formě powerpointové prezentace na přiloženém DVD.

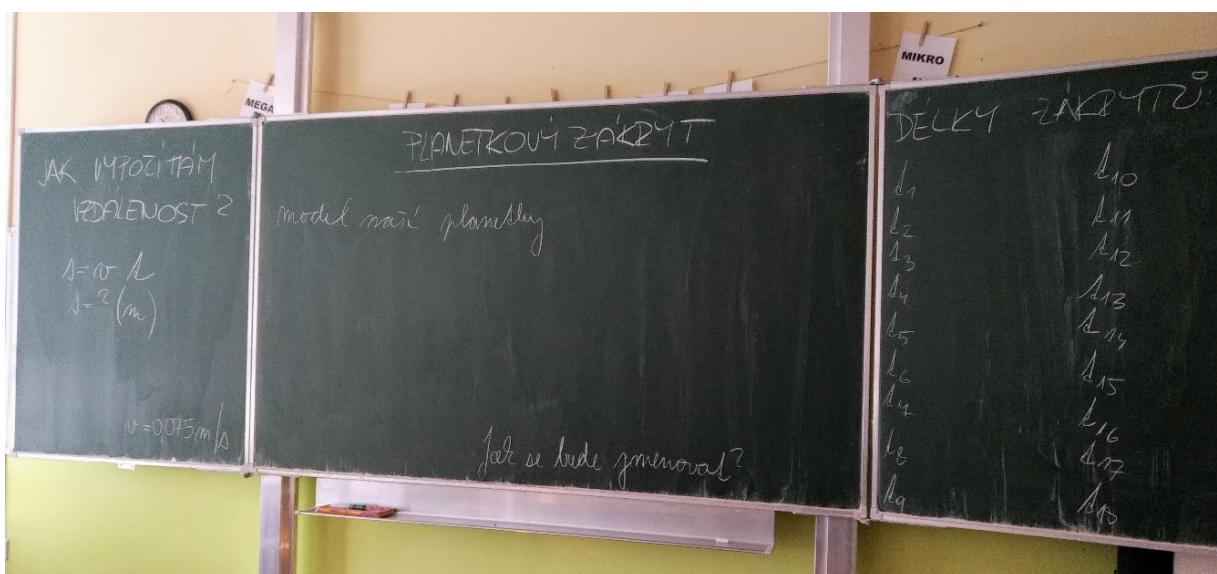
3.3 ŠKOLNÍ EXPERIMENT – POZOROVÁNÍ PLANETKOVÝCH ZÁKRYTŮ

V 8. ročníku základní školy, kde jsem použila metodu školního experimentu (experimentální skupina), jsem měla s žáky dvě vyučovací hodiny (90 minut) na realizaci.

V první části hodiny probíhala výuka podobně jako v případě frontální výuky. Žáci měli ve třídě lavice klasicky rozmístěné a výklad probíhal na základě stejné powerpointové prezentace jako ve vedlejší třídě (srovnávací skupině), kde výuka probíhala tentýž den.

Po skončení frontálního výkladu žáci přizpůsobili lavice pro experimentování tak, že jsme si pouze v přední části třídy nechali dvě lavice pro samotný experiment, zbytek lavic jsme přesunuli do zadní části třídy, aby žákům při experimentu nepřekážela opěradla židlí ve výhledu apod.

Zatímco žáci upravovali třídu, připravila jsem na tabuli údaje potřebné k samotnému vyhodnocování výsledků (obr. 3.2).



Obr. 3.2: Tabule s potřebnými údaji k úspěšnému provedení experimentu

Cílem tohoto dvouhodinového bloku bylo vytvoření simulace zákrytu hvězdy planetkou ve školním prostředí s relativně snadno dostupnými pomůckami. Na dalším snímku (obr. 3.3) vidíme samotnou realizaci experimentu. Jako zakrývající planetku jsem využila černou čtvrtku nepravidelného tvaru, aby co nejvíce připomínala objekt ve vesmíru. Pro pohyb planetky jsem využila žakovskou stavebnici NTL Dynamika, ze kterých jsem použila kolejnici a vozík, na kterém lze regulovat rychlost. Při přípravě simulace jsem nastavila rychlost ($0,075 \frac{m}{s}$), která zůstala během naší simulace konstantní – stejně jako

můžeme považovat za konstantní pohyb planety při zákrytu. Vozík se tedy po kolejnici pohybuje rovnoměrně přímočaře¹.



Obr. 3.3: Realizace pozorované planety a hvězdy

Pro simulaci zakrývané hvězdy jsem využila LED žárovku s objímkou připevněnou v plechovém kufříku (obr. 3.3). LED světlo jsem volila zejména z důvodu bezpečnosti – neohřívá tolik baňku a také z důvodu lepšího rozptýlení světla do okolí a jeho výkonnosti. U klasické žárovky se rozžhaví pouze vlákno, což by mohl být potenciální zdroj nepřesností při měření.

Žáci se pro pozorování simulovaného zákrytu seskupili do vzdálenosti zhruba dvou třetin třídy od lavice s experimentem do řady přibližně od nejmenšího po největšího tak, aby žáci snímali čas zákrytu od spodního okraje planety až po její horní okraj. Samotné měření zákrytu prováděli pětkrát. Žáci měli v ruce připravené stopky (mnozí měli svůj vlastní telefon nebo žákovské stopky) a psací potřeby pro zaznamenávání jednotlivých časů svých vlastních měření okamžiků zakrytí a znovuobjevení se zakrývané hvězdy.

Při zákrytech jsem na žácích sledovala jejich soustředěnost a aktivitu pro co nejpřesnější výsledky experimentu.

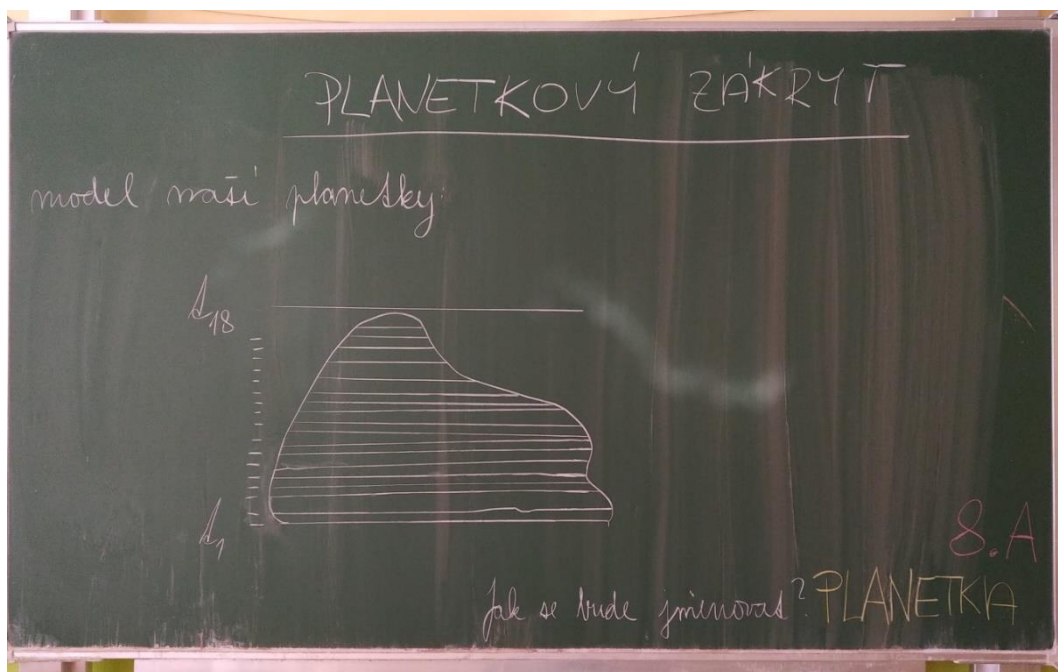
Po opakovaném měření se žáci vrátili do svých lavic, kde si pomocí aritmetického průměru spočítali průměrný čas zákrytu a pomocí vzorečku pro rychlost vypočítali dráhu – délku planety na svém měřeném úseku. Na obr. 3.2 je na levém křídle tabule připravený postup pro výpočet. Výsledky svých měření žáci chodili zapisovat na pravé křídlo tabule,

¹ V příloze na DVD je dostupné video simulace zákrytu hvězdy planetkou.

na kterém bylo předepsáno osmnáct časů (experimentu se zúčastnilo osmnáct žáků), respektive délek tětív, ze kterých jsme následně společně vyhodnocovali tvar planetky.

Nákres tvaru planetky si utvářeli žáci sami (Obr. 3.4). Každý žák šel zaměřit pomocí pravítka na tabuli svůj měřený úsek a zakreslil jej v poměru 2:1. Jelikož při zákrytu hvězdy planetkou stáli žáci přibližně stejně daleko od sebe i výsledné tětivy rýsovali ve stejné vzdálenosti nad sebou.

Výsledný tvar planetky si žáci vyznačili barevně a slovně hodnotili přesnost měření v porovnání s reálným tvarem simulované planetky. Oproti skutečnému pozorování planetkových zákrytů měli žáci tu výhodu, že mohli pozorovat samotný tvar planetky na vlastní oči a srovnat s naměřeným tvarem. Na závěr si žáci svoji planetku pojmenovali, a to „Planetka 8.A“.



Obr. 3.4: Výsledný model planetky „Planetka 8.A“ při simulaci planetkového zákrytu

4 VÝSTUPNÍ SROVNÁVACÍ DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Pro návaznost na simulaci a získání okamžité zpětné vazby byl žákům rozdán ihned po skončení simulace, tj. na konci jednohodinového nebo dvouhodinového bloku, dotazník ve formě anonymního výstupního dotazníkového šetření (posttest), který zjišťuje vlastnosti subjektů po zavedení experimentální změny sledováním variability závislých proměnných obou skupin. V tomto dotazníkovém šetření jsou otázky uzavřené i otevřené. Všechny odpovědi na otázky byly během výuky zmíněny, buď v rámci úvodní powerpointové prezentace, či přímo při simulaci.

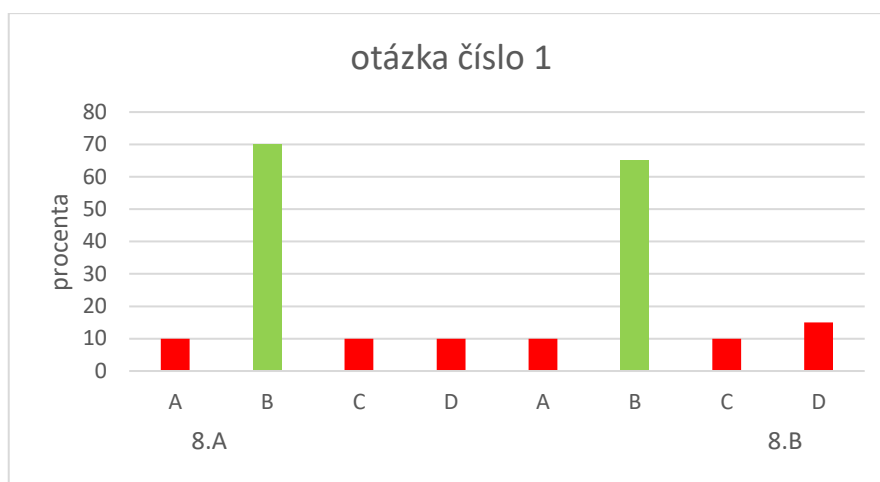
Grafické znázornění a porovnání výsledků obou tříd bylo pro názornost zhodnoceno stejným způsobem jako u vstupního dotazníkového šetření. Každý graf představuje odpovědi na jednu otázku výstupního dotazníkového šetření a v jednom grafu jsou zahrnuty odpovědi z obou tříd 8. ročníku.

