Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Základní test z astronomie

Autor:	Tereza Václavcová
Studijní program:	B1701 Fyzika
Studijní obor:	1701R003 Fyzika / Fyzika – Geografie
Forma studia:	Prezenční
Vedoucí práce:	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D.
Termín odevzdání práce:	Květen 2021

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Lukáše Richterka, Ph.D. a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých pramenů.

V Olomouci 17. 5. 2021 ...…….....

Tereza Václavcová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Lukášovi Richterkovi, Ph.D. za všestrannou pomoc, množství cenných a inspirativních rad, doporučení, připomínek a zároveň za velkou trpělivost s obdivuhodnou ochotou při konzultacích poskytnutých ke zpracování této práce. Mé poděkování také patří Mgr. Anně Krčmářové a RNDr. Tomášovi Gráfovi, Ph.D., kteří se podíleli na realizaci testování a překladu astronomického testu.

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora	Tereza Václavcová
Název práce	Základní test z astronomie
Typ práce	Bakalářská
Pracoviště	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D
Rok obhajoby práce	2021
Abstrakt	Tato bakalářská práce zpracovává výsledky testu ověřujícího základní znalosti z astronomie a jejím cílem je vyhodnotit znalosti studentů ve věku 8-14 let, které se týkaly specifických konceptů astronomie a vlivů planetária na výuku. Srovnání výkonu v pretestu a posttestu ukázalo, že programy absolvované v Pevnosti poznání neměly vliv na zlepšení a upevnění představ i znalostí žáků ověřované testovými otázkami.
Klíčová slova	Didaktický test, obtížnost úlohy, citlivost úlohy, reliabilita, normalizovaný zisk
Počet stran	33
Počet příloh	1
Jazyk	Český

Bibliographical identification:

Autor’s first name and surname	Tereza Václavcová
Title	Basic astronomy test
Type of thesis	Bachelor
Department	Department of Experimental Physics
Supervisor	Mgr. Lukáš Richterek, Ph.D
The year of presentation	2021
Abstract	This Bachelor thesis processes the results of a test verifying basic knowledge from astronomy and aims to evaluate the knowledge of students aged 8-14 years concerning specific concepts of astronomy and the effects of planetarium on teaching. Comparison of performance in the pretest and post-test showed that the programmes completed in the Fortress of Knowledge did not have an impact on improving and consolidating pupils' perceptions and knowledge verified by the test questions.
Keywords	didactic test, difficulty index, discrimination index, reliability, normalized gain
Number of pages	33
Number of appendices	1
Language	Czech

Obsah

ÚVOD **7**

1 DIDAKTICKÉ TESTY **8**

1.1 Příčina zavádění didaktických testů 8
1.2 Rozdělení didaktických testů 8
1.2.1 Standardizované testy *8*
1.2.2 Nestandardizované testy *8*
1.2.3 Testy ověřující *9*
1.3 Druhy testových úloh 9
1.3.1 Otevřené široké úlohy *9*
1.3.2 Otevřené úlohy se stručnou odpovědí *9*
1.3.3 Dichotomické úlohy *9*
1.3.4 Úlohy s výběrem odpovědí *10*
1.3.5 Úlohy přiřazovací *10*
1.3.6 Úlohy pořádací *10*

2 ROZBOR VLASTNOSTÍ DIDAKTICKÉHO TESTU **11**

2.1 Rozbor vlastností testových úloh 11
2.1.1 Obtížnost úloh *11*
2.1.2 Citlivost úloh *11*
2.1.3 Rozbor nenormovaných odpovědí *12*
2.2 Rozbor vlastností celkového testu 12
2.2.1 Validita *12*
2.2.2 Reliabilita *13*
2.2.3 Normalizovaný zisk *13*

3 CHARAKTERISTIKA A MOTIVACE PŮVODNÍHO TURECKÉHO TESTU **14**

3.1 Historie 14
3.2 Motivace původního testu 14
3.3 Průběh původního testu 14

4 NÁŠ SBĚR DAT V PEVNOSTI POZNÁNÍ **16**

4.1 Pevnost poznání 16
4.2 Průběh a metoda sběru dat 16
4.3 Obsah testu 17

5 STATISTICKÁ ANALÝZA VÝSLEDKŮ **18**

5.1 Pretest 18
5.2 Posttest 22
5.3 Srovnání pretestu a posttestu 25

6 POPIS MISKONCEPTŮ **27**

ZÁVĚR **30**

SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ **32**

PŘÍLOHA 1 - OBSAH TESTU **34**

Úvod

Cílem této práce bylo zpracovat výsledky testu ověřujícího základní znalosti z astronomie a vyhodnotit znalosti studentů ve věku 8-14 let, které se týkaly specifických konceptů astronomie a vlivů planetária na výuku. Vzhledem k tomu, že je mé budoucí povolání učitel fyziky a geografie, bylo propojení těchto dvou věd do jedné práce pro mě velmi lákavé. Bakalářská práce je rozdělena do šesti kapitol.

První kapitola je zaměřena na didaktické testy, důvody jejich zavádění, jejich rozdělení a druhy. V této kapitoly jsem jako hlavní zdroj použila především publikaci (Jeřábek a Bílek, 2010).

Druhá kapitola se zabývá pojmy, které budeme potřebovat pro statistické zpracování testu. Tato kapitola má dvě části. V první části se připomínají a shrnují základní charakteristiky související s teoretickým rozborem vlastností jednotlivých testových úloh, kam patří obtížnost úloh, citlivost úloh a rozbor nenormovaných odpovědí. Druhá část se zabývá rozborem vlastností testu jako celku. Do této kategorie spadá především validita, reliabilita a normalizovaný zisk. Hlavním zdrojem informací této problematiky byla publikace (Chráska, 2016).

Ve třetí kapitole je objasněna historie, motivace a průběh tureckého testu, který byl předlohou při tvorbě našeho astronomického testu. V této kapitole jsem především čerpala z publikace (Türk, Kalkan, 2015).

Čtvrtá kapitola je celá již zaměřena na náš astronomický test. Je v ní obsaženo krátké seznámení s Pevnosti poznání, kde probíhal náš sběr dat, informace o studentech, zapojených školách, průběhu a metodě sběru dat.

Pátá kapitola se zabývá zpracováním výsledků získaných z astronomického testu. Je stejně jako druhá kapitola rozdělena na dvě části, kdy v první části je statistický rozbor vlastností jednotlivých testových úloh. Druhá část obsahuje statistický rozbor vlastností testu jako celku. Součástí této kapitoly je také grafické zpracování výsledků a následné porovnání pretestu a posttestu.

V poslední, šesté, kapitole je objasněn pojem miskonceptů, které je možné pomocí testu identifikovat. Součástí je také hledání miskonceptů studentů v jednotlivých otázkách a porovnání s miskoncepty turecké předlohy. Vycházím zde především ze svých statistických výsledků a publikace (Türk, Kalkan, 2015), ve které autor mylné představy také rozebírá.

Snažila jsem se napsat práci co nejsrozumitelněji. Pro lepší přehlednost jsem se snažila text doplnit o grafy a tabulky. Součástí práce je také na konci vložená příloha, která zahrnuje celé znění testu ověřujícího základní znalosti z astronomie spolu se správnými odpověďmi. Druhou elektronickou přílohou je excelovský soubor, který obsahuje veškeré statistické výpočty zmíněné v této práci.

1 Didaktické testy

Ačkoliv je představa didaktického testu u mnoha autorů odlišná, dá se z definic vymezit, že se jedná o formu zkoušky. Pomocí ní se u určité skupiny lidí objektivně určuje osvojení daného učiva. Odlišuje se od obyčejné zkoušky tím, že didaktický test je dle předem určených pravidel vytvořen, ověřen, klasifikován a interpretován (Chráska, 1999).

1.1 Příčina zavádění didaktických testů

Na používání didaktických testů na základních i středních školách se v minulosti měnil názor. Do roku 1948 se zavádění didaktických testů ve výuce stalo trendem. Po tomto roce naopak nastalo naprosté vytlačení z vyučovacího procesu.

V současnosti se didaktické testy vrátily do výuky z několika důvodů. Potřeba navyšování objektivity diagnostické a kontrolní fáze a ekonomičnost v realizaci jeho zpětné vazby patří mezi nejvíce zmiňované důvody (Jeřábek a Bílek, 2010).

1.2 Rozdělení didaktických testů

Existují didaktické testy odlišných druhů a kvalit, kdy každý druh má svou určitou vlastnost a navzájem se mezi sebou odlišují získanou informací.

Za pomoci klasifikace podle Byčkovského (1982) rozdělujeme didaktické testy na testy:

- rychlosti,
- úrovně,
- standardizované,
- nestandardizované,
- kognitivní a psychomotorické,
- výsledků výuky a studijních předpokladů,
- rozlišující,
- ověřující,
- vstupní, průběžné a výstupní,
- monotematické a polytematické,
- objektivně srovnatelné,
- testy subjektivně skórovatelné.

1.2.1 Standardizované testy

Standardizované testy jsou vytvořené profesionálně a jsou ověřeny na dostatečně velkém vzorku žáků. Obsahují testové instrukce, které uživatele informují o základních vlastnostech testu a metodách zhodnocení jejich výsledku (Jeřábek a Bílek, 2010).

Jsou většinou vydávány specializovanými institucemi (v bývalém Československu Psychodiagnostika Bratislava). K dispozici je většinou testová norma (standard), která slouží k hodnocení dosažených výkonů (Chráska, 1999).

1.2.2 Nestandardizované testy

Nestandardizované testy se odlišují tím, že u nich nejsou známy základní vlastnosti (srozumitelnost a obtížnost úloh), protože se netestovali na větším množství žáků. Bývají obvykle označovány pod názvem „učitelské testy“, jelikož si je každý učitel tvoří sám ve formě písemných prací (Jeřábek a Bílek, 2010).

Neobsahují testovou příručku ani objektivně zvolenou testovou normu (standard). Při vytváření nestandardizovaných testů by učitelé měli dodržovat základní normy a zásady, které jsou doporučeny u testů standardizovaných (Chráska, 1999).

1.2.3 Testy ověřující

Ověřující testy v určité oblasti učební látky ověřují stupeň znalostí a vyhodnocují, jestli daná testovaná osoba látku zvládla nebo nezvádla (Jeřábek a Bílek, 2010).

Konečný výsledek testované osoby se porovnává v rámci všech úloh daného učiva, nikoli s výsledkem ostatních testovaných osob. Pokud chceme ověřit, zda si testovaná osoba danou látku osvojila či nikoliv, je nutné danou látku zapojit ve větším počtu úloh (Chráska, 2016).