U otevřených otázek byly uznávány jako správné odpovědi i jiné formulace, než je zmíněno v autorském řešení. Důležitá je podstata a vědecká správnost odpovědi. Otázka číslo osmnáct: „V následujícím kroku prosím o slovní zpětnou vazbu ...“ není k dispozici grafické zhodnocení, pokud žáci využili slovního hodnocení, je zmíněno v následující kapitole.

4.1.1 OTÁZKA Č. 1 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

1. Zákryt hvězdy planetkou:
 - a. Je pouze zákryt Měsíce Sluncem.
 - b. Dochází k přerušení záření od hvězdy tělesem (planetkou).
 - c. Je také zatmění Měsíce.
 - d. Správně jsou odpovědi b, c.

Jako otázku číslo jedna výstupního dotazníkového šetření jsem zvolila nezákladnější pojem, který by si žáci měli z této výuky osvojit. Dle následujícího grafu (graf 4.1) je zřejmé, že i v případě, že se objevuje zastoupení všech odpovědí, tak správných odpovědí byla v obou třídách výrazná většina. V 8.A odpovědělo správně 70 % žáků, ve třídě 8.B odpovědělo správně 65 % žáků. Nesprávné odpovědi se v obou třídách pohybují na úrovni 10 %.

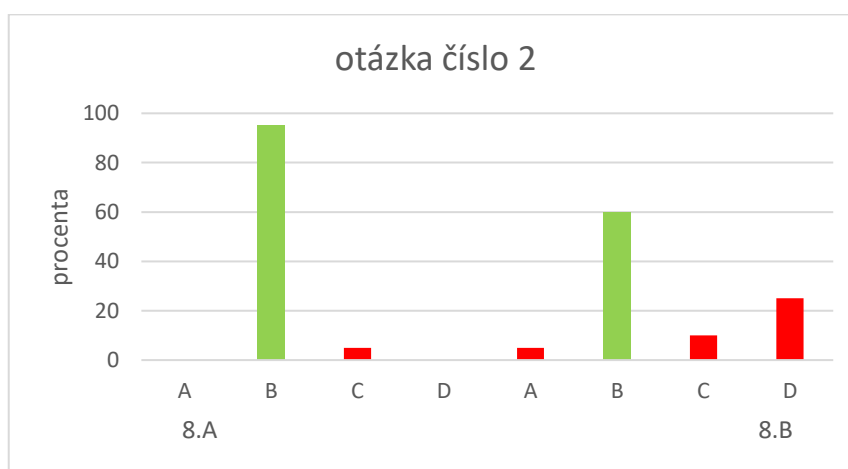


Graf 4.1: Grafické znázornění odpovědí otázky 1 výstupního dotazníkového šetření

4.1.2 OTÁZKA Č. 2 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

2. Při planetkovém zákrytu se využívá pro pozorování zejména těchto metod:
 - a. rádiová, mikrovlnná, vizuální
 - b. vizuální, CCD kamera, televizní kamera
 - c. reakční, kamerová, optická
 - d. Ani jedna odpověď není správná.

V úvodu výkladu jsem zmínila různé metody používané při pozorování planetkových zákrytů. K demonstraci zastoupení četnosti používání jednotlivých metod jsem použila graf, který jsem vytvořila v bakalářské práci (viz powerpointová prezentace v příloze na DVD) a který jsem pro účely demonstrace a diplomové práci zaktualizovala (obr. 1.3). Žáci v 8.A odpověděli správně v 95 % případů, žáci ve třídě 8.B odpověděli správně pouze v 60 % případů. Celkově žáci využili v 8.B všech možných odpovědí, v 8.A se mezi špatnými odpověďmi vyskytla pouze odpověď c) a to ještě ve statisticky zanedbatelném rozsahu.

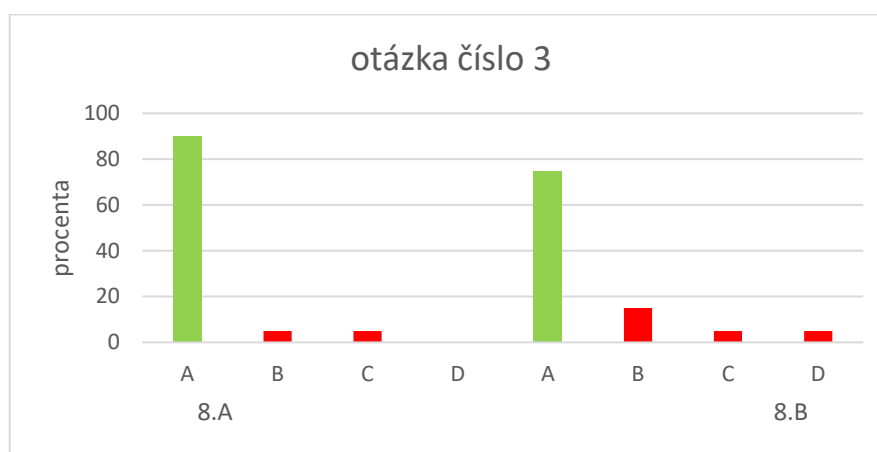


Graf 4.2: Grafické znázornění odpovědí otázky 2 výstupního dotazníkového šetření

4.1.3 OTÁZKA Č. 3 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

3. DAMIT model znamená:
- Database of Asteroid Models from Inversion Techniques (neboli modely planetek získané inverzí světelných křivek).
 - Model, který získáme bezprostředně po zákrytu.
 - Využívá se pro rychlé získání přibližné struktury planetky.
 - Žádná odpověď není správná.

Ve výkladu jsem žákům sice zmínila DAMIT model, nicméně samotnou zkratku jsme si nezmiňovali, a proto museli žáci zvolit správnou odpověď vylučovací metodou. Princip získávání modelu tvaru planetky pomocí inverzí světelných křivek jsem na úrovni základní školy dále nerozebírala. V powerpointové prezentaci je znázorněný DAMIT model planetky (22) Kalliope, který jsme si společně s žáky popsali. Žáci se svými odpověďmi neměli větší problém, zvláště v 8.A, kde bylo 90 % správných odpovědí. V 8.B odpovědělo správně 75 % žáků.



Graf 4.3: Grafické znázornění odpovědí otázky 3 výstupního dotazníkového šetření

4.1.4 OTÁZKA Č. 4 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

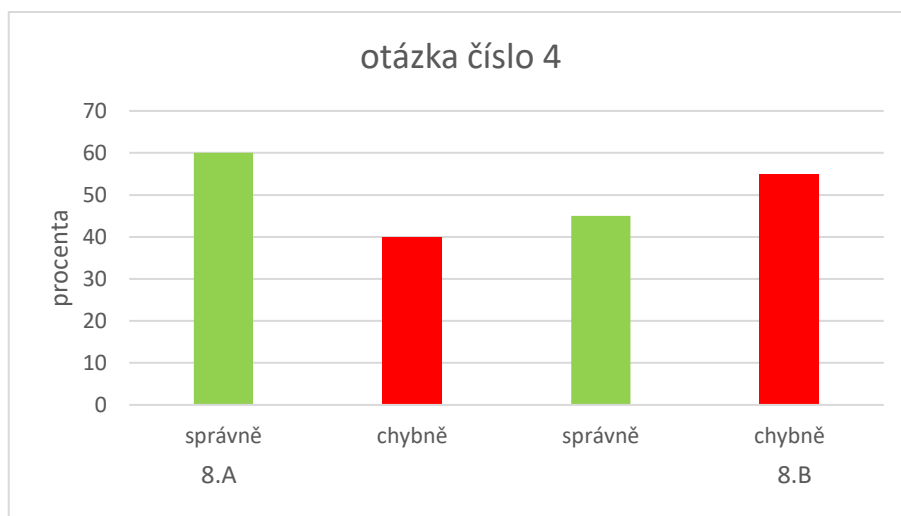
4. Jak je možné, že zákryt neprobíhá na všech místech Země ve stejný okamžik?

Čas (doba) zákrytu závisí na poloze, ve které se pozorovatel nachází.²

Otázka číslo čtyři je náročná na představivost. Jak lze očekávat, větší počet správných odpovědí má třída 8.A, ve které probíhala výuková hodina metodou experimentu a samotná simulace planetkového zákrytu spočívala v dobré orientaci v prostoru. Při

² Stejný efekt probíhal i ve třídě při simulaci planetkového zákrytu. U žáků nacházejících se blíže oknu probíhal zákryt dříve.

měření délky zákrytu mohli žáci reálně pozorovat, že zákryt u každého probíhá v jinou dobu, z tohoto poznatku mohli odvodit odpověď na tuto otázku. Ve třídě 8.A odpovědělo 60 % žáků správně, ve třídě 8.B to bylo 45 % správných odpovědí.



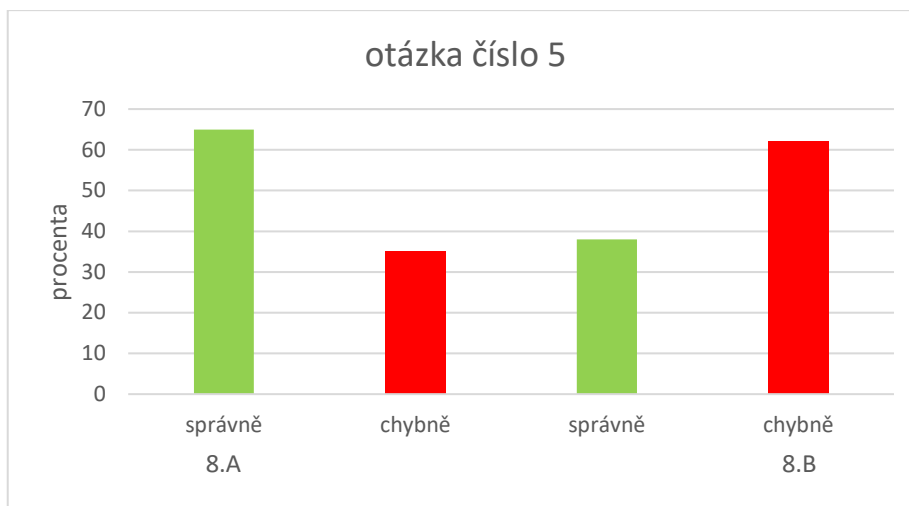
Graf 4.4: Grafické znázornění odpovědí otázky 4 výstupního dotazníkového šetření

4.1.5 OTÁZKA Č. 5 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

5. Jsou přínosná i negativní pozorování planetkových zákrytů? Pokud ano, tak proč?

Ano, negativním pozorováním můžeme s jistotou říct, že v dané oblasti planetka nemá žádné anomálie svého tvaru.

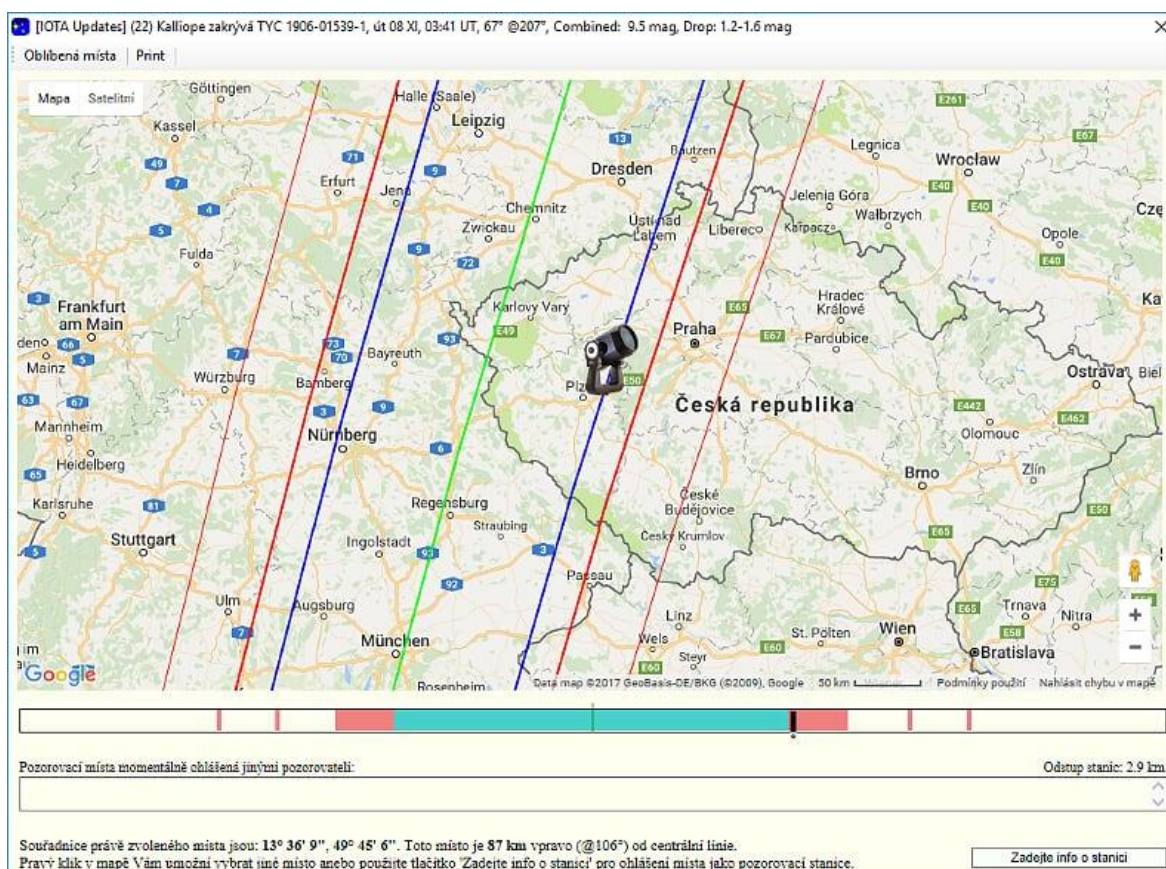
Negativní pozorování si žáci 8.A vyzkoušeli i při samotné simulaci planetkového zákrytu ve třídě. Jeden žák, který je vyšší než ostatní, zákryt (tj. „zhasnutí“ hvězdy) nezaznamenal - zaregistrovali negativní pozorování planetkového zákrytu v situaci, kdy jiní pozorovatelé měli úspěšné (pozitivní) pozorování. Odhalili tedy jasné ohraničení planetky. Mohli tak s jistotou říct, že v dané oblasti se už planetka nenachází. Opět se na výsledcích (graf 4.5) ukazuje, že praktický experiment přináší větší úspěšnost ve správných odpovědích než frontální výuka (65 % správných odpovědí u 8.A, kde proběhl experiment oproti 38 % správných odpovědí u 8.B s frontální výukou).



Graf 4.5: Grafické znázornění odpovědí otázky 5 výstupního dotazníkového šetření

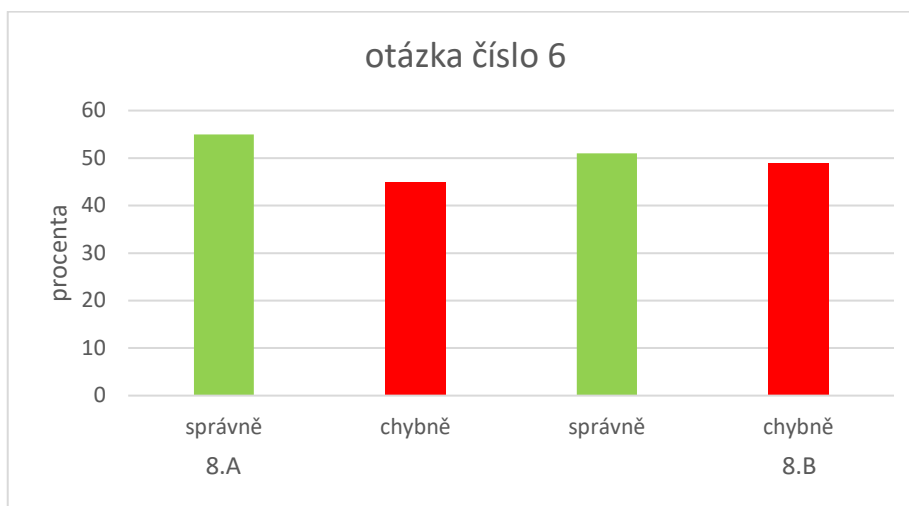
4.1.6 OTÁZKA Č. 6 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

6. Na následujícím obrázku vidíme předpověď planetkového zákrytu z programu Occult Watcher. Co znamenají jednotlivé barevné linie?



- zelená – Vyznačuje střed cesty stínu.
- modrá – Zobrazuje okraje cesty stínu.
- červená – Značí cestu stínu s určitou nepřesností.

Snímek použitý u otázky číslo šest byl promítnut v obou třídách, jelikož je součástí výkladu v powerpointové prezentaci. Zde jsme si v obou třídách obrázků popsali, ale dál už nebyla situace, kde bychom se k obrázku vraceli. Výsledky v obou třídách jsou proto srovnatelné. Ve třídě 8.A odpovědělo správně 55 % žáků a ve třídě 8.B odpovědělo správně 52 % žáků.



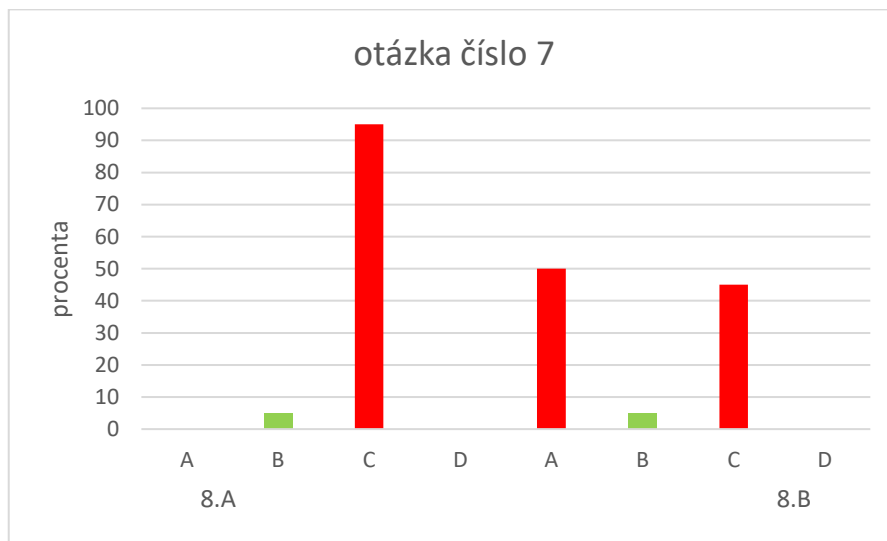
Graf 4.6: Grafické znázornění odpovědí otázky 6 výstupního dotazníkového šetření

4.1.7 OTÁZKA Č. 7 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

7. Co je planetka?
 - a. Asteroid
 - b. Shluky skal, které obíhají kolem Slunce.
 - c. Malá planeta
 - d. Správně jsou odpovědi a, b.

Pojem planetka jsem žákům v obou třídách vysvětlila hned na začátku výkladu. Charakteristika objektu následovala po návodných otázkách, kterými jsem u žáků vytvořila problémovou úlohu, při které museli přemýšlet o tom, jaký rozdíl může být mezi planetou a planetkou. V této návaznosti jsme narazili na vyřazení Pluta z kategorie planet v roce 2006, ke kterému došlo shodou okolností na astronomickém kongresu Mezinárodní astronomické unie konaným v Praze. Z odpovědí plyne (odpověď c) uvádí 95 % žáků třídy 8.A a necelá polovina žáků ze třídy 8.B, kde dále necelá polovina žáků uvádí, že se jedná o odpověď a) asteroid, kterou naproti tomu v 8.A nikdo neoznačil), že žáci mají pojem „planetka“ spojen se zdvojnáslením slov „malá planeta“, což je důsledný překlad anglického pojmu „minor planet“. Odpověď d) neoznačil nikdo v žádné třídě. Odpověď a) asteroid jsem nepovažovala za správnou, protože se jedná o starší a nepřesné označení

těles. Pojem pochází od Williama Herschela z roku 1802. Žákům jsem o tomto rozdílu říkala.

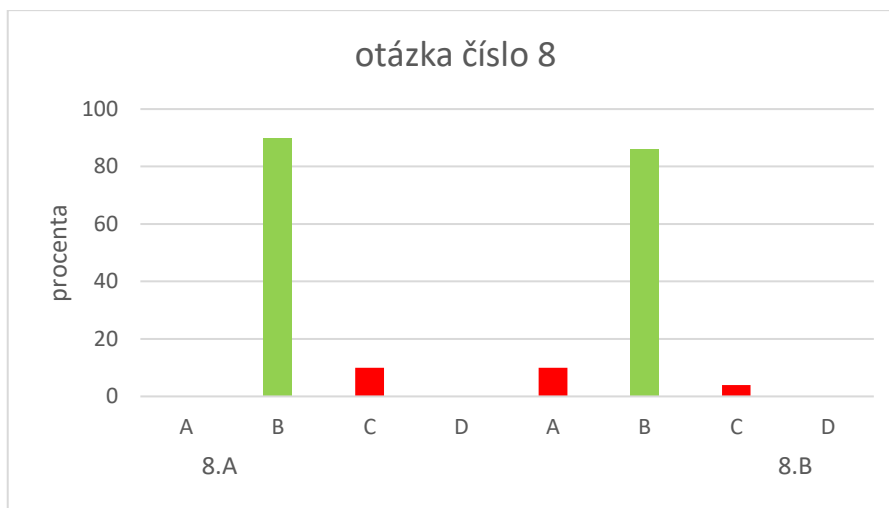


Graf 4.7: Grafické znázornění odpovědí otázky 7 výstupního dotazníkového šetření

4.1.8 OTÁZKA Č. 8 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

8. Jakých rozměrů (řádově) planety nabývají?
- do 10 metrů
 - až stovky kilometrů**
 - maximálně 1 kilometr
 - až tisíce kilometrů

Otázka týkající se rozměrů planetek nečinila ani v jedné třídě větší problémy (podíl správných odpovědí přesahuje u obou tříd 80 %). Ve třídě 8.A jim dle mého názoru pomohla samotná simulace planetkového zákrytu, kdy sami měřili čas zákrytu, který trval řádově jednotky sekund. Dalším možným aspektem úspěšnosti v této otázce může být zdrobnělina slova planeta, a tudíž může žáky inklinovat k odpovědi s menšími rozměry.



Graf 4.8: Grafické znázornění odpovědí otázky 8 výstupního dotazníkového šetření

4.1.9 OTÁZKA Č. 9 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

9. Na následujícím obrázku vidíme analýzu videozáznamu v programu LiMovie. Určete den, kdy k zákrytu mělo dojít a čas, který je zaznamenán na následujícím snímku. Ve kterém časovém pásmu je čas udaný?