1.3 Druhy testových úloh

Didaktický test se skládá z dílčích testových úloh. Testová úloha (testová položka) je otázka nebo úkol, které se v testu mají řešit. Podle kvality úloh se odvíjí kvalita celkového testování. Je proto důležité navrhování a konstrukci dát velkou pozornost (Chráska, 1999).

Didaktické testy obsahují spoustu druhů testových úloh. V následujících podkapitolách si za pomoci klasifikace podle Byčkovského (1982) představíme nejčastější z nich.

1.3.1 Otevřené široké úlohy

V otevřených širokých úlohách se od žáka vyžaduje rozsáhlá odpověď. Obvykle tato odpověď může být na polovinu strany nebo i delší. Rozsah očekávané odpovědi se studentovi napoví velikostí vynechaného místa.

Ačkoli se široké testové úlohy vytvářejí relativně snadno, jejich zásadní nevýhodou je, že se nedají objektivně hodnotit. Hodnotí se obvykle tak, že kompletní zodpovězení je za určitý počet bodů (např. deset). A s každou chybnou odpovědí se postupně strhává daný počet bodů (Chráska, 2016).

Otevřené široké úlohy slouží zejména k otestování rozsáhlejších vědomostí, proto se obvykle používají na středních a vysokých školách (Jeřábek a Bílek, 2010).

1.3.2 Otevřené úlohy se stručnou odpovědí

V úlohách se stručnou odpovědí se od žáka vyžaduje, aby uvedl krátkou a samostatnou odpověď. Vyžaduje se obvykle odpověď ve formě definice, čísla, symbolu, matematického vztahu atd. Úlohy se stručnou odpovědí se podle druhu odpovědi dělí na produkční a doplňovací (Chráska, 2016).

Mezi zásadní výhody patří především jejich snadné navrhování a vyhodnocování, dále také neposkytují testovaným osobám správnou odpověď (jako je tomu u úloh s výběrem odpovědí). Zásadní nevýhodou těchto testů je, že testovaná osoba mnohdy odpovídá správně, ale odlišně, než si autor představuje (Chráska, 1999).

1.3.3 Dichotomické úlohy

Dichotomické úlohy mají vždy pouze dvě alternativy odpovědi s tím, že jedna je správně. Správnou odpověď mají testované osoby vyznačit např. zakroužkováním nebo podtržením. Většinou se využívají k ověřování faktů.

Nevýhodou je velká pravděpodobnost, že testovaná osoba uhodne odpověď i bez vědomostí. Aby se odhadování správně odpovědi eliminovalo, je nutné použít dostatečný počet dichotomických úloh. Výhodou je snadné navrhování (Chráska, 1999).

1.3.4 Úlohy s výběrem odpovědí

Úloha s výběrem odpovědi obsahuje otázky (problémy) a nabídnuté odpovědi. Podle druhu odpovědi se dělí:

- **Úlohy s jednou správnou odpovědí**, u kterých se vybírá pouze 1 správná odpověď z více nabídnutých odpovědí.
- **Úlohy s jednou nejpřesnější odpovědí**, kde se vybírá pouze 1 nejpřesnější odpověď.
- **Úlohy s jednou nesprávnou odpovědí,** ve které se vybírá pouze jedna nesprávná odpověď.
- **Úlohy s vícenásobnou odpovědí,** u kterých se vybírají dvě a více správných odpovědí.
- **Situační úlohy,** které jsou neobvyklou obměnou úloh s výběrem odpovědí. Jedná se o úlohy, ve kterých je velký počet možností k odpovědi. Je zde velmi malá pravděpodobnost, že testovaná osoba uhádne správnou odpověď, aniž by k tomu měla příslušné znalosti (Chráska, 2016).

Úlohy s výběrem odpovědí a nabídka odpovědí by měly být vyjádřeny co nejstručněji. Při dlouhém a nepřehledném textu testované osoby ztrácí pozornost a jsou odvedeni od podstaty problému. Další nevýhodou úloh s výběrem odpovědí je uhádnutí správné odpovědi, aniž by testované osoby učivo ovládaly (Chráska, 2016).

1.3.5 Úlohy přiřazovací

U přiřazovacích úloh se nachází dvě množiny odlišných pojmů. Úkolem je objevit souvislost mezi pojmy a správně je k sobě přiřadit. Při navrhování přiřazovacích úloh je vhodné v obou množinách použít různý počet prvků. Pokud by množiny obsahovaly stejný počet prvků, přiřazením jednodušších pojmů by se postupně počet možných přiřazení zmenšoval. Udržíme tím pozornost až do konce řešení úlohy (Chráska, 1999).

1.3.6 Úlohy pořádací

U pořádacích úloh se od testovaných osob vyžaduje uspořádání odpovědi podle specifického hlediska např. podle velikosti, množství, chronologicky atd. (Jeřábek a Bílek, 2010). Nevýhodou těchto úloh je ohraničená oblast použití a složité skórování (Chráska, 2016).

2 Rozbor vlastností didaktického testu

Abychom měli finální představu o vlastnostech testu, je potřeba didaktický test ověřit na značně velkém vzorku testovaných osob. Kvalita didaktického testu se posuzuje nejen vlastnostmi jednotlivých testových položek, ale i vlastnostmi didaktického testu jako celku (Chráska, 2016).

2.1 Rozbor vlastností testových úloh

Rozbor vlastností testových úloh se zabývá především obtížností úloh, citlivostí úloh a také rozborem tzv. nenormovaných odpovědí (Chráska, 1999). V následujících podkapitolách zmíněné charakteristiky definujeme.

2.1.1 Obtížnost úloh

Obtížnost úloh udává, jak dalece je úloha pro testovaný vzorek obtížná. Při rozboru obtížnosti se počítá hodnota obtížnosti *Q*, nebo index obtížnosti *P*.

Hodnota obtížnosti Q vyjadřuje procento testovaných osob, které danou úlohu vynechaly, anebo zodpověděli chybně, z celkového počtu testovaných osob ve vzorku. Je dána vztahem

$$Q = 100\ \% \frac{n_n}{n}, \tag{2.1}$$

kde n_n je počet testovaných osob, které odpověď vynechaly nebo odpověděly chybně a *n* je celkový počet testovaných osob v daném vzorku (Chráska, 2016).

Index obtížnosti P vyjadřuje procento testovaných osob, které na danou úlohu odpověděli správně. Je dán vztahem

$$P = 100\ \% \frac{n_s}{n}, \tag{2.2}$$

kde n_s je počet testovaných osob, které v úloze odpověděly správně a *n* je celkový počet testovaných osob v daném vzorku (Chráska, 2016). Je zřejmé, že mezi hodnotou obtížnosti *Q* a indexem obtížnosti *P* lze vyjádřit vztah

$$Q = 100\ \% - P. \tag{2.3}$$

Příliš jednoduché úlohy mají hodnotu obtížnosti *Q* menší než 20 %, naopak velmi těžké úlohy hodnotu mají nad 80 %. Úlohy, které mají hodnotu obtížnosti okolo 100 %, by se neměly ve výuce používat, protože jsou velmi náročné. Naopak úlohy, které mají hodnotu obtížnosti okolo 0, se používat mohou, ale jen jako úlohy motivační. (Jeřábek a Bílek, 2010). Existuje spoustu názorů, v jakém rozmezí by se u testů hodnota obtížnosti *Q* měla nacházet. Jedním z nich je nejideálnější hodnota obtížnosti *Q* podle Chrásky (1999), která je okolo 50 %. V publikaci (Ding a kol., 2005) se používá doplňková hodnota *P*, která má nejvhodnější rozmezí 30 až 90 %.

2.1.2 Citlivost úloh

Citlivost úloh, někdy nazývána rozlišovací hodnotou, vyjadřuje schopnost úlohy umět rozlišit mezi žáky s lepšími a horšími znalostmi. Lze ji vypočítat různými způsoby, např. stanovením koeficientu citlivosti ULI, tetrachorického koeficientu nebo bodově biserálního koeficientu citlivosti, kdy všechny by měly nabývat hodnot od -1 do $+1$ (Jeřábek a Bílek, 2010).

Úlohy, které nejlépe rozlišují mezi studenty s horšími a lepšími vědomostmi, mají hodnoty koeficientů co nejbližší -1 nebo $+1$. Naopak úlohy s hodnotou koeficientu 0 vůbec mezi vědomostmi nerozlišují. Kladný koeficient znamená upřednostňování studentů s lepšími znalostmi učiva (s vyšším počtem dosažených bodů). Vychází-li koeficient naopak

záporně, znamená to, že úlohy upřednostňují studenty s horšími výsledky. K těmto výsledkům dochází především v úlohách, které jsou složitě zformulovány a obě skupiny žáků („horší“ i „lepší“) jsou nuceny volit rozdílné strategie řešení (Chráska, 2016).

U úloh s váženým skórováním se koeficient citlivosti určuje diskriminací RIT. Pro zjištění hodnoty tohoto koeficientu je nezbytné znát *Pearsonův korelační koeficient*, který udává vztah mezi ziskem bodů z úlohy a celkovým ziskem bodů z testu. Je dán vztahem

$$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(h_i - \bar{h})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(h_i - \bar{h})^2}}, \tag{2.4}$$

kde x_i je počet bodů v dané úloze i-té testované osoby, $\bar{x}$ je průměrný počet bodů dosažený v dané úloze, h_i je celkový počet bodů v testu i-té testované osoby a $\bar{h}$ je průměrný počet bodů dosažený v celém testu (Vafková, 2015). Dle publikace (Ding a kol., 2005) by měl Pearsonův korelační koeficient nabývat hodnot větších než 0,2.

2.1.3 Rozbor nenormovaných odpovědí

Další charakteristikou prováděnou v rámci rozboru vlastností testových úloh je rozbor nenormovaných odpovědí. Dochází zde k rozboru odpovědí vynechaných nebo špatně zodpovězených.

Dochází-li k častému vynechávání odpovědí v některých úlohách, může to být zapříčiněno více důvody. Jedním z důvodů může být špatná formulace úlohy, nedostatečná znalost učiva nebo nedostatek času na vyřešení úlohy. Zvýšenou pozornost je třeba věnovat otevřeným úlohám, u kterých 30-40 % žáků vynechalo odpověď. U uzavřených úloh je tato varovná hranice nad 20 % vynechaných odpovědí (Chráska, 2016).

Rozbor se provádí u úloh s otevřenou i uzavřenou odpovědí. U uzavřených je tento rozbor velmi jednoduchý, jelikož dochází pouze ke kontrole distraktorů (nesprávných nabídek). Pokud jednu z nabídnutých možností nezvolí nikdo (nebo téměř nikdo), stává se z ní distraktor, který by z testu měl být odstraněn. Nejvhodnější způsob rozboru nesprávných odpovědí v otevřených úlohách je rozdělit si chybné odpovědi na chyby základní a vedlejší. Základní chyby jsou ve velké většině způsobeny nedostatečnou znalostí učiva. Vedlejší chyby způsobují náhodné vlivy. Mezi tyto vlivy patří především nepřesné zaokrouhlování nebo chybné vyjádření vztahu mezi veličinami. Obecně úspěch či neúspěch je závislý na jiných faktorech, než na znalostech učiva. Ve správně sestaveném didaktickém testu by měl počet hlavních chyb převažovat nad počtem vedlejších chyb (Jeřábek a Bílek, 2010).

2.2 Rozbor vlastností celkového testu

V předchozích kapitolách jsme si charakterizovali, jaké vlastnosti můžeme rozebrat u jednotlivých testových otázek. Chceme-li se na test podívat jako na celek, jsou důležitými charakteristikami validita a reliabilita. Těmto charakteristikám se budeme věnovat v následujících podkapitolách.

2.2.1 Validita

Validita, někdy nazývána platnost, patří mezi základní a nejdůležitější vlastnosti testu. Aby byl test dostatečně validní, musí jím být ozkoušeno jen to, co má být zkoušeno. U didaktických testů rozeznáváme validitu obsahovou, predikční a souběžnou (Chráska, 2016).

Obsahová validita určuje, do jakého rozsahu testové otázky vyplývají z probíraného učiva. Predikční validita reprezentuje schopnost předpovědět budoucí úspěch studenta ve

studiu. Používá se především u testů studijních předpokladů (Jeřábek a Bílek, 2010). Vztah mezi výsledkem testu a kritériem posuzuje souběžná (kriteriální) validita (SCIO).

2.2.2 Reliabilita

Další důležitou vlastností didaktického testu je jeho reliabilita. Dobrá reliabilita nastává tehdy, když má didaktický test spolehlivé a přesné výsledky a podaří se nám omezit četnost chyb. Spolehlivost testu se vyznačuje tím, že při opakování testování za podobných podmínek obdržíme stejné nebo skoro stejné výsledky (Chráska, 2016).
Reliabilita didaktického testu je vyjádřena *koeficientem reliability*, který nabývá hodnot od 0 do +1. Naprosto nespolehlivý didaktický test nabývá hodnot okolo 0, čím jsou hodnoty bližší 1, je spolehlivější (Chráska, 2016). Požadovaná hodnota koeficientu reliability je u didaktických testů s velkým počtem otázek 0,8, u testů s malým počtem alespoň 0,6 (Jeřábek a Bílek, 2010).

Existuje mnoho metod pro výpočet reliability. Jednou z metod je test-retest, při které testované osoby obdrží dvakrát po sobě totožný test. Tato metoda má zásadní nevýhodu, že testované osoby si své odpovědi z předchozího testu pamatují a mají nutkání odpovědět stejně, aniž by se nad tím pořádně zamyslely. Druhou metodou je metoda ekvivalentních forem testu. Při této metodě dochází k eliminaci nedostatků předchozí metody tím, že testované osoby v krátkém časovém intervalu neobdrží stejný, ale podobný test. Nevýhodou této metody je obtížnost vytvoření opravdu paralelních variant testu. V takové situaci určujeme reliabilitu jako výši závislosti mezi jednotlivými testovými úlohami pomocí Cronbachovy alfy (Vafková, 2015). *Cronbachovu alfu* lze zapsat jako:

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1 - \frac{\sum_{i=1}^{k} s_{x_i}^2}{s_h^2}\right), \tag{2.5}$$

kde k je počet testových úloh, $s_{x_i}^2$ je rozptyl bodů i-té úlohy a s_h^2 je celkový počet bodů z testu (Vafková, 2015).

2.2.3 Normalizovaný zisk

Normalizovaný zisk, někdy také zvaný g-faktor, je nejčastěji používán při analýze výsledků v pretestech a posttestech. Jeho průměrnou hodnotu lze vypočítat dvěma způsoby. První možností je ho vypočítat pomocí průměrného počtu bodů celé třídy, druhou možností je výpočtem individuálního počtu bodů studenta. Obě tyto hodnoty se od sebe odlišují (Bao, 2006).

Obecně normalizovaný zisk udává, o kolik se testované osoby v porovnání s předchozím testem (pretestem) zlepšily (zhoršily). Zhoršení nastává, když normalizovaný zisk vychází záporně. Lze ho dle publikace (Bao, 2006) vypočítat ze vztahu:

$$g = \frac{\text{Posttest skóre} - \text{Pretest skóre}}{\text{Maximální skóre} - \text{Pretest skóre}}, \tag{2.6}$$

kde $posttest\ skóre$ je průměrný počet získaných bodů na jednoho studenta druhé skupiny (v našem případě skupina žáků z programu Živá sluneční soustava), $Pretest\ skóre$ je průměrný počet získaných bodů na jednoho studenta experimentální skupiny (skupina žáků z programu Sluneční soustava) a $maximální\ skóre$ je maximální počet bodů, které lze v testu získat.

3 Charakteristika a motivace původního tureckého testu

3.1 Historie

Lidé se od počátku dějin zajímají o vesmír a přírodu a snaží se vymyslet základní zákony a mechanismy, které jim usnadní přežití. Galileo, který poprvé namířil dalekohled k obloze, urychlil proces pochopení přírody a vesmíru. V současnosti, kdy díky letům do vesmíru hovoříme o kosmickém věku, získává astronomie nepostradatelné místo jako součásti lidské kultury (Türk, Kalkan, 2015). Nezastupitelná byla od starověku role astronomických pozorování pro tvorbu kalendáře.

Ačkoli je astronomie považována za jednu z nejstarších věd, výzkumy související s astronomickým vzděláváním v relativně nedávné době a nabraly na intenzitě po vypuštění první umělé družice Země Sputnik v roce 1957. V řadě západních zemí, zejména v USA, se v této souvislosti objevují snahy nezaostávat v kosmickém výzkumu za Sovětským svazem, což se projevilo důrazem na zlepšení výuky přírodovědných předmětů a větším důrazem na zavádění a osvojování vědeckých konceptů jak ve školním vzdělávání tak při oslovování veřejnosti. K tomuto účelu bylo také využito bohatství astronomie a přirozeného zájmu lidí o vesmír i naše postavení v něm. To vše přeneslo do popředí zájmu i otázky výuky a vzdělávání v astronomii samotné (Türk, Kalkan, 2015).

3.2 Motivace původního testu

Vzhledem k tomu, že astronomie a zejména astrofyzika v sobě integruje poznatky řady oborů (např. chemie, fyziky a matematiky) má mezi přírodními vědami významné postavení.

Astronomické pojmy a představy jsou často velmi abstraktní a vyžadují trojrozměrnou prostorovou představivost. To zpravidla ztěžuje pochopení základních myšlenek. Mnohdy se stává, že dospělí i studenti mají spoustu mylných představ o základních astronomických pojmech. Aby se tomu předcházelo, rozvinuté země se snaží klást velký důraz na vzdělávání v této oblasti. V řadě zemí existuje síť hvězdáren a planetárií určených pro popularizaci a pozorování veřejnosti. V ČR je jejich význam o to větší, že učivo z astronomie je v ŠVP většinou zařazeno na konec 9. ročníku nebo gymnaziální výuky fyziky a nemusí na něj zbýt čas, popř. je úplně vynecháno, většinou totiž nebývá obsaženo v přijímacích testech. Nejvíce účinná je kombinace tradičního prostředí třídy a planetária, která poskytuje také neformální možnost učení. Vzdělávací aktivity se tak stávají zábavnější a efektivnější (Türk, Kalkan, 2015).

Účelem původního tureckého testu bylo zmapovat astronomické znalosti studentů a určit, do jaké míry má prostředí planetária vliv na výuku a znalosti studentů (Türk, Kalkan, 2015).

3.3 Průběh původního testu

Testování se účastnilo 240 žáků sedmých tříd (12−13 let) s odlišným socioekonomickým a kulturním zázemím z 6 různých škol. Výběr škol také nebyl náhodný, jelikož dvě školy byly z centra města, dvě z okrajů města a dvě z vesnic (Türk, Kalkan, 2015).

V testu byla použita kvaziexperimentální metoda, která se využívá ke stanovení kauzálního vztahu mezi proměnnými a umožňuje manipulovat s nezávislou proměnnou. Jsou zde vytvořené experimentální (pretest) a kontrolní (posttest) skupiny. První skupina byla vyučována v prostředí učeben a druhá v prostředí planetária. Vyučování probíhalo z velké části interaktivně za použití speciálních efektů (Türk, Kalkan, 2015).

Testy zadané experimentální i kontrolní skupiny obsahovaly 14 úloh s výběrem odpovědí týkajících se Sluneční soustavy a prostoru okolo ní. Data, která se během testu získala, byla

vyhodnocena za pomocí speciálního softwaru. Výsledky dokázaly, že výuka v prostředí planetária měla na hladině významnosti $p = 0{,}05$ větší efekt, jelikož žáci z kontrolních skupin byli na rozdíl od druhé skupiny úspěšnější v celkovém porozumění učiva vyžadujícího 3D myšlení, pojem vztažné soustavy nebo se zabývá lokálním časem v místech s různou zeměpisnou délkou na Zemi (Türk, Kalkan, 2015). Bohužel není volně k dispozici program, který žáci v planetáriu absolvovali mezi testy a nelze posoudit, které jeho části mohly významně přispět k lepším výsledkům v posttestu. Většina otázek byla zahrnuta i do našeho testu zařazeného v příloze 1.

4 Náš sběr dat v Pevnosti poznání

V této kapitole se budeme věnovat programům Sluneční soustava a Živá sluneční soustava a průběhem sběru dat základního astronomického testu v Pevnosti poznání, pro který byl předlohou turecký test popsaný v předchozí kapitole.