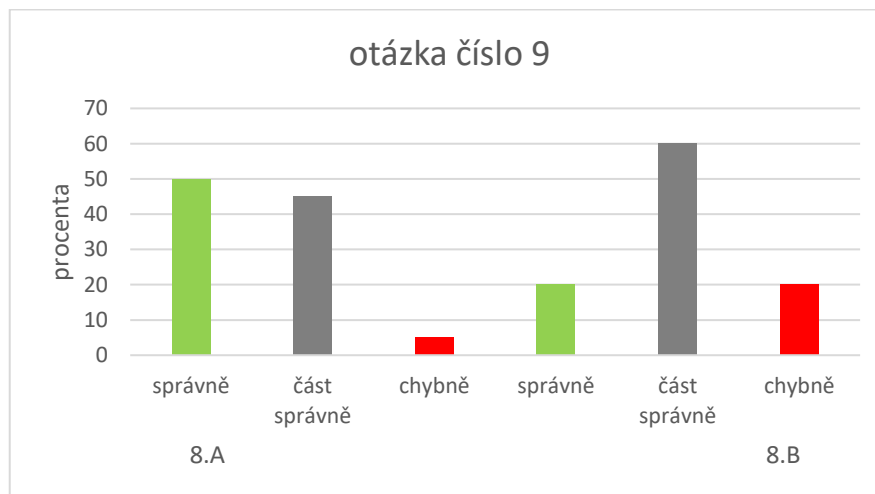
datum – 8. listopadu 2016

čas – 3:38:12

časové pásmo – UT

Přestože k zákrytu hvězdy TYC 1906-01539-1 planetkou (22) Kalliope ze dne 8. listopadu 2016 mělo dojít v rozmezí 4 h 18 min až 4 h 52 min, zvolila jsem tuto otázku jako kontrolu toho, zda se žáci dokáží orientovat v datech, která jsou udaná na snímku z videokamery.

Datum souhlasí, snímek je pořízen ze dne, kdy mělo k zákrytu dojít, ale čas nesouhlasí, snímek byl pořízen o pár minut dříve, než k zákrytu došlo. Při vypracovávání dotazníku měli žáci potíže s orientací ve způsobu zápisu data, který je uvedený na snímku, protože datum začíná rokem (pouze koncové dvouciferné číslo – 16), poté je uvedený měsícem (11) a nakonec den v měsíci (08). Čas je uvedený v očekávatelném zápisu – hodina (03), minuta (38) a sekunda (12). Časové pásmo z obrázku přímo vyčíst nejde, nicméně čas u astronomických úkazů se zpravidla určuje v čase UT.



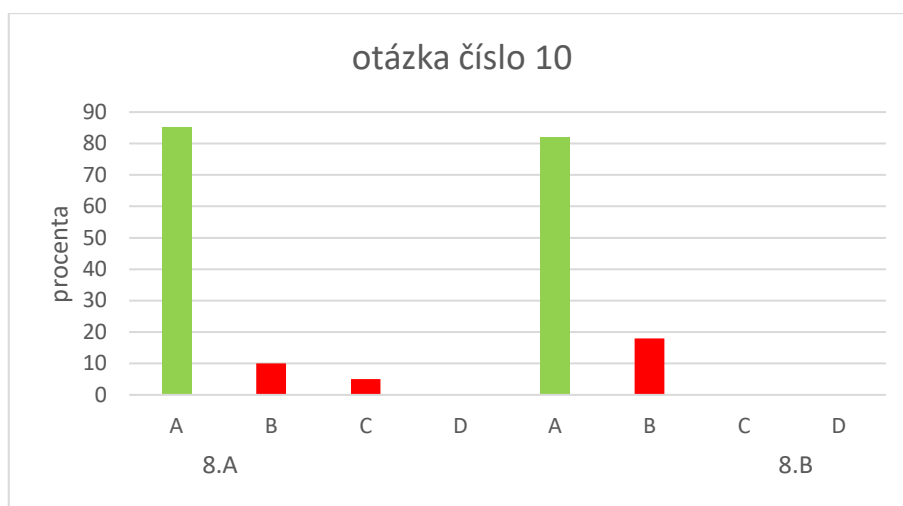
Graf 4.9: Grafické znázornění odpovědí otázky 9 výstupního dotazníkového šetření

4.1.10 OTÁZKA Č. 10 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

10. Jaký je přibližný počet dosud objevených a očíslovaných planetek?

- Počet katalogizovaných očíslovaných planetek k 31. říjnu 2018 je přes půl milionu.
- Počet katalogizovaných očíslovaných planetek k 31. říjnu 2018 je přibližně deset milionů.
- Počet katalogizovaných očíslovaných planetek k 31. říjnu 2018 je dvě stě.
- Počet katalogizovaných očíslovaných planetek k 31. říjnu 2018 není dostupný.

Otázku číslo deset týkající se počtu objevených a očíslovaných planetek jsem do výstupního dotazníkového šetření zařadila pro zjištění zpětné vazby žáků o tom, kolik jsou schopni si zapamatovat z výkladu či frontálně vedené části hodiny. Odpovědi na otázku jsou ovšem zvoleny tak, že ostatní tři (nesprávné) odpovědi jsou velmi nereálné. Úspěšnost odpovědí v otázce deset je vidět i na následujícím grafu (graf 4.10). V obou třídách je úspěšnost správných odpovědí přes 80 %.



Graf 4.10: Grafické znázornění odpovědí otázky 10 výstupního dotazníkového šetření

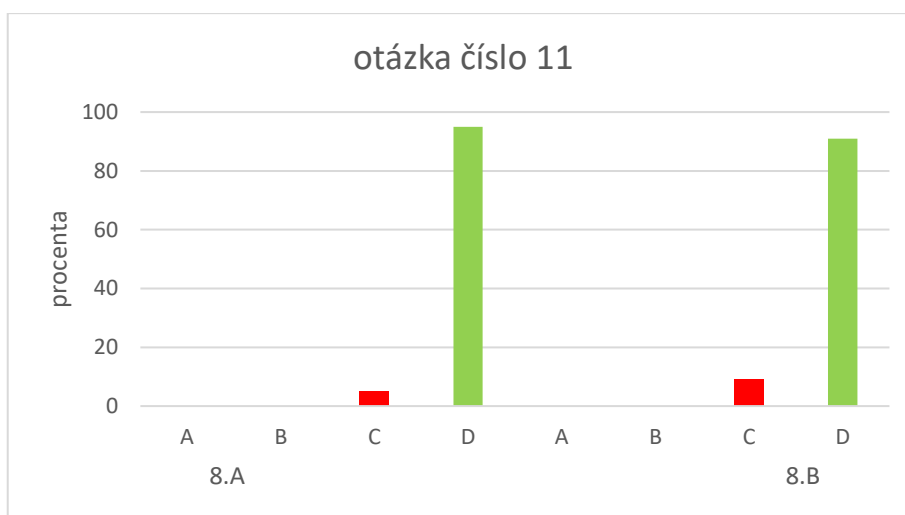
4.1.11 OTÁZKA Č. 11 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

11. Zatmění Slunce je prakticky srovnatelný úkaz jako zákryt hvězdy planetkou.

V jakém postavení musí být Země, Měsíc a Slunce?

- a. Slunce – Země – Měsíc
- b. Měsíc – Země – Slunce
- c. Záleží na tom, zdali se jedná o totální nebo částečné zatmění.
- d. Slunce – Měsíc – Země

Otázka číslo jedenáct navazuje na otázku týkající se postavení vesmírných těles (viz otázka číslo čtrnáct ve vstupním dotazníkovém šetření, kapitola 2.2.14). Přestože ve vstupním dotazníku ve třídě 8.A odpovědělo správně 75 % žáků a ve vedlejší třídě 85 % žáků, v této otázce ve výstupním dotazníku odpovědělo ve třídě 8.A přes 90 % žáků správně. To je o 20 % více správných odpovědí. Ve třídě 8.B je úspěšnost správných odpovědí srovnatelná.



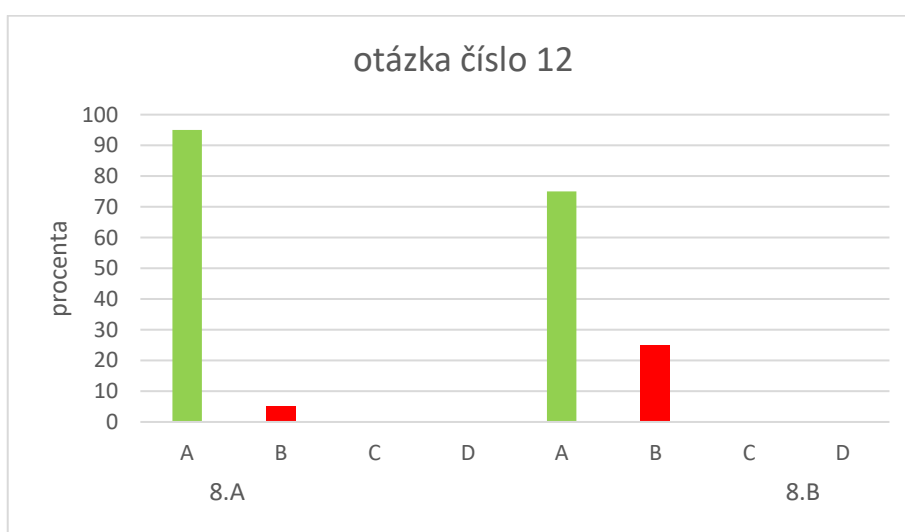
Graf 4.11: Grafické znázornění odpovědí otázky 11 výstupního dotazníkového šetření

4.1.12 OTÁZKA Č. 12 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

12. Planetkový zákryt trvá řádově

- a. několik sekund.
- b. několik minut.
- c. několik hodin.
- d. může trvat i jeden den.

Na otázku týkající se délky planetkového zákrytu odpověděli výrazně lépe žáci ze třídy 8.A s úspěšností 95 %. Při odpovídání na tuto otázku jim mohla výrazně pomoci simulace, kterou si žáci měli možnost vyzkoušet, protože i jejich délka zákrytu probíhala v řádech jednotek sekund. Žáci v 8.B odpověděli úspěšně ze 75 %. Délku zákrytu jsem zmiňovala i ve výkladové části hodiny.



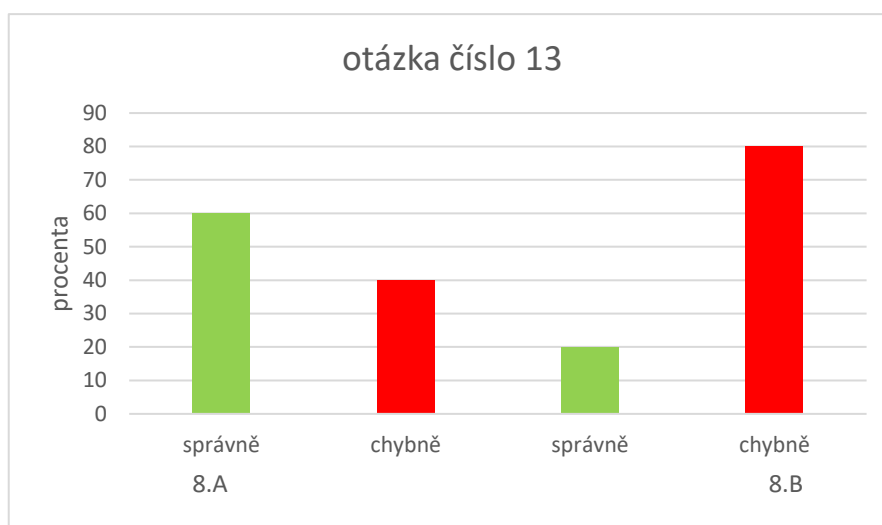
Graf 4.12: Grafické znázornění odpovědí otázky 12 výstupního dotazníkového šetření

4.1.13 OTÁZKA Č. 13 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

13. Výhoda planetkových zákrytů je ta, že ji může provést i pozorovatel amatér, co k tomu potřebuje?

dalekohled, videokameru s časovým kódem

Otázku týkající se amatérské činnosti pozorovatelů jsem do výstupního dotazníkového šetření zahrнула záměrně. Aby se i žáci na základní škole dozvěděli, že je možné si tuto činnost vyzkoušet doopravdy. Jeden žák tento fakt komentuje i ve slovním zhodnocení vyučovací hodiny. V odpovědích na otázku číslo třináct byla úspěšnější třída 8.A s 60 % správných odpovědí, 8.B odpověděla s úspěšností pouze 20 %.