4.1 Pevnost poznání

Historie této pevnosti sahá až do poloviny 18. století, kdy Marie Terezie nařídila zbourat všechna předměstí Olomouce a na jejich místě nechala v roce 1745 postavit bastionovou pevnost. Korunní hradba v jižní části pevnosti se stala součástí opevnění a měla za úkol chránit záliv vytvořený hradbami a Mlýnským potokem. Za touto hradbou vznikl v roce 1857 dělostřelecký sklad, kam se pro případ vypuknutí války uskladňoval střelný prach a munice (pevnostpoznani.cz).

Bývalé vojenské skladiště se pod dohledem Národního památkového ústavu v Olomouci v roce 2015 proměnilo v muzeum vědy Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého. Pevnost dnes především díky nevšednímu prostoru slouží neformálnímu vzdělávání všech věkových kategorií, od školáku až po rodiny s dětmi či seniory (pevnostpoznani.cz).

4.2 Průběh a metoda sběru dat

Celkem se našeho testování v roce 2019 zúčastnilo 118 žáků ze 4 různých základních škol, konkrétně žáci základní školy Dobré nálady Olomouc, základní školy Vsetín, Trávníky 1217, základní školy Vratimov, Masarykovo náměstí 192 a základní školy Olomouc, Zeyerova 28. Všechny údaje jsou zahrnuty v tabulce 4.1. Věková hranice žáků byla 8-14 let.

Tabulka 4.1: Počet zúčastněných studentů z různých škol

Škola	**Experimentální skupina**	**Kontrolní skupina**
ZŠ Dobré nálady, Olomouc	9	9
ZŠ Vsetín, Trávníky 1217	11	18
ZŠ Vratimov, Masarykovo náměstí 192	26	22
ZŠ Olomouc, Zeyerova 28	12	11
Celkem ve skupině	**58**	**60**
Celkový počet studentů	**118**	

Stejně jako v turecké předloze, probíhalo testování ve dvou skupinách. První skupina, ve které bylo 58 žáků, absolvovala *Program Živá sluneční soustava*. Tento program se odehrává v planetáriu interaktivního muzea Pevnost poznání (obrázek 4.1). V úvodu programu lektor zjišťuje prekoncepty žáků ohledně sluneční soustavy a jejich jednotlivých částí. Velmi totiž záleží na tom, jestli už si o tématu žáci ve škole povídali či nikoliv, případně, zda se mezi nimi nachází nějaké zvědavé dítě, které se už se základy astronomie seznámilo s rodiči nebo třeba sledováním výukových materiálů a pořaadů. Následně jsou žákům představovány postupně jednotlivé planety, Slunce a náš Měsíc. Rozsah sdělovaných informací závisí na schopnostech a nadšení žáků pro dané téma. Pokud zbývá čas, představí lektor i aktuální hvězdnou oblohu spolu s Mléčnou dráhou a polární září.

Zbylých 60 studentů druhé skupiny absolvovalo *Program Sluneční soustava*. Tento program probíhá vesměs ve stejném duchu jako Program Živá sluneční soustava, pouze je v něm kladen větší důraz na porovnání velikostí a vzdáleností planet, komentují se v něm dráhy komet a jiných objektů sluneční soustavy. Samozřejmostí je i větší rozsah informací

směřovaný k ne zcela běžně se vyskytujícím informacím o planetách, zejména jména měsíců Marsu, sondy, které zkoumaly Venuši atp.

Během programů je využita metoda výkladu a diskuze. Jelikož je v planetáriu tma, praktické činnosti nejsou v průběhu programu možné.

Obrázek 4.1: Planetárium interaktivního muzea Pevnost poznání
(zdroj: https://www.pevnostpoznani.cz/…um/)

4.3 Obsah testu

Během testu si studenti ověří své znalosti v hledání daného směru na obloze, hvězdách, planetách, souhvězdí, nebo také v zatmění Slunce a Měsíce. Test je členěn do 13 úloh, ve kterých se hledá pouze jedna správná odpověď z celkových pěti nabízených možností. Náš astronomický test se od původního tureckého testu liší v počtu otázek. Originální turecký test má celkově 14 otázek, navíc oproti našemu testu má otázku, která se týká určení místního času v závislosti na zeměpisné délce. Tato otázka byla vyřazena po konzultaci s animátory planetária Pevnosti poznání s ohledem na věk testovaných žáků. Z hlediska klasifikace testů uvedené ve 2. kapitole se jedná o ověřovací nestandardizovaný test obsahující otázky s výběrem jedné správné odpovědi.

5 Statistická analýza výsledků

V následující kapitole budeme postupně statisticky rozebírat výsledky jednotlivých testových otázek. Rozebereme zde také všechny vlastnosti jednotlivých testových otázek pretestu i posttestu i vlastnosti testu jako celku, které jsme si teoreticky popsali ve 2. kapitole.

5.1 Pretest

V tabulce 5.1 si můžeme všimnout, že v první otázce nejvíce žáků, konkrétně 67,24 %, zvolilo správnou odpověď (c). Druhou nejčastější možností byla odpověď (a), kde odpovědělo zbylých 29,31 %. Na první otázku však neodpovědělo všech 58 žáků, 2 žáci tuto otázku vynechali. Lze si také povšimnout, že se jednalo o nejsnadnější otázku, ve které nejvíce žáků odpovědělo správně.

Ve druhé otázce byla nejčastější možností odpověď (b), celkových 37,93 %. V tomto případě se nejednalo o správnou odpověď, tou byla druhá nejčastější odpověď (d), kterou odpovědělo 32,76 % žáků. Na tuto otázku neodpověděl pouze jeden žák.

Ve třetí otázce nejvíce žáků volilo opět správnou odpověď (b), konkrétně na ni odpovědělo 41,38 %. Druhou nejčastěji odpovídanou možností byla odpověď (a). Čtyři žáci tuto otázku vynechali.

Ve čtvrté otázce nejvíce žáků, 67,24 %, zvolilo odpověď (a). Správnou odpovědí čtvrté otázky byla odpověď (d), na kterou odpovědělo pouze 8,62 % žáků, stejný počet zvolilo také odpověď (c). Dva žáci nejsou započítáni, protože na tuto otázku neodpověděli.

V následující 5. otázce největší část žáků vybrala odpověď (e). Druhou nejčastěji odpovídanou možností byla správná odpověď (d), kterou zvolilo pouhých 15,52 % žáků. Na pátou otázku neodpovědělo 7 žáků.

Ani v šesté otázce nebyla správná odpověď (e) nejvíce volenou, zvolilo ji pouze 25,86 % respondentů. Nejvíce volenou odpovědí byla možnost (a), konkrétně tuto možnost vybralo 36,21 % žáků. Osm respondentů na tuto otázku neodpovědělo vůbec.

V sedmé otázce více než polovina žáků, celkově 56,90 %, zvolilo správnou odpověď (d). Další často volenou možností byla odpověď (a), kterou zvolilo 20,69 % žáků. V sedmé otázce neodpověděli 3 respondenti.

V osmé otázce byla nejčastěji vybíranou možností, celkových 20,69 %, odpověď (d). Jako druhou možnost nejčastěji volili odpověď (a). Správnou odpověď (b) volila spolu s odpovědí (e) nejmenší část respondentů. Třináct žáků na tuto otázku neodpovědělo vůbec.

V následující deváté otázce si nejvíce žáků, celkově 31,03 %, vybralo správnou odpověď (a). Druhé nejvyšší zastoupení měla odpověď (b). V této otázce neodpovědělo celkem 11 studentů.

Přestože v desáté otázce bylo správnou odpovědí možnost (e), vybralo si ji nejméně studentů. Více než polovina, konkrétně 58,62 %, zvolila odpověď (c). Otázku 10 vynechalo 18 žáků.

V jedenácté otázce byla správnou odpovědí možnost (b), na kterou odpověděla nadpoloviční většina respondentů. Neodpovědělo zde 21 žáků.

V předposlední otázce 13,79 % žáků zvolilo odpověď (b), přestože správná odpověď byla odpověď (e), kterou vybralo 12,07 %. Dvanáctou otázkou vynechalo 25 žáků, což bylo nejvíce z celého pretestu. Tuto otázku proto hodnotím jako nejtěžší.

Zatímco 15 žáků v poslední otázce neodpovědělo vůbec, skoro polovina (46,55 %) zvolila správnou odpověď (c). Druhou nejčastěji volenou odpovědí byla (d), kterou zvolilo téměř 21 % respondentů.

Tabulka 5.1: procentuální vyjádření všech možností odpovědí v pretestu

	a	**b**	**c**	**d**	**e**
O1	29,31 %	0,00 %	**67,24 %**	0,00 %	0,00 %
O2	1,72 %	37,93 %	3,45 %	**32,76 %**	22,41 %
O3	39,66 %	**41,38 %**	3,45 %	3,45 %	5,17 %
O4	67,24 %	6,90 %	8,62 %	**8,62 %**	5,17 %
O5	1,72 %	13,79 %	13,79 %	**15,52 %**	43,10 %
O6	36,21 %	0,00 %	5,17 %	18,97 %	**25,86 %**
O7	20,69 %	6,90 %	3,45 %	**56,90 %**	6,90 %
O8	17,24 %	**12,07 %**	15,52 %	20,69 %	12,07 %
O9	**31,03 %**	22,41 %	1,72 %	15,52 %	10,34 %
O10	0,00 %	6,90 %	58,62 %	1,72 %	**1,72 %**
O11	1,72 %	**53,45 %**	5,17 %	1,72 %	1,72 %
O12	12,07 %	13,79 %	6,90 %	12,07 %	**12,07 %**
O13	1,72 %	1,72 %	**46,55 %**	20,69 %	3,45 %

Následující tabulka 5.2 obsahuje procentuální vyjádření indexu obtížnosti *P*. Index, jak již bylo zmíněno, vyjadřuje procento testovaných osob, které na danou úlohu odpověděli správně. Vychází ze vztahu (2.2) a je vypočítaný pro každou úlohu zvlášť.