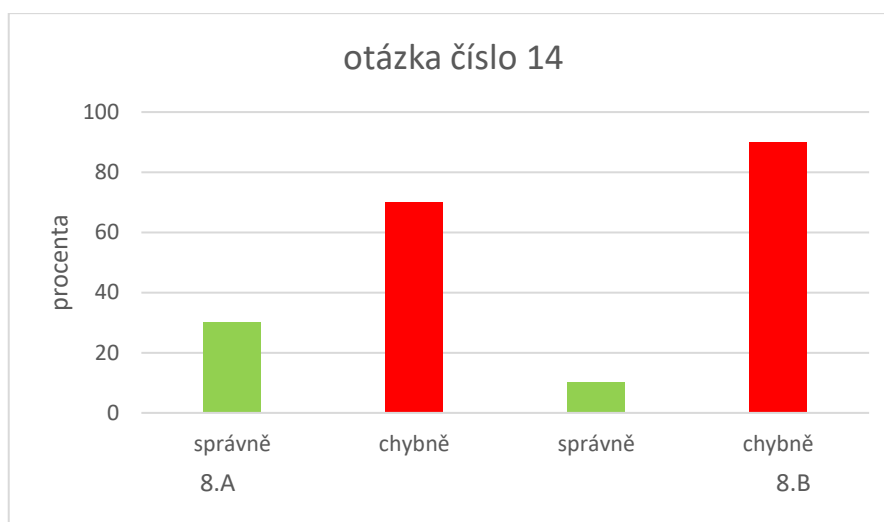
Graf 4.13: Grafické znázornění odpovědí otázky 13 výstupního dotazníkového šetření

4.1.14 OTÁZKA Č. 14 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

14. Pokud dojde k pozitivnímu zákrytu, může se stát, že hvězda problikává. Co to pro pozorovatele znamená?

Povrch (okraj) planetky je nerovnoměrný. Přítomnost měsíců obíhajících okolo planetky.

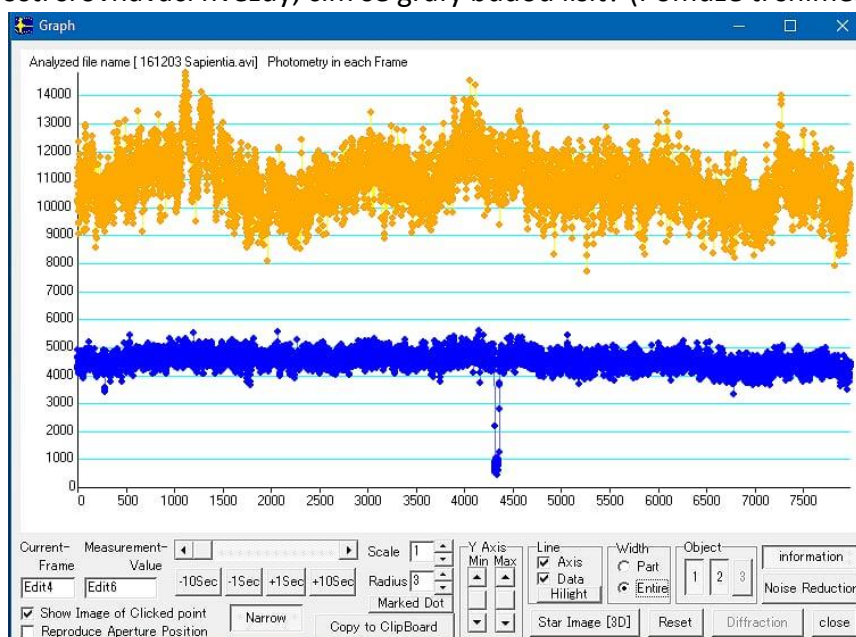
Otázka týkající se problikávání hvězdy nebyla přímo ve výkladu zmíněna, závisí na logickém úsudku žáků nebo jejich představivosti. Domnívám se, kdyby nebyla otázka otevřená, ale žáci by měli na výběr z možností, výsledky této otázky by dopadly výrazně lépe. Ve třídě 8.A odpovědělo správně 30 % žáků, ve třídě 8.B jen 10 % žáků.



Graf 4.14: Grafické znázornění odpovědí otázky 14 výstupního dotazníkového šetření

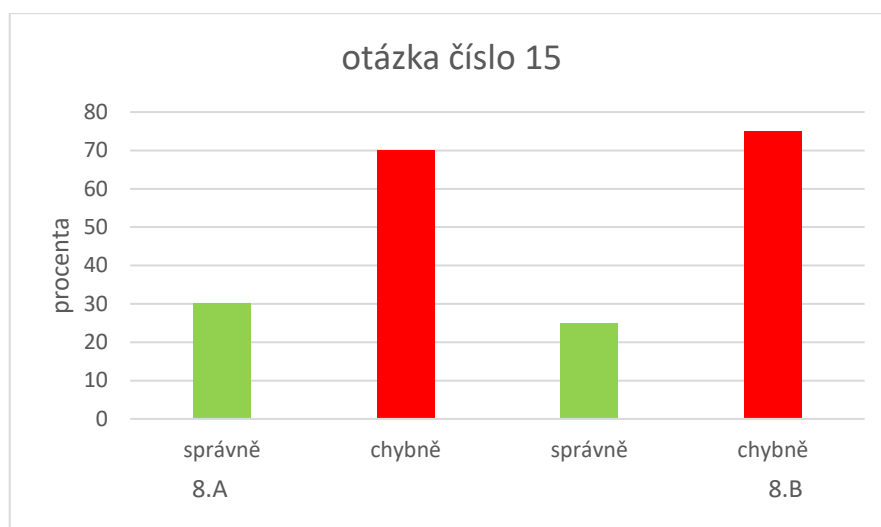
4.1.15 OTÁZKA Č. 15 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

15. Pokud porovnáváme průběh jasnosti hvězdy při pozitivním zákrytu a průběh jasnosti srovnávací hvězdy, čím se grafy budou lišit? (Pomůže ti snímek grafu.)



U pozitivního zákrytu vidíme na určitý časový úsek náhlý pokles jasnosti (spodní modrý graf).

U otázky číslo patnáct měli žáci velký problém s formulací odpovědi. Věřím, že graf pochopili a určili veličiny zanesené na obou osách (na vodorovné ose je vyneseno čas, na svislé ose jasnost hvězd). Jejich odpovědi byly ale nepřesné, neúplné a odbyté. Odpovídá tomu i vyhodnocení odpovědí žáků 8. ročníku na následujícím grafu (graf 4.15). Třída 8.A odpověděla správně ve 30 % odpovědí, třída 8.B odpověděla správně ve 25 % svých odpovědí.

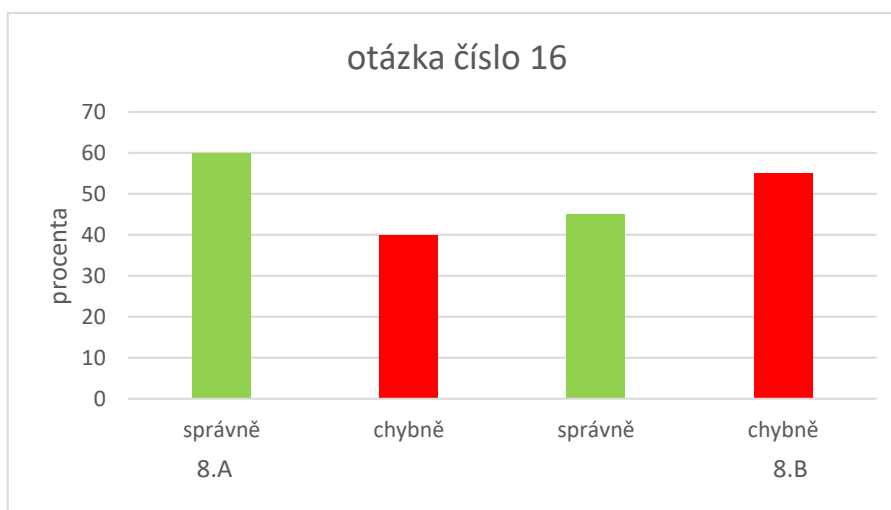


Graf 4.15: Grafické znázornění odpovědí otázky 15 výstupního dotazníkového šetření

4.1.16 OTÁZKA Č. 16 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

16. Na jakých parametrech závisí délka pozitivního planetkového zákrytu?
rychlost pohybu planetky, rozměry planetky

Odpovědi na otázku týkající se parametrů, na kterých závisí délka pozorování, dopadly úspěšněji ve třídě 8.A (úspěšnost 60 %). Pro přesnější odpovědi by bylo vhodnější specifikovat, na kolika parametrech závisí délka pozitivního pozorování.



Graf 4.16: Grafické znázornění odpovědí otázky 16 výstupního dotazníkového šetření

4.1.17 OTÁZKA Č. 17 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

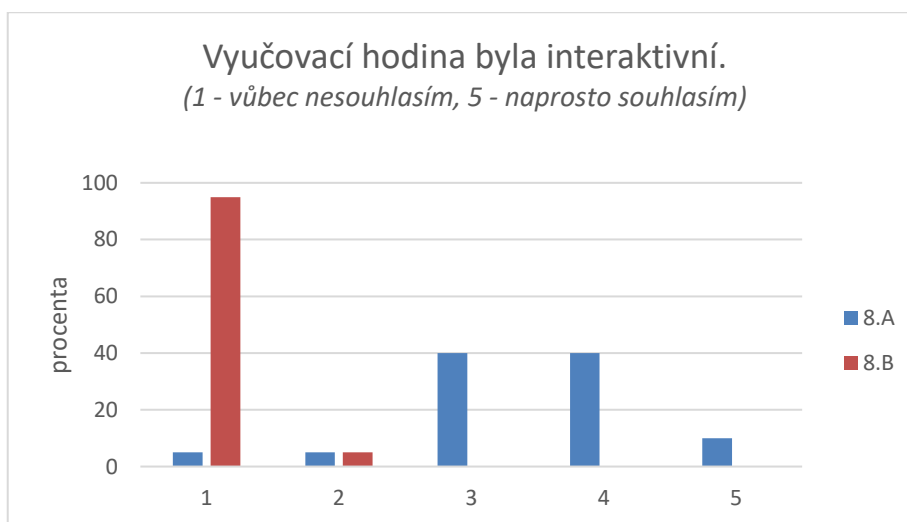
17. V následujících bodech prosím zhodnoť metody a formy výuky tématu Pozorování planetkových zákrytů.

(Vybírej ze škály 1–5. 1 znamená: vůbec nesouhlasím a 5 znamená: naprosto souhlasím.)

- a. Vyučovací hodina byla interaktivní.
1–2–3–4–5

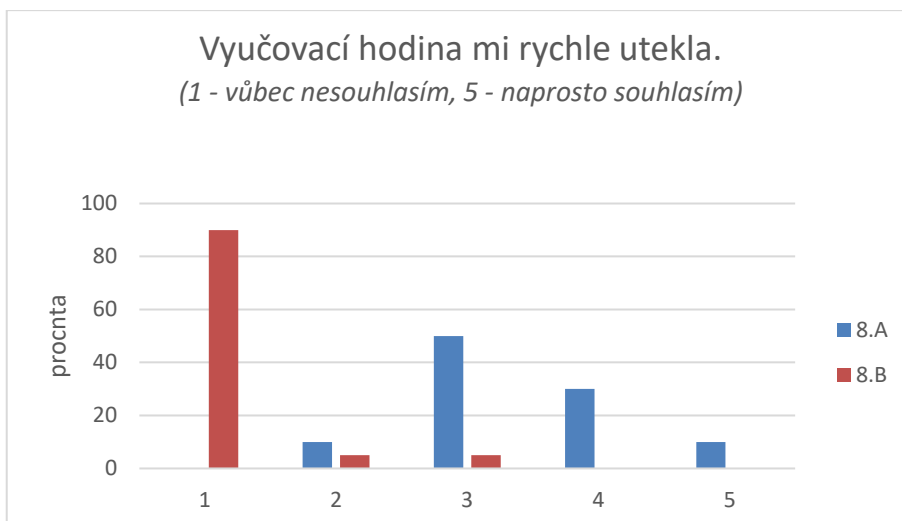
- b. Vyučovací hodina mi rychle utekla.
1–2–3–4–5
- c. Měl/a jsem možnost spolupráce se spolužáky.
1–2–3–4–5
- d. Vyučovací hodina byla srozumitelná.
1–2–3–4–5
- e. Vyučovací hodina byla zajímavá.
1–2–3–4–5
- f. Organizace a struktura vyučovací hodiny byla vedena dobře.
1–2–3–4–5
- g. Vyučovací hodina se mi líbila a v budoucnu bych se další takové hodině nebránil/a.
1–2–3–4–5

V následujících odpovědích (grafech), kdy žáci hodnotili dle škály 1–5 atraktivitu a organizaci vyučování, je vidět jistý nesoulad mezi jednotlivými třídami. Toto hodnocení bylo nedílnou součástí závěru vyučovacích hodin v obou třídách (skupinách), kde jsem využila odlišných výukových metod (metodu frontální a metodu experimentu).



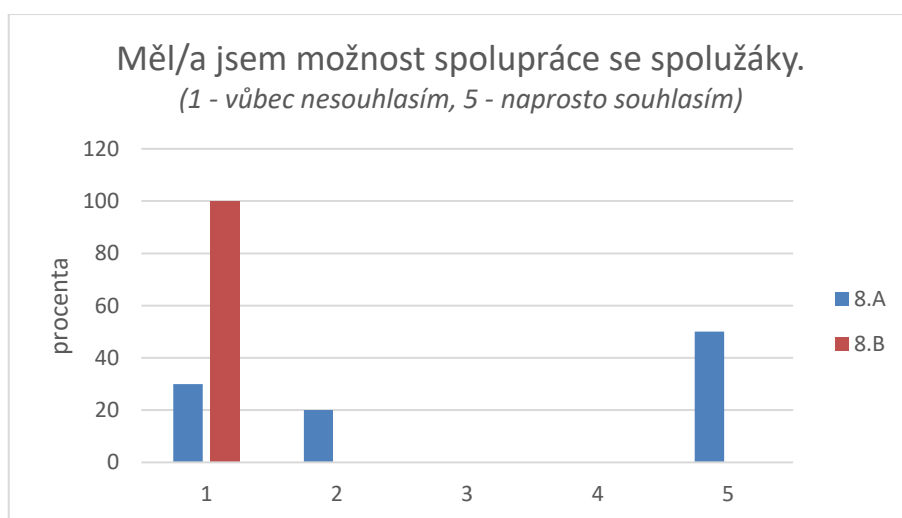
Graf 4.17: Grafické znázornění odpovědí otázky 17a výstupního dotazníkového šetření

S tvrzením, že hodina byla interaktivní, souhlasili spíše žáci ze třídy 8.A (možnost 1 a 2 využili dohromady jen z 10%). Žáci ve třídě 8.B s tvrzením o interaktivnosti spíše nesouhlasili (z 95 % volili vůbec nesouhlasím a z 5 % volili nesouhlasím).



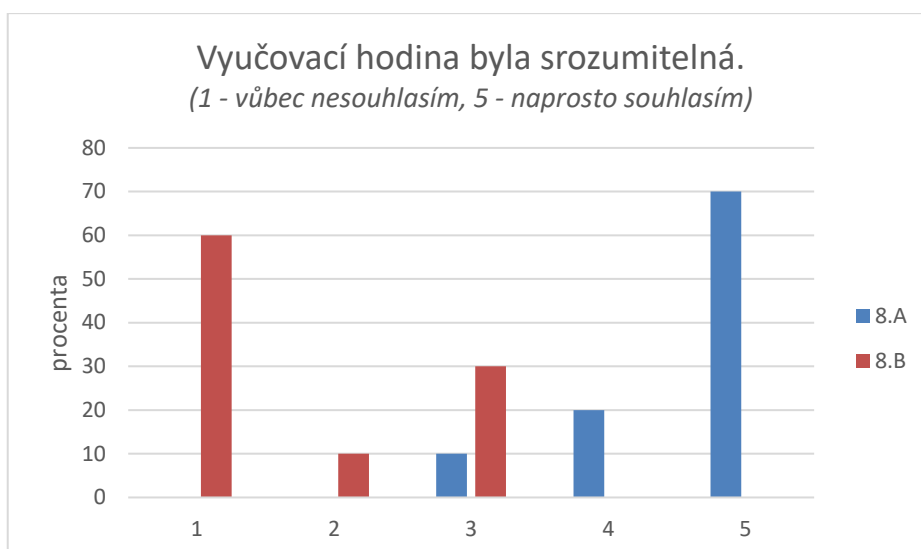
Graf 4.18: Grafické znázornění odpovědí otázky 17b výstupního dotazníkového šetření

Pro 90 % žáků ve třídě 8.B utíkala frontální výuka pomalu, žáci ve třídě 8.A s výrokem naopak souhlasili z 90 %, z 10 % s výrokem nesouhlasili.



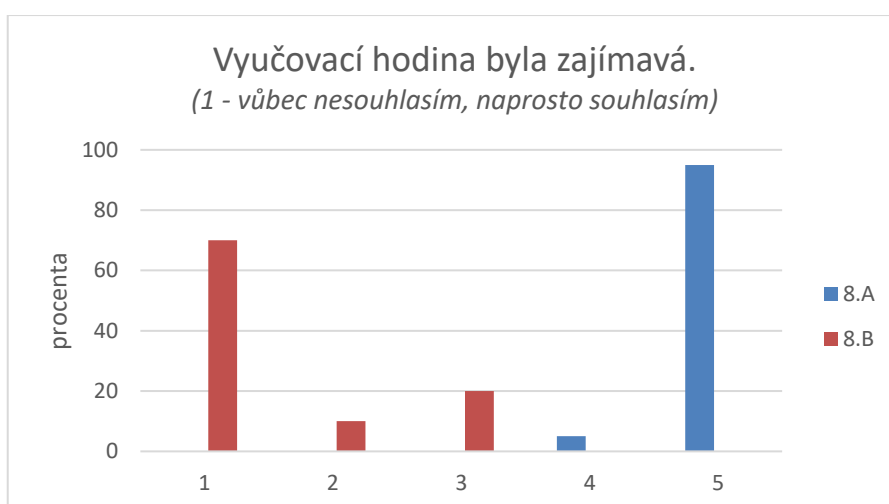
Graf 4.19: Grafické znázornění odpovědí otázky 17c výstupního dotazníkového šetření

Žáci ve třídě 8.B se shodli na tom, že během výuky neměli žádnou možnost spolupráce se spolužáky. Ve třídě 8.A zřejmě záleželo na tom, z jakého pohledu spolupráci se spolužáky uvažovali. Společně sice nepracovali, ale jednotlivě získaný časový údaj pomáhal vytvořit celkový tvar planetky (proto 50 % žáků s výrokem nesouhlasilo, naopak 50 % žáků s výrokem souhlasilo).



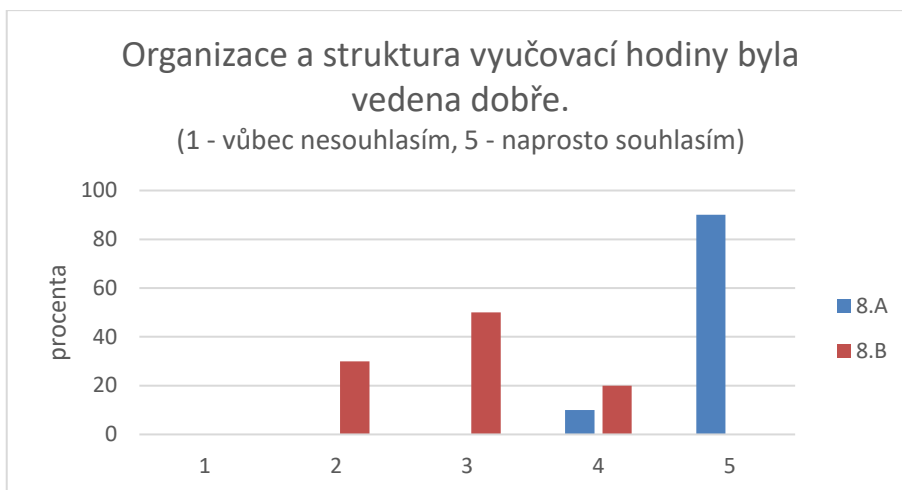
Graf 4.20: Grafické znázornění odpovědí otázky 17d výstupního dotazníkového šetření

Pro 70 % žáků ve třídě 8.A byla vyučovací hodina (resp. můžeme vztáhnout na učivo) srozumitelná, zatím 60 % žáků ve třídě 8.B přišla vyučovací hodina nesrozumitelná.



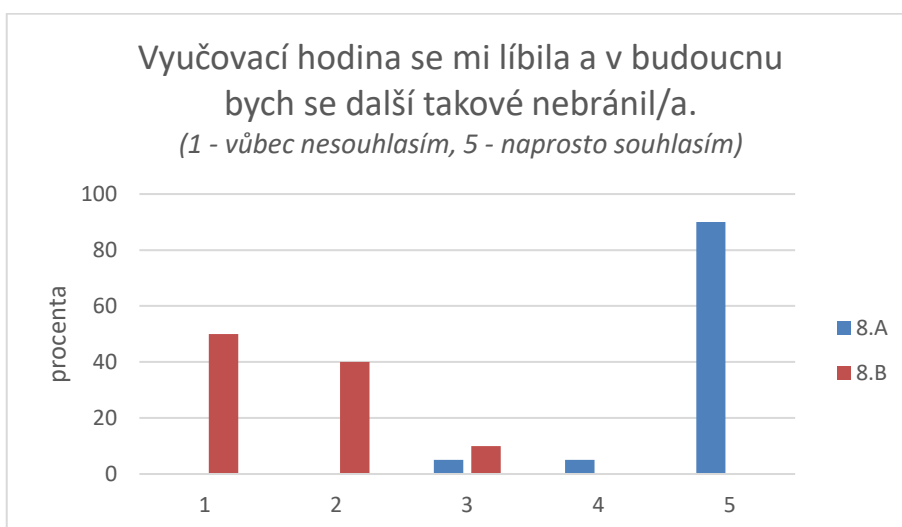
Graf 4.21: Grafické znázornění odpovědí otázky 17e výstupního dotazníkového šetření

Pro 95 % žáků ve třídě 8.A byla vyučovací hodina zajímavá. Odpovědi třídy 8.B byly rozložené ve škále 1 až 3, tzn. s výrokem vůbec nesouhlasilo 70 % žáků této třídy.



Graf 4.22: Grafické znázornění odpovědí otázky 17f výstupního dotazníkového šetření

S tvrzením, že vyučovací hodina byla organizována a strukturována dobře, ve třídě 8.A naprosto souhlasí 90 % žáků, zbytek žáků zvolilo odpověď 4 (souhlasím). Žáci ve třídě 8.B využívali odpovědi 2 až 4 (nesouhlasím, spíše souhlasím, souhlasím).



Graf 4.23: Grafické znázornění odpovědí otázky 17g výstupního dotazníkového šetření

Tato otázka se zabývá budoucími vyučovacími hodinami stejné struktury. Žáci ve třídě 8.A by z 90 % další takovou hodinu uvítali, žáci 8.B by z 50 % další takovou hodinu nechtěli, zbylých 50 % žáků využilo odpovědi 2 nebo 3 (nesouhlasím, spíše souhlasím).