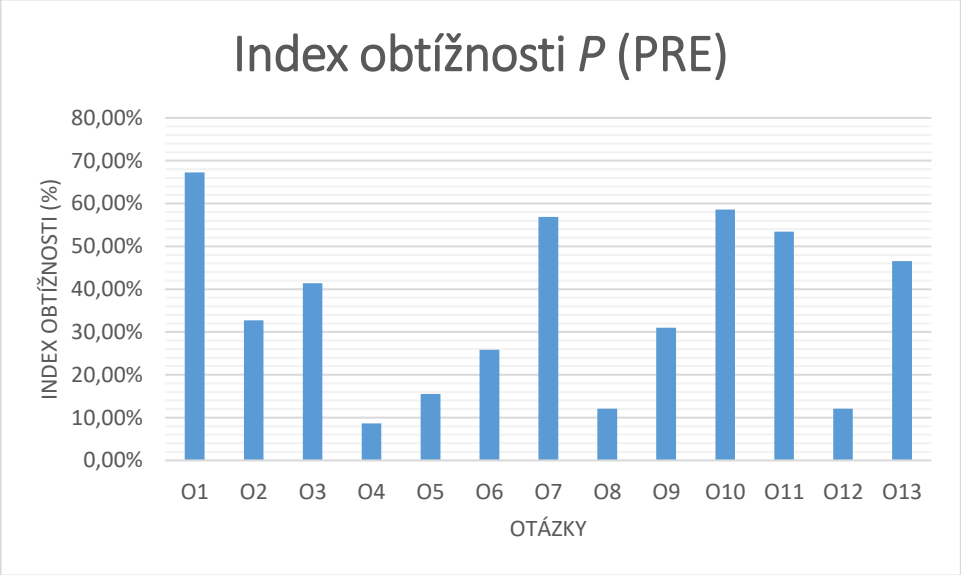
Druhý sloupec tabulky obsahuje procentuální vyjádření hodnoty obtížnosti *Q*, která se počítá za pomocí vztahu (2.3). Touto hodnotou se vyjadřuje obtížnost dané úlohy a měla by ideálně vycházet v rozmezí 30 – 90 %.

Ze všech třinácti úloh byla pro testované žáky nejméně obtížná hned první úloha (střídání dne a noci), která měla hodnotu obtížnosti 32,76 %. Jak plyne ze vztahu (2.3) měla také ze všech úloh nejvyšší index obtížnost *P* (67,24 %). Naopak nejvíce obtížná byla 4. úloha (příčina rozdílů teplot mezi létem a zimou), jejíž hodnota obtížnosti byla 91,38 %. Rozmezí indexu obtížnosti *P* 30–90 %, které je uvedeno v publikaci (Ding a kol., 2005), nesplnilo hned 5 otázek. Žádná z těchto pěti otázek nebyla pro žáky vyloženě snadná ($P > 80$ %). Úlohy mimo doporučený rozsah indexu obtížnosti jsou v tabulce 5.2 vyznačeny barevně.

Tabulka 5.2: Procentuální vyjádření indexu obtížnosti jednotlivých úloh v pretestu

	Index obtížnosti P	**Hodnota obtížnosti Q**
O1	67,24 %	32,76 %
O2	32,76 %	67,24 %
O3	41,38 %	58,62 %
O4	8,62 %	91,38 %
O5	15,52 %	84,48 %
O6	25,86 %	74,14 %
O7	56,90 %	43,10 %
O8	12,07 %	87,93 %
O9	31,03 %	68,97 %
O10	58,62 %	41,38 %
O11	53,45 %	46,55 %
O12	12,07 %	87,93 %
O13	46,55 %	53,45 %
	$\bar{P} = 35{,}54\ \%$	$\boldsymbol{\bar{Q} = 64{,}46\ \%}$

Index obtížnosti *P* pretestu je znázorněn v grafu 5.1.



Graf 5.1 Index obtížnosti *P* pretestu

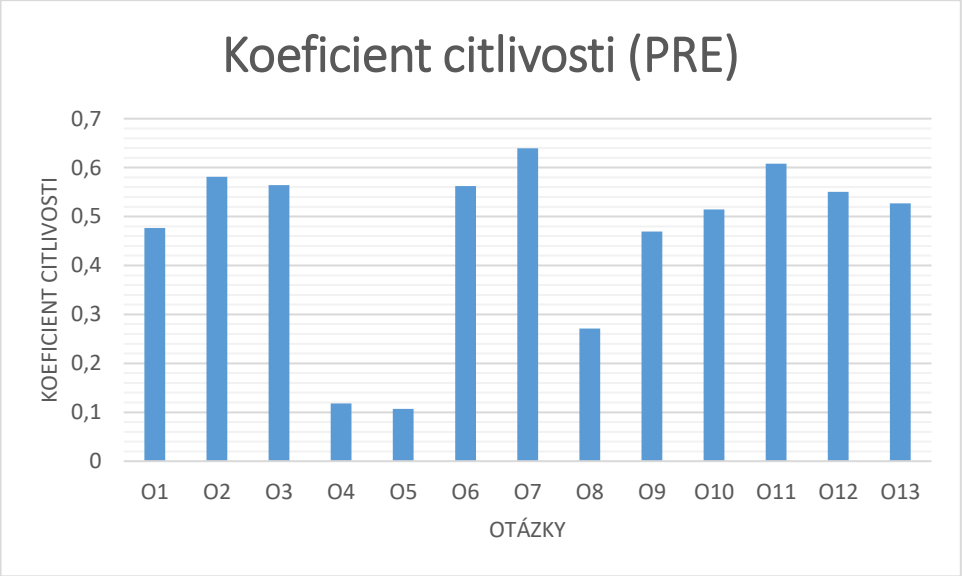
Další vlastností úloh didaktického testu je jejich citlivost, která se dá vypočítat pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Zmíněný koeficient udává závislost zisku bodů z jednotlivé úlohy na celkovém zisku bodů. Je vypočítán dle vztahu (2.4) a jeho konkrétní hodnoty pro všechny testové otázky pretestu jsou obsaženy v tabulce 5.3.

Největší závislost mezi ziskem bodů z jednotlivé úlohy a celkovým bodovým ziskem měla úloha 7 (velikost těles Sluneční soustavy), kdy Pearsonův korelační koeficient *r* vyšel 0,64. Naopak nejnižší hodnotu tohoto koeficientu měla úloha 5 a úloha 4 (týkající se ročních období), jež byly pro všechny respondenty velmi obtížné, nezávisle na tom, jakého celkového skóre v testu dosáhli. Dle publikace (Ding a kol., 2005) by měl výsledný Pearsonův koeficient být větší než 0,2, což kromě zmíněných úloh 4 a 5 všechny zbývající úlohy splňují.

Tabulka 5.3: Pearsonův korelační koeficient v pretestu

	Pearsonův korelační koeficient *r*
O1	0,48
O2	0,58
O3	0,56
O4	0,12
O5	0,11
O6	0,56
O7	0,64
O8	0,27
O9	0,47
O10	0,51
O11	0,61
O12	0,55
O13	0,53

Koeficient citlivosti pretestu je znázorněn v grafu 5.2.



Graf 5.2 Koeficient citlivosti pretestu

V pretestu si jako poslední důležitou vlastnost rozebereme reliabilitu celkového testu, kdy jednou z metod pro její výpočet je určení Cronbachovy alfy, za pomocí vztahu (2.5). Hodnota Cronbachovy alfy pro pretest nám vyšla $\alpha = 0{,}64$. Tato hodnota je dle publikace (Taber, 2018) přijatelná.

5.2 Posttest

V první otázce, jak si můžeme všimnout v tabulce 5.4, byla nejčastější volbou správná odpověď (c). Tuto odpověď zvolilo celkem 61,67 % žáků. Další častou odpovědí bylo (a). První otázku vynechalo 6 lidí, což bylo o 4 žáky více než v pretestu. Na druhou stranu musíme říct, že dle procentuálních výsledků jednotlivých odpovědí se opět jednalo o nejsnadnější otázku.

Další velmi úspěšnou otázkou byla hned druhá otázka. Přesně polovina respondentů zde zvolila správnou odpověď (c), 26,67 % žáků zvolilo odpověď (b). Nicméně v počtu vynechaných odpovědí je zde oproti pretestu znovu nárůst, celkově byly 4 vynechané odpovědi.

Ve třetí otázce nejvíce žáků, konkrétně 41,67 %, zvolilo odpověď (a). Druhou nejčastější odpovědí byla správná odpověď (b). Neodpovědělo zde 9 respondentů.

Přestože správnou odpovědí ve čtvrté otázce byla volba (d), přesně polovina respondentů zvolila odpověď (a). Pět žáků tuto otázku vynechalo úplně.

Pátá otázka patřila k těm méně úspěšným, protože správnou odpovědí (d) odpověděla nejmenší část žáků, konkrétně 6,67 %. Nejvíce žáků volilo odpověď (b). Devět na pátou otázku neodpovědělo vůbec.

V šesté otázce nejvíce žáků, přesně 45 %, odpovědělo (a). Správnou odpovědí byla ale odpověď (e), kterou zvolilo 26,67 % žáků. Tuto otázku vynechalo 7 respondentů, o jednoho méně, než tomu bylo v pretestu.

V sedmé otázce větší polovina žáků (58,33 %) odpověděla správnou odpovědí (d) a 5 žáků neodpovědělo vůbec.

V osmé otázce přes 28 % respondentů odpovědělo (d), zatímco správnou odpověď (b) zvolilo přesně 25 % a 9 žáků otázku osm vynechalo úplně.

V následující deváté otázce si nejvíce žáků, celkově 31,67 %, vybralo odpověď (a), což byla také správná odpověď. Druhé nejvyšší zastoupení měla odpověď (b). V této otázce neodpovědělo celkem 7 žáků, což je oproti pretestu výrazný pokles.

Desátá otázka byla dle výsledků ze všech nejobtížnější, protože správnou odpověď (e) zvolilo pouhých 1,67 % respondentů. Vhodnější odpověď se jim zdála možnost (c), kterou vybralo 33,33 %. Devatenáct žáků nezvolilo žádnou odpověď.

Naopak jedenáctá otázka patřila k těm jednodušším. 41,67 % žáků zde zvolilo správnou odpověď (b). Co se týče vynechaných odpovědí, patřila k těm horším, protože jich zde bylo vynecháno 23.

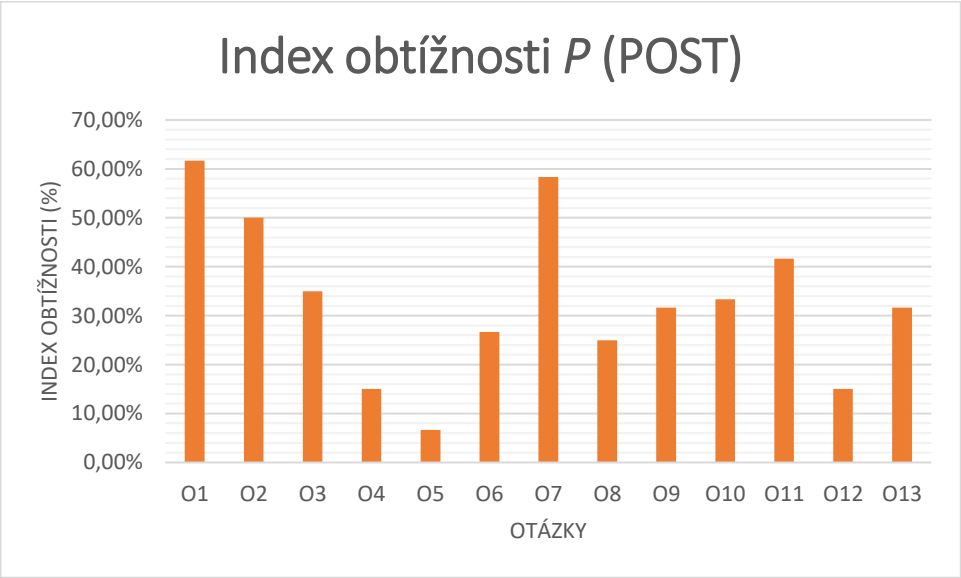
V předposlední otázce nejčastěji volenou odpovědí byla možnost (c), ačkoliv ji zvolilo jen 16,67 % žáků. Druhou možností byla odpověď (e), která byla správnou odpovědí. Tuto otázku vynechalo stejně jako v předchozí otázce 23 respondentů. V porovnání s pretestem zde nastal mírný pokles.

V poslední otázce nejvíce žáků odpovědělo (c), a to celkem 31,67 %. Další častou odpovědí byla odpověď (d). Na poslední, třináctou, otázku neodpovědělo 16 žáků.

Tabulka 5.4: procentuální vyjádření všech možností odpovědí v posttestu

	a	b	c	d	e
O1	25,00 %	3,33 %	**61,67 %**	0,00 %	0,00 %
O2	3,33 %	26,67 %	5,00 %	**50,00 %**	8,33 %
O3	41,67 %	**35,00 %**	0,00 %	1,67 %	6,67 %
O4	50,00 %	21,67 %	3,33 %	**15,00 %**	1,67 %
O5	18,33 %	26,67 %	10,00 %	**6,67 %**	23,33 %
O6	45,00 %	0,00 %	5,00 %	11,67 %	**26,67 %**
O7	10,00 %	3,33 %	10,00 %	**58,33 %**	10,00 %
O8	8,33 %	**25,00 %**	15,00 %	28,33 %	8,33 %
O9	**31,67 %**	25,00 %	6,67 %	15,00 %	10,00 %
O10	8,33 %	16,67 %	33,33 %	8,33 %	**1,67 %**
O11	1,67 %	**41,67 %**	3,33 %	8,33 %	6,67 %
O12	3,33 %	11,67 %	16,67 %	15,00 %	**15,00 %**
O13	5,00 %	8,33 %	**31,67 %**	23,33 %	5,00 %

Index obtížnosti *P* posttestu je znázorněn v grafu 5.3.



Graf 5.3 Index obtížnosti *P* posttestu

Stejně jako u pretestu si i u posttestu zhodnotíme index obtížnosti *P* a hodnotu obtížnosti *Q*, které jsou pro všechny úlohy vyjádřené v tabulce 5.5.

Nejvyšší hodnotu obtížnosti (a zároveň nejnižší index obtížnosti P) měla úloha 5 (vliv výstřednosti na střídání ročních období). Hodnota obtížnosti *Q* v této úloze narostla oproti pretestu o téměř 10 % a s celkovými 93,33 % spadá do velmi obtížných úloh. Přestože nejméně obtížnou úlohou stále zůstává první úloha, její hodnota obtížnosti *Q* oproti pretestu o necelých 6 % také narostla. Spolu s pátou otázkou se další 4 otázky nacházely mimo zmíněný interval. Tyto otázky jsou zvýrazněny v tabulce 5.5.

Tabulka 5.5: Procentuální vyjádření indexu obtížnosti jednotlivých úloh v posttestu

	Index obtížnosti P	**Hodnota obtížnosti Q**
O1	61,67 %	38,33 %
O2	50,00 %	50,00 %
O3	35,00 %	65,00 %
O4	15,00 %	85,00 %
O5	6,67 %	93,33 %
O6	26,67 %	73,33 %
O7	58,33 %	41,67 %
O8	25,00 %	75,00 %
O9	31,67 %	68,33 %
O10	33,33 %	66,67 %
O11	41,67 %	58,33 %
O12	15,00 %	85,00 %
O13	31,67 %	68,33 %
	$\bar{P} = 33{,}21$ %	$\boldsymbol{\bar{Q} = 66{,}79}$ %

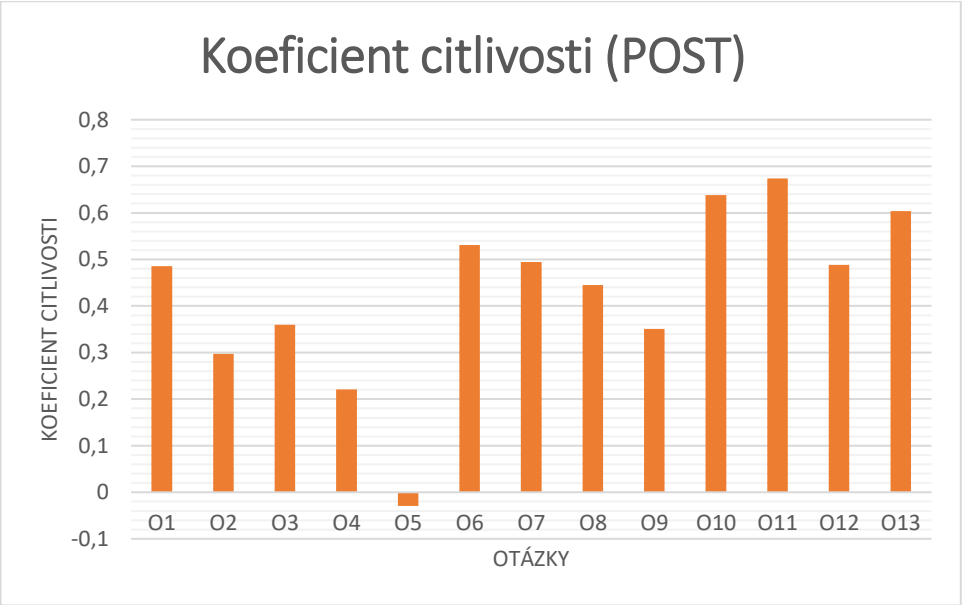
V tabulce 5.6 máme výsledné hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu zvlášť pro každou úlohu pretestu. Největší hodnotu tohoto koeficientu $r = 0{,}67$ měla úloha 11 (teorie vzniku vesmíru). V této úloze byla tedy mezi celkovým ziskem bodů a ziskem bodů z 11. úlohy prokázána poměrně silná závislost. Právě naopak tomu bylo u úlohy 5 (vliv výstřednosti na střídání ročních období), kdy Pearsonův korelační koeficient měl dokonce zápornou hodnotu $r = -\ 0{,}03$.

V porovnání s pretestem, výsledné hodnoty tohoto koeficientu byly v posttestu znatelně nižší.

Tabulka 5.6: Pearsonův korelační koeficient v posttestu

	Pearsonův korelační koeficient *r*
O1	0,49
O2	0,30
O3	0,36
O4	0,22
O5	-0,03
O6	0,53
O7	0,49
O8	0,45
O9	0,35
O10	0,64
O11	0,67
O12	0,49
O13	0,60

Koeficient citlivosti posttestu je znázorněn v grafu 5.4.



Graf 5.4 Koeficient citlivosti posttestu

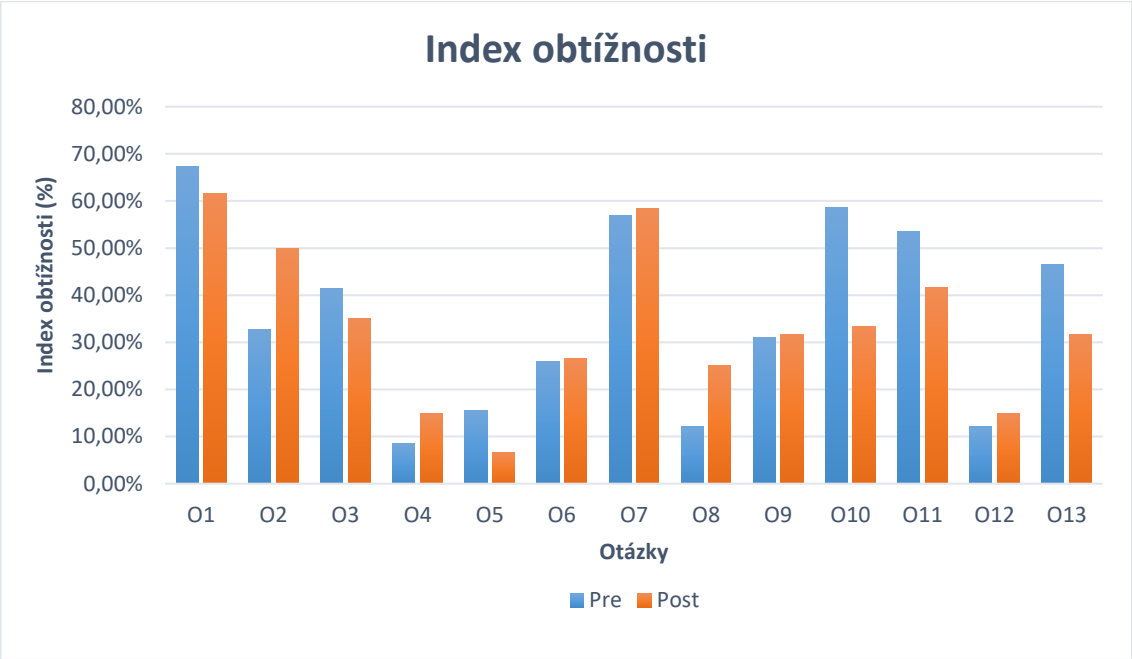
Co se týče vlastností testu jako celku, použijeme Cronbachovu alfu, vypočítanou dle vztahu (2.5). Pro posttest má hodnotu $\alpha = 0{,}55$. V publikaci (Taber, 2018) je tato hodnota stanovena jako pomyslná hrana přijatelnosti.

Poslední vlastností testu jako celku je normalizovaný zisk. Jeho hodnota udává, o kolik se studenti v porovnání s pretestem zlepšili/zhoršili. Ke zhoršení dochází, je-li výsledná hodnota záporná. Normalizovaný zisk se dá spočítat za pomocí vztahu (2.6). Výsledná hodnota základního astronomického testu je $g = -0{,}00645$. V tomto případě tedy došlo ke zhoršení žáků o 0,65 %.

5.3 Srovnání pretestu a posttestu

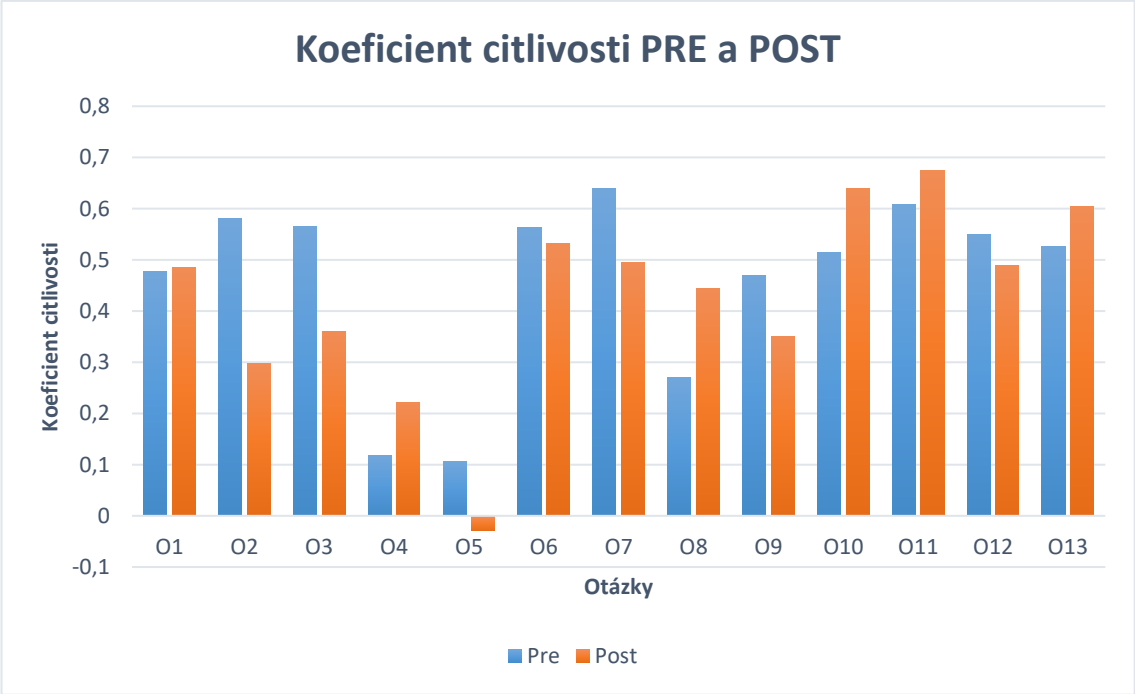
V této podkapitole si graficky porovnáme oba testy v jednom grafu. Jako první v grafu 5.5 porovnáme index obtížnosti pretestu a posttestu.

Jak je z grafu zřejmé, nejvíce podobný index obtížnosti pro oba testy vyšel v otázce 7 (velikost těles Sluneční soustavy). Naopak největší rozdíl v hodnotách indexu obtížnosti nastal v otázce 10 (střed vesmíru), kde je znát, že se index obtížnosti této otázky v posttestu výrazně snížil a programy planetária tak zřejmě pomáhají získat správnou představu o postavení Země a Sluneční soustavy ve vesmíru. Je tomu tak i v 5. otázce (vliv výstřednosti na střídání ročních období). Bohužel opačný případ nastal v otázce 2.,4. a 8., kdy index obtížnosti posttestu oproti hodnotě pretestu znatelně narostl.



Graf 5.5 Srovnání indexu obtížnosti pretestu a posttestu

V grafu 5.6 je graficky znázorněno porovnání koeficientu citlivosti pretestu a posttestu, kdy je hned patrné, že v první otázce koeficient citlivosti vyšel téměř totožně. Nejvýraznější rozdíl nastal v tomto porovnání v otázce 5, kde v posttestu hodnota koeficientu citlivosti vyšla záporně, což znamená, že v testu jsou zvýhodněni studenti s horšími znalostmi. Ta je zároveň i celkově velmi obtížná, a to zřejmě pro všechny respondenty, nezávisle na tom, jakého výsledku v testu dosáhli.



Graf 5.6 Srovnání koeficientu citlivosti pretestu a posttestu

6 Popis miskonceptů

Každé dítě během svého vývoje vnímá okolní svět a okolní jevy, poznává a analyzuje a na základě těchto poznatků všechno spojuje do takových celků, u kterých se mu jeví společná souvislost. Tyto vytušené představy se označují jako miskoncepty, nebo také prekoncepce. Termín miskoncept se používá především ve fyzikálních oborech ve smyslu chybných představ o fyzikálních jevech. Tyto chybné představy mohou mít studenti, nebo také starší lidé (Mandíková a Trna, 2011). V této kapitole popíšeme miskoncepty žáků vyplývající z astronomického testu a srovnáme je s miskoncepty zjištěnými v původním tureckém testu.

V první otázce (střídání dne a noci) tureckého testu více než polovina respondentů pretest i posttest skupiny odpověděla správnou odpověď. Nejběžnější špatná odpověď byla odpověď za A – Země se pohybuje kolem Slunce. Žáci vysvětlili denní a noční cyklus na základě jejich pozorování. Ti, co k tomu neznají důvod, postavili své výsledky na úvaze, že Slunce na obloze vychází a zapadá každý den, takže výskyt dne a noci je důsledek pohybu Slunce kolem Země (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu 69,6 % žáků odpovědělo správně, v postestu správnou odpověď C zvolilo 71,2 %. Nejběžnější chybná odpověď v obou testech byla A (30,36 %). Dle mého názoru si spletli střídání dne a noci s ročním obdobím.

V druhé otázce (oběh Měsíce) správně odpovědělo 29,2 % v pretestu i posttestu. Chybné odpovědi byly odpovědi den (B) nebo rok (E). Žáci neumí spojit časové koncepty „den“, „měsíc“ a „rok“, které jsou ve škole často zmiňovány. Pletou si tedy spolu trvání rotace Měsíce kolem Země (1 měsíc), rotaci Země (1 den) a rotaci Země kolem Slunce (1 rok) (Türk, Kalkan, 2015). V našem případě v pretestu žáci volili častěji odpovědí B (38,6 %) než správné D (33,3 %), také často jako v tureckém testu odpovídali E (22,8 %). V postestu došlo ke zlepšení, správnou odpověď D zvolilo 53,6 % a špatnou B 28,6 %. Dle mého názoru hlavním problémem bylo, že si žáci zaměňují rotaci Měsíce kolem Země s otáčením Země kolem vlastní osy.

Ve třetí otázce (zatmění Slunce) v tureckém testu nesprávnou odpověď A (úplněk) zvolilo 39,2 % žáků v pretestu, v posttestu 56,7 %, nastal tedy výrazný nárůst. (Türk, Kalkan, 2015). V pretestu našeho testu žáci odpověděli téměř stejným počtem odpovědí A (41,07 %) i B (42,86 %). V posttestu došlo k nárůstu špatných odpovědí (stejně jako původním tureckém testu) A (49,02 %) a poklesu správných odpovědí B (41,18 %). V našem případě to ale není tak výrazné. Absolvované programy v Pevnosti poznání k upevnění správných představ v této oblasti nepřispěly.

Čtvrtá a pátá testová otázka byly velice důležité. Zaměřovaly se na problematiku střídání ročního období, na kterou se v osnovách základních škol klade velký důraz nejen v přírodovědě, ale později i v zeměpise a ve fyzice. V tureckém testu se v posttestu procento správných odpovědí snížilo v kontrolní skupině, ale v experimentální skupině se zvýšilo. Po vyhodnocení posttestových výsledků obou skupin se zjistil významný rozdíl správných odpovědí ve prospěch prostředí planetária. Zhruba polovina žáků uvedla, že důvodem teplejšího počasí v létě je, že *„Země je v létě blíž Slunci“* (odpověď A). Spojila rozdíly v teplotě s pojmem blízkost – vzdálenost. Žáci k tomuto závěru pravděpodobně dospějí ze své každodenní zkušenosti, že pokud se přiblíží k teplému objektu, teplota se zvýší a naopak (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu se mylná představa žáků potvrdila, jelikož většina respondentů (konkrétně 69,6 % v pretestu a 54,5 % posttestu) zvolila A.

Pátá otázka (vliv výstřednosti na roční období) navazovala na čtvrtou. V tureckém testu více než polovina žáků experimentální i kontrolní skupiny zvolilo variantu E *„rozdíly mezi ročními obdobími by zcela zmizely“*. Tato myšlenka navazuje na mylnou představu předchozí otázky. Procento správné odpovědi na pátou otázku (otázku na úroveň znalostí) bylo vyšší než u šesté, která byla na úrovni porozumění. To jasně dokazuje, že problematika

ročního období byla naučena rutinou a nebyla zcela pochopena (Türk, Kalkan, 2015). V našem případě opět téměř polovina respondentů v pretestu zvolila odpověď E, čímž potvrdila závěry turecké studie. V posttestu došlo v tomto případě k poklesu této odpovědi (zvolilo ji pouze 27,5 %) oproti pretestu. Nedošlo bohužel k nárůstu procentuálního zastoupení správné odpovědi, ale k nárůstu mylné představy, že *„by bylo jen léto a zima“*.

V šesté otázce (stín vržený Sluncem) se v tureckém testu procento správných odpovědí v posttestu kontrolní skupiny snížilo z 17,5 % na 5,8 % a v experimentální skupině se zvýšilo z 10,8 % na 27,5 %. Nejdůležitější mylná představa ohledně této otázky je odpověď A. Žáci zde opět vycházeli se svých každodenních zkušeností, nikoliv z předchozích znalostí ze studia (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu odpověď A zvolilo v pretestu 42 % a v posttestu necelých 51 %. Žáci si neuvědomují, že Slunce u nás není nikdy v nadhlavníku.

Cílem sedmé otázky bylo porovnání velikostí nebeských těles ve Sluneční soustavě. Správná odpověď byla v tureckém testu zvolena větší půlkou dotázaných respondentů v obou skupinách. Hlavní mylnou představou bylo, že Země je větší než Jupiter (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu správnou odpověď zvolilo 60 % žáků pretestu a 63,6 % žáků posttestu. Žáci nemají ukotvené představy o velikosti těles, proto je pro ně obtížné tělesa Sluneční soustavy srovnat.

V osmé otázce se studenti zabývali problémem vesmírné vzdálenosti, konkrétně porovnávali astronomická tělesa podle jejich vzdálenosti od Země. V tureckém testu procenta správné odpovědi v pre a posttestu zůstala nezměněná. Respondenti tureckého testu měli více mylných představ při odpovědi na tuto otázku (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu bylo také zvoleno více mylných distraktorů, jelikož žádná odpověď výrazně nepřevažovala nad jinou. Žáci mají nesprávnou představu o tom, že Polárka je dále než Galaxie v Andromedě, jelikož nemají zažito, že je součástí naší Galaxie.

V deváté otázce tureckého testu (dráhy umělých družic) se procento správné odpovědi kontrolní skupiny snížilo z 20 % na 17,5 % a nárůst správných odpovědí v experimentální skupině. Tento výsledek ukázal, že účinnost prostředí planetária má nad prostředím učeben výraznou převahu. Žáci zde měli dvě mylné představy. Jednou z nich byla odpověď B a druhou D (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu převažovala v obou testech správná odpověď A. Jednou z mylných představ žáků obou testů bylo, stejně jako v turecké předloze, že se družice nachází *„asi v polovině vzdálenosti Země – Měsíc“*, tedy odpověď B. Tento miskoncept žáci mají především proto, že není obecně jasná představa o oblasti, v níž se pohybují sondy a družice (jde jen o poměrně malé vzdálenosti od Země).

V desáté otázce našeho i tureckého testu (střed vesmíru) bylo hlavním miskonceptem, že je *Slunce středem vesmíru*. Tento výsledek ukázal, že Koperníkovo vnímání vesmíru z konce středověku je stále pro žáky oblíbené (Türk, Kalkan, 2015).

Jedenáctá otázka se týkala vzniku vesmíru. V tureckém testu procento správné odpovědi bylo v pre i posttestu experimentální i kontrolní skupiny okolo 40 %. Druhou nejčastější volenou odpovědí byla odpověď D: *„teorie vzniku – vše bylo v průběhu času vytvořeno z ničeho“*. V obou skupinách tuto odpověď zvolilo okolo 20 % respondentů (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu se tento miskoncept objevil u pár respondentů. Správná odpověď výrazně převažovala nad ostatními možnostmi. V pretestu ji zvolilo 83,8 % a v posttestu 67,6 %. Tento výsledek svědčí o tom, že teorie Velkého třesku je poměrně známá a v povědomí.

Dvanáctá otázka se zaměřovala na změny tvaru souhvězdí při pohledu z různých míst ve vesmíru. V tureckém testu došlo k nárůstu správných odpovědí v kontrolní i experimentální skupině. V obou případech správně odpovědělo více než 30 % žáků (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu bylo miskonceptů mnoho, jelikož nebyla žádná odpověď, která by byla vybírána častěji než ostatní. To je dle publikace (Eriksson et al, 2014) dáno především tím, že pro žáky je obtížná představa o trojrozměrném uspořádání.

Poslední otázka se zabývala tvarem Země a měla zhodnotit znalosti žáků. Odpovědi respondentů tureckého testu poukázaly na to, že si pletou tvar Země s elipsou (s tvarem oběžné dráhy Země kolem Slunce) (Türk, Kalkan, 2015). V našem testu byl nejdůležitějším miskonceptem pretestu i posttestu, že Země má *„tvar koule“*. Dle mého názoru je to dáno především tím, že Země je, ať už ve formě glóbusu, nebo i na obrázcích v učebnicích, znázorněna jako dokonalá koule, bez jakéhokoliv zvlnění povrchu, které je typické pro geoid.

Závěr

Cílem této práce bylo zpracovat výsledky astronomického testu a vyhodnotit znalosti žáků ve věku 8-14 let, které se týkaly elementárních znalostí a představ z astronomie a možných vlivů planetárií na výuku a vytváření správných představ.

Bakalářská práce je rozdělena do šesti kapitol. V první kapitole jsme se zaměřili na základní informace týkající se didaktického testu, příčiny jeho zavádění, rozdělení a druhy. Tato kapitola byla úvodní vstup do problematiky.

V druhé kapitole jsme se zabývali teoretickým rozborem vlastností didaktického testu, které lze rozebrat v rámci jednotlivých vlastností testových úloh nebo v rámci vlastností testových úloh celkového testu. U jednotlivých vlastností testových úloh jsme použili pojmy, jako je: obtížnost testové otázky, citlivost úloh a rozbor nenormovaných odpovědí. Obtížnost položky se dá nejlépe popsat pomocí indexu obtížnosti *P*, který vyjadřuje procento testovaných osob, které na danou úlohu odpověděli správně. Citlivost položky určuje tzv. Pearsonův korelační koeficient, který udává závislost zisku bodů z jednotlivé úlohy na celkovém zisku bodů. V rámci vlastností testových úloh celkového testu jsme zavedli pojmy: validita, reliabilita a normalizovaný zisk, který udává o kolik se testované osoby v porovnání s předchozím testem (pretestem) zlepšily (zhoršily).

Třetí kapitola je zaměřená na původní turecký test, který byl pro ten náš předlohou. Zabývali jsme se zde historií, průběhem a motivací, které autory tureckého testu vedly k jeho vytvoření.

Čtvrtá kapitola se věnovala našemu sběru dat v Pevnosti poznání, jeho průběhu, základním informacím o zúčastněných respondentech a školách.

Pátá kapitola byla věnována statistickému rozboru astronomického testu. Statisticky jsme rozebírali vlastnosti didaktického testu teoreticky popsané ve druhé kapitole. Výsledky jsme zpracovávali zvlášť pro pretest i posttest, na konci jsme je i porovnali navzájem.

Téměř všechny výsledky se všechny nacházely v rámci všech stanovených kritérií (v ideálním rozmezí). V rámci obtížnosti úloh se v pretestu nacházela 4. úloha mimo toto stanovené kritérium. Hodnota obtížnosti této úlohy dosáhla hodnoty 91,38 %, kdy všechny úlohy nad 90 % se považují za velmi obtížné. Stejně tak tomu bylo v páté otázce posttestu. Koeficient citlivosti, určený za pomocí již zmíněného Pearsonova korelačního koeficientu, jsme počítali pro každou otázku zvlášť a hledali závislost zisku bodů z jednotlivé úlohy na celkovém zisku. Při porovnání s pretestem výsledné hodnoty posttestu byly znatelně nižší, u páté otázky dokonce záporné, ale i přesto téměř všechny zbývající hodnoty splnily stanovenou hranici 0,2.

Co se týče rozboru vlastností jako celku, rozebrali jsme především reliabilitu, která se určovala za pomocí Cronbachovy alfy. Hodnota Cronbachovy alfy pro pretest nám vyšla $\alpha = 0{,}64$ a pro posttest $\alpha = 0{,}55$. Obě jsou dle publikace (Taber, 2018) přijatelné. Poslední vlastností byl normalizovaný zisk. Bohužel v našem případě šlo spíše o ztrátu, jelikož dle výpočtu došlo ke zhoršení žáků o 0,65 %.

Poslední kapitola už byla zaměřena na stanovení mylných představ studentů, tzv.miskonceptů. Snažili jsme se zmapovat mylné představy související s jednotlivými otázkami a porovnat je se závěry původní turecké studie. Lze konstatovat, že bez ohledu na rozdílnou historii, geografickou polohu i kulturní rozdíly jsou základní miskoncepty tureckých a českých žáků v podstatě stejné.

Srovnání výkonu v pretestu a posttestu ukázalo, že programy absolvované v Pevnosti poznání neměly vliv na zlepšení a upevnění představ i znalostí žáků ověřované testovými otázkami. Bylo by zajímavé připravit podobný test, který by evaluoval více do hloubky témata těchto programů a testové otázky navázaly na jeho obsah.

Určitým limitujícím faktorem získaných závěrů je poměrně široké rozpětí žáků, kteří absolvovali test. Lze předpokládat, že během prvního stupně a na začátku druhého stupně ZŠ by mohlo dojít k upevnění znalostí a zlepšení představ o vesmíru. Při případném opakování podobného výzkumu by proto bylo vhodné úžeji vymezit věk testovaných žáků.

Seznam použitých pramenů

BAO, Lei, 2006. Theoretical comparisons of average normalized gain calculations. *American Journal of Physics* [online]. **74**(10), 917-922 [cit. 28. 3. 2021]. ISSN 0002-9505. Dostupné z: doi:10.1119/1.2213632.

BYČKOVSKÝ, Petr, 1982. *Základy měření výsledků výuky. Tvorba didaktického testu*. Praha: ČVUT.

DING, Lin, et al, 2006. Evaluating an elektricity and magnetism assess-ment tool: Brief elektricity and magnetism assessment. *Physical review special Topics-Physics education research*, **2**(1), 010105. DOI https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010105.

ERIKSSON, Urban, et al, 2014. Who Needs 3D When the Universe Is Flat? *Science Education* [online]. 98(3), 412-442 [cit. 10. 5. 2021]. ISSN 00368326. Dostupné z: doi:10.1002/sce.21109.

CHRÁSKA, Miroslav, 1999. *Didaktické testy*. Praha: Paido.

CHRÁSKA, Miroslav, 2016. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada Publishing, a.s.

JEŘÁBEK, Ondřej; BÍLEK, Martin, 2010. *Teorie a praxe tvorby didaktických testů*. 1. vyd. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 91 s.

MÁNDÍKOVÁ, Dana; TRNA, Josef, 2011. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky.* Brno: Paido.

MICHALCOVÁ, Jana, 2020. Analýza vlastnosti souboru úloh vybraných ročníků Fyzikální olympiády. Bakalářská práce. Olomouc, Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, [online, cit. 25. 3. 2021]. Dostupné z: http://muj.optol.cz/~richterek/data/media/bp_michalcova.pdf.

PEVNOST POZNÁNÍ. *Digitální planetárium*. [online, cit. 27. 3. 2021]. Dostupné z: https://www.pevnostpoznani.cz/digitalni-planetarium/.

PEVNOST POZNÁNÍ. *O pevnosti*. [online, cit. 27. 3. 2021]. Dostupné z: https://www.pevnostpoznani.cz/o-pevnosti/.

SCIO. *Validita testu*. [online, cit. 25. 3. 2021]. Dostupné z: https://www.scio.cz/o-vzdelavani/teorie-a-metodika-testu/odborna-cast/validita-testu/.

TABER, Keith. S., 2018. The Use