4.1.18 OTÁZKA Č. 18 – VÝSTUPNÍ DOTAZNÍK

18. V následujícím kroku prosím o slovní zpětnou vazbu. Napiš tvé připomínky k tématu, co přesně se ti ne/ líbilo apod. (*Neboj se, šetření je anonymní.*)

Ukázka odpovědi žáků 8.A (pokud využili slovního hodnocení):

- „Hodina byla zajímavá, dozvěděla jsem se spoustu zajímavých věcí.“

- „*Líbil se mi model se žárovkou a tělesem. Celkově se mi hodina líbila.*“
- „*Dozvěděl jsem se hodně zajímavého. Někdy to možná zkusím.*“
- „*Líbila se mi simulace. Zpestření obvyklé výuky.*“
- „*Líbilo se mi, jak jsme byli postaveni od nejmenšího k největšímu.*“
- „*Hodina byla zajímavá.*“
- „*Aktivní hodina.*“
- „*Fyzika mě nebaví, ale zpestřilo to výuku.*“
- „*Hodina byla zajímavá a rychle mi utekla.*“

Ukázka odpovědí žáků 8.B (pokud využili slovního hodnocení):

- „*Hodina mi moc neutíkala.*“
- „*Chtělo by to oživit hodinu.*“
- „*Určitě je to zajímavé téma, ale nic pro mě.*“
- „*Ze strany paní učitelky dobře vysvětlené.*“
- „*Škoda, že jsme nemohli spolupracovat se spolužáky.*“

4.2 VYHODNOCENÍ VÝSTUPNÍHO DOTAZNÍKU

Pomocí výsledků výstupního dotazníkového šetření lze konstatovat, že efektivnost velmi závisí na použité výukové metodě.

Žáky, kteří měli dané téma pomocí výkladu – frontální výuky, učivo nebavilo a do budoucna by se k němu nevraceli. Naopak žáky ve třídě, kde probíhala názorná simulace planetkového zákrytu, učivo bavilo a do budoucna by se podobným aktivitám nebránili.

Obecně dělaly žákům největší problém otevřené úlohy. Nejhorších výsledků dosáhli v otázce číslo 5 „*Jsou přínosná i negativní pozorování planetkových zákrytů? Pokud ano, tak proč?*“. Zde odpovědělo ve třídě 8.B chybně 60 % žáků. Dále v otázce číslo 13 „*Výhoda planetkových zákrytů je ta, že ji může provést i pozorovatel amatér. Co k tomu potřebujeme?*“ ve třídě 8.B odpovědělo chybně 80 % žáků – většinou jejich odpověď byla neúplná. Na otázku číslo 14 „*Pokud dojde k pozitivnímu zákrytu, může se stát, že hvězda problikává, co to pro pozorovatele znamená?*“ odpovědělo chybně ve třídě 8.B celkem 90 % žáků. V otázce číslo 15 měli žáci 8.B opět potíže s formulací své odpovědi (otázka se týká výsledného grafu jasnosti hvězdy v závislosti na čase) a odpovědělo správně 35 % žáků.

Výsledky výstupního dotazníkové šetření porovnám pomocí statistické analýzy, abych zjistila rozdíl ve výsledcích mezi oběma skupinami. Pomocí Excelu zjistím základní statistické charakteristiky (počet otázek n , průměrná hodnota rozdílových hodnot d , rozptyl rozdílových hodnot σ^2) obou souborů dat se správnými odpověďmi jednotlivých otázek a následně provedu testování statistické hypotézy (o rozdílech mezi jednotlivými otázkami obou testovaných skupin) na hladině významnosti 0,025.

$$n_{\text{výstup}} = 16 \quad d_{\text{výstup}} = 15,1 \quad \sigma_{\text{výstup}}^2 = 12,2$$

S použitím výše vypočítaných základních statistických charakteristik určím hodnotu testovacího kritéria $T = \frac{|d_{\text{výstup}}| \sqrt{n_{\text{výstup}} - 1}}{\sigma_{\text{výstup}}^2} = \frac{|15,1| \sqrt{16 - 1}}{12,2} = 4,81$. Kritická hodnota vypočítaná pomocí funkce Excelu TINV je $T_{\text{krit}} = T_{0,025}(16 - 1) = \text{TINV}(0,025; 15) = 2,49$. Testovací kritérium T překročilo kritickou hodnotu T_{krit} , tudíž zamítneme nulovou hypotézu, to znamená, že mezi oběma skupinami jsou statisticky významné rozdíly v odpovědích na jednotlivé otázky výstupního dotazníkového šetření.

Abych mohla stanovit, která výuková metoda je méně či více efektivní v podobě osvojení si učiva, provedu ještě jedno statistické vyhodnocení dat z výstupního dotazníkového šetření. Pro úspěšné zvládnutí výstupního dotazníkového šetření budu považovat takový výsledek, pokud jej správně vyplní 75 % žáků v dané skupině.

Pomocí Excelu zjistím základní statistické charakteristiky (počet otázek n , průměrná hodnota rozdílových hodnot d , rozptyl rozdílových hodnot σ^2) obou souborů dat se správnými odpověďmi jednotlivých otázek a porovnám je se situací, kdyby každou otázku správně zodpovědělo 75 % žáků. Následně provedu testování statistické hypotézy (o rozdílech mezi jednotlivými otázkami testovaných skupin vůči 75 %) na hladině významnosti 0,025.

$$n_{\text{výstup-8.A-75}} = 16 \quad d_{\text{výstup-8.A-75}} = -10,3 \quad \sigma_{\text{výstup-8.A-75}}^2 = 26,0$$

$$n_{\text{výstup-8.B-75}} = 16 \quad d_{\text{výstup-8.B-75}} = -25,4 \quad \sigma_{\text{výstup-8.B-75}}^2 = 27,2$$

S použitím výše vypočítaných základních statistických charakteristik určím hodnotu testovacího kritéria $T_{8.A} = \frac{|d_{\text{výstup-8.A-75}}| \sqrt{n_{\text{výstup-8.A-75}} - 1}}{\sigma_{\text{výstup-8.A-75}}^2} = \frac{|-10,3| \sqrt{16 - 1}}{26,0} = 1,54$,

$$T_{8.B} = \frac{|d_{\text{výstup-8.B-75}}| \sqrt{n_{\text{výstup-8.B-75}} - 1}}{\sigma_{\text{výstup-8.B-75}}^2} = \frac{|-25,4| \sqrt{16 - 1}}{27,3} = 3,63. \quad \text{Kritická hodnota vypočítaná}$$

pomocí funkce Excelu TINV je v obou případech stejná, $T_{krit} = T_{0,025}(16 - 1) = TINV(0,025; 15) = 2,49$. Testovací kritérium $T_{8,A}$ nepřekročilo kritickou hodnotu T_{krit} , tudíž přijmeme nulovou hypotézu, to znamená, že výsledky výstupního dotazníkového šetření ve třídě 8.A se statisticky významně neliší od výsledků, kde je 75 % správných odpovědí. Testovací kritérium $T_{8,B}$ naopak překročilo kritickou hodnotu T_{krit} , tudíž zamítneme nulovou hypotézu, to znamená, že výsledky výstupního dotazníkového šetření třídy 8.B se statisticky významně liší od výsledků, kde je 75 % správných odpovědí.

Z výše uvedeného lze konstatovat, že demonstračně naučná metoda v podobě experimentu je efektivnější z hlediska výuky než metoda frontální.

5 ZHODNOCENÍ VÝUKY ODLIŠNÝCH VÝUKOVÝCH METOD

Kritériem pro zhodnocení efektivnosti dvou odlišných výukových metod bylo výstupní dotazníkové šetření (posttest). To obsahovalo více otevřených otázek, všechny otázky byly v obou třídách různým způsobem zmíněny.

Výsledkem dotazníkového šetření nebyl maximální počet bodů. Hodnoceny byly jednotlivé otázky zvlášť. Pokud byly otázky složitější s více odpověďmi, promítlo se to v grafu, který je vždy zařazen za otázku dotazníkového šetření, které v diplomové práci obsahuje i autorské řešení.

Pokud bychom hodnotili náročnost na přípravu jednotlivých výukových hodin, příprava na experimentální výuku je pro učitele časově mnohem náročnější. Je důležité promyslet organizační situace ve dvouhodinovém bloku, rovněž musí mít vyučující připraveny všechny potřebné pomůcky dopředu s ohledem na jejich funkčnost. V případě frontální výuky je časová náročnost na přípravu značně menší, byla potřeba si připravit pouze kvalitní powerpointovou prezentaci, která ale byla součástí výuky i v druhé třídě.

V případě frontální výuky se za jednu vyučovací hodinu (45 minut) stihlo probat téma a zároveň žáci vyplnili výstupní dotazník. V případě experimentální výuky byly potřebné dvě vyučovací hodiny včetně přestávky, tj. dohromady 100 minut, což zároveň představuje minimální čas potřebný k realizaci simulace.

Jak je vidět nejenom ze slovního hodnocení žáků, mnohem zajímavější se jim jeví výuková hodina obsahující simulaci planetkového zákrytu. Žáci si téma dostatečně osvojili, jsou schopni si představit situaci reálného planetkového zákrytu ve vesmíru. Tento jev byl pozorován i během dvouhodinového bloku. Ze začátku, kdy se žáci seskupovali ve třídě, aby zaujmuli vhodné postavení pro pozorování planetkového zákrytu, byla vidět dezorientace z důvodu špatné představivosti, jak planetkový zákryt ve skutečnosti probíhá. Koordinací vyučujícího se ale dalším nesrovnalostem zamezilo. Při pátém měření času zákrytu bylo na žácích vidět nadšení, bavilo je to a byli zvědaví na své výsledky v podobě tvaru své planety.

V druhém případě si žáci při frontální výuce těžko představovali samotnou situaci, přestože byl planetkový zákryt vysvětlován alespoň na obrázcích. O tomto jevu vypovídají i výsledky dotazníkového šetření v otázce číslo 4: „*Jak je možné, že zákryt neprobíhá na*

všech místech Země ve stejný okamžik?“ V případě třídy 8.A, kde probíhala experimentální metoda výuky, odpovědělo správně 60 % žáků. Ve vedlejší třídě odpovědělo správně na otázku číslo 4 pouze 35 % žáků. Stejný jev lze pozorovat i u otázky číslo 5: *„Jsou přínosná i negativní pozorování planetkových zákrytů? Pokud ano, tak proč?“* Zde odpovědělo správně 65 % žáků ze třídy 8.A a pouze 38 % žáků ze třídy 8.B.

Pro další výuku astronomie, respektive přímo téma planetkových zákrytů, bych jako vyučující volila metodu experimentální, i když je mnohem náročnější na přípravu a organizaci během výuky, nicméně důležitější jsou pro mě výsledky u žáků.

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vytvoření simulace planetkového zákrytu v osmém ročníku na základní škole za pomoci školních pomůcek formou experimentální výuky a následné porovnání s výkladem stejného tématu pouze formou frontální výuky. V úvodní části diplomové práce jsem se věnovala tématu, které navazuje na poslední kapitulu mé bakalářské práce, a to didaktické využití dat z planetkových zákrytů a jejich další aplikace. Uvádím jednotlivé kroky zpracování dat ze zákrytů hvězd planetkami a popisuji způsoby, jak tuto oblast použít ve výuce na úrovni, která odpovídá znalostem a možnostem žáků na základní škole.

Metodiku pozorování planetkových zákrytů, která byla hlavním výstupem mé bakalářské práce, jsem zformátovala a uložila do samostatného dokumentu ve formátu PDF. Za pomoci vedoucího mé bakalářské i diplomové práce PhDr. Ing. Oty Kéhara, Ph.D., jsme PDF soubor zaslali zástupcům organizace International Occultation Timing Association / European Section (IOTA/ES, iota-es.de). Díky mé osobní účasti na odborném mezinárodním setkání European Symposium on Occultation Projects (ESOP 37, esop37.cz), které se konalo koncem srpna 2018 v Rokycanech, byl jako první návod na pozorování planetkových zákrytů v českém jazyce zveřejněn na stránce *Guidelines for Occultation Observations* evropské sekce IOTA, viz iota-es.de/guidelines.html.

Ve druhé kapitole se věnuji srovnání obou tříd 8. ročníku základní školy a vyhodnocení výsledků dotazníkového šetření pomocí statistické analýzy. Srovnání fyzikálních a obecných znalostí jsem v obou třídách prováděla stejný den formou vstupního dotazníkového šetření, které v kapitole 2 podrobně popisuji, za každou otázkou z dotazníku se nachází grafické vyhodnocení odpovědí v obou třídách. Výsledkem statistické analýzy je konstatování, že obě testované skupiny (experimentální a srovnávací) nevykazují statisticky významné rozdíly v odpovědích na jednotlivé otázky z dotazníku. Obě skupiny jsou zároveň srovnatelné z hlediska fyzikálního a obecného povědomí. Proto by neměly být výsledky simulace planetkového zákrytu a následného porovnání obou výukových metod tímto jevem ovlivněny.

Pro simulaci planetkového zákrytu jsem v experimentální skupině použila snadno dostupné pomůcky: jako hvězdu LED žárovku v plechovém kufříku a pro planetku jsem použila papír nepravidelného tvaru připevněný k vozíku na kolejnici.

Na konci dvou odlišných vyučovacích hodin za použití různých výukových metod jsem s žáky vyplnila výstupní dotazník, který byl koncipován stejným způsobem jako vstupní dotazník. Každá otázka je okomentovaná, zdůvodněno její zařazení a následuje její grafické vyhodnocení. Na závěr je použita statistická analýza výstupního dotazníkového šetření, ze kterého plyne, že třída, ve které byla použita frontální metoda výkladu, dosahuje horších výsledků než třída, ve které byla aplikována experimentální výuka za pomoci simulace planetkového zákrytu.

Celkově se mi pracovalo lépe ve třídě, kde jsem použila experimentální metodu. Žáci byli více zapojeni do výuky. Dle odpovědí na otázky 17 a 18 z výstupního dotazníkového šetření byli i žáci více spokojeni s tímto typem výuky.

Diplomovou prací mé aktivity v tomto oboru nekončí, ráda bych se planetkovým zákrytům a jejich začlenění do výuky věnovala i nadále. Toto téma je i v době kosmických letů stále velmi aktuální, proto bych chtěla vytvořené praktické aktivity efektivně rozšířit mezi učitele, např. na konferencích Veletrh nápadů učitelů fyziky, Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky nebo Dílny Heuréky.

RESUMÉ

In the first chapter, I used data from Occultation, and I described their usage during education process. In second chapter, I mentioned about input survey questionnaire, which is I described and evaluated in detail. The main purpose of this input questionnaire is to compare two groups of pupils from their knowledge point of view. In third chapter, I described in detail the course of frontal and experimental teaching and I described experiment of Asteroid Occultation. The differences of effect in various teaching methods are visible in results of output survey questionnaire. The lesson with the experimental teaching method has better results in case of efficiency of education, motivation of pupils and their own activities. Thanks to this survey of different teaching methods, I have the evidence that the experimental method is much more popular for pupils and I will include it more often to teaching physics or astronomy.

SEZNAM LITERATURY

- [1] Knowl Hill Astronomical Observatory Log [online]. [cit 2019-06-24] Dostupné z: <http://www.stargazer.me.uk/observing/Geometry.jpg>
- [2] Planety - Planetky - Planetka Henrika. *Astronomia – astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni* [online]. Plzeň, 2019 [cit. 24.06.2019]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz/planety/planetka-826>
- [3] Zastoupení metod při pozorování zákrytů vytvořené z dat [online]. [cit 2019-06-24]. Dostupné z: <http://www.euraster.net/results/index.html>
- [4] Planety - Planetky - Analýza parametrů planetek. *Astronomia – astronomický server Fakulty pedagogické ZČU v Plzni* [online]. Plzeň, 2019. [cit. 24.06.2019]. Dostupné z: <http://astronomia.zcu.cz/planety/planetky/2381-analyza-parametru-planetek>
- [5] 2018 European Asteroidal Occultation Results. [online] [cit 2019-06-24]. Dostupné z: <http://www.euraster.net/results/2018/index.html>
- [6] (38) Leda / TYC 2373-01454-1 event on 2018 Nov 18, 04:44 UT. *Asteroid Occultation Predictions (Current)* [online]. Dostupné z: http://www.asteroidoccultation.com/2018_11/1118_38_57200.htm
- [7] Metodika pozorování planetkových zákrytů. *Dspace at University of West Bohemia* [online]. [cit. 2019-06-24] Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/27395>
- [8] Testování statistických hypotéz [online]. [cit. 2019-06-24]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/kap11/kap12.htm>
- [9] Možnosti terénní výuky geografie v Evropsky významné lokalitě (příkladová studie v povodí Kateřinského potoka v Českém lese). *Dspace at University of West Bohemia* [online]. Dostupné z: <https://dspace5.zcu.cz/handle/11025/28296>
- [10] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 8073150395.
- [11] SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). ISBN 9788024718217.
- [12] KALHOUS, Zdeněk. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 807178253x.
- [13] VALIŠOVÁ, Alena a Hana KASÍKOVÁ. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2007. Pedagogika (Grada). ISBN 9788024717340.

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ

Pokud není uvedeno jinak, je zdrojem obrázků archiv autorky práce.

Obr. 1.1: Ilustrativní obrázek zákrytu hvězd planetkou [1]	6
Obr. 1.2: Vzájemné postavení Země, Slunce a planetky v den zákrytu [2]	7
Obr. 1.3: Zastoupení metod při pozorování zákrytů vytvořené z dat na euraster.net [3]....	8
Obr. 1.4: Rozložení planetek v hlavním pásu [4]	11
Obr. 1.5: Ukázka úkazu s velkým počet pozitivních pozorování, označené „O+“ [5].....	12
Obr. 1.6: Ukázka vyhodnoceného tvaru planetky z pozitivních i negativních pozorování [5]	12
Obr. 1.7: Průběh listopadového zákrytu planetky Leda napříč Evropou [6]	13
Obr. 1.8: Ukázka úkazu s jedním pozitivním pozorování [5]	13
Obr. 3.1: Uspořádání třídy při frontální výuce dle Maňáka, Švece [10]	36
Obr. 3.2: Tabule s potřebnými údaji k úspěšnému provedení experimentu	39
Obr. 3.3: Realizace pozorované planetky a hvězdy	40
Obr. 3.4: Výsledný model planetky „Planetka 8.A“ při simulaci planetkového zákrytu.....	41
Tabulka 2.1: Složení porovnávaných tříd ve vstupním dotazníkovém šetření.....	14
Graf 2.1: Grafické znázornění odpovědí otázky 1 vstupního dotazníkového šetření	17
Graf 2.2: Grafické znázornění odpovědí otázky 2 vstupního dotazníkového šetření	18
Graf 2.3: Grafické znázornění odpovědí otázky 3 vstupního dotazníkového šetření	19
Graf 2.4: Grafické znázornění odpovědí otázky 4 vstupního dotazníkového šetření	20
Graf 2.5: Grafické znázornění odpovědí otázky 5 vstupního dotazníkového šetření	20
Graf 2.6: Grafické znázornění odpovědí otázky 6 vstupního dotazníkového šetření	21
Graf 2.7: Grafické znázornění odpovědí otázky 7 vstupního dotazníkového šetření	22
Graf 2.8: Grafické znázornění odpovědí otázky 8 vstupního dotazníkového šetření	23
Graf 2.9: Grafické znázornění odpovědí otázky 9 vstupního dotazníkového šetření	24
Graf 2.10: Grafické znázornění odpovědí otázky 10 vstupního dotazníkového šetření	24
Graf 2.11: Grafické znázornění odpovědí otázky 11 vstupního dotazníkového šetření	25
Graf 2.12: Grafické znázornění odpovědí otázky 12 vstupního dotazníkového šetření	26
Graf 2.13: Grafické znázornění odpovědí otázky 13 vstupního dotazníkového šetření	27
Graf 2.14: Grafické znázornění odpovědí otázky 14 vstupního dotazníkového šetření	28
Graf 2.15: Grafické znázornění odpovědí otázky 15 vstupního dotazníkového šetření	28
Graf 2.16: Grafické znázornění odpovědí otázky 16 vstupního dotazníkového šetření	29
Graf 2.17: Grafické znázornění odpovědí otázky 17 vstupního dotazníkového šetření	30
Graf 2.18: Grafické znázornění odpovědí otázky 18 vstupního dotazníkového šetření	31
Graf 2.19: Grafické znázornění odpovědí otázky 19 vstupního dotazníkového šetření	32
Graf 2.20: Grafické znázornění odpovědí otázky 20 vstupního dotazníkového šetření	33
Graf 4.1: Grafické znázornění odpovědí otázky 1 výstupního dotazníkového šetření	43
Graf 4.2: Grafické znázornění odpovědí otázky 2 výstupního dotazníkového šetření	43
Graf 4.3: Grafické znázornění odpovědí otázky 3 výstupního dotazníkového šetření	44
Graf 4.4: Grafické znázornění odpovědí otázky 4 výstupního dotazníkového šetření	45
Graf 4.5: Grafické znázornění odpovědí otázky 5 výstupního dotazníkového šetření	46

Graf 4.6: Grafické znázornění odpovědí otázky 6 výstupního dotazníkového šetření	47
Graf 4.7: Grafické znázornění odpovědí otázky 7 výstupního dotazníkového šetření	48
Graf 4.8: Grafické znázornění odpovědí otázky 8 výstupního dotazníkového šetření	49
Graf 4.9: Grafické znázornění odpovědí otázky 9 výstupního dotazníkového šetření	50
Graf 4.10: Grafické znázornění odpovědí otázky 10 výstupního dotazníkového šetření ...	51
Graf 4.11: Grafické znázornění odpovědí otázky 11 výstupního dotazníkového šetření ...	52
Graf 4.12: Grafické znázornění odpovědí otázky 12 výstupního dotazníkového šetření ...	52
Graf 4.13: Grafické znázornění odpovědí otázky 13 výstupního dotazníkového šetření ...	53
Graf 4.14: Grafické znázornění odpovědí otázky 14 výstupního dotazníkového šetření ...	54
Graf 4.15: Grafické znázornění odpovědí otázky 15 výstupního dotazníkového šetření ...	55
Graf 4.16: Grafické znázornění odpovědí otázky 16 výstupního dotazníkového šetření ...	55
Graf 4.17: Grafické znázornění odpovědí otázky 17a výstupního dotazníkového šetření .	56
Graf 4.18: Grafické znázornění odpovědí otázky 17b výstupního dotazníkového šetření .	57
Graf 4.19: Grafické znázornění odpovědí otázky 17c výstupního dotazníkového šetření..	57
Graf 4.20: Grafické znázornění odpovědí otázky 17d výstupního dotazníkového šetření .	58
Graf 4.21: Grafické znázornění odpovědí otázky 17e výstupního dotazníkového šetření .	58
Graf 4.22: Grafické znázornění odpovědí otázky 17f výstupního dotazníkového šetření ..	59
Graf 4.23: Grafické znázornění odpovědí otázky 17g výstupního dotazníkového šetření..	59

PŘÍLOHY

K diplomové práci je přiložené DVD, které obsahuje elektronickou verzi této práce, videozáznam, na kterém je natočena simulace planetkového zákrytu a elektronická powerpointová prezentace, která byla využita jako výukový materiál v obou třídách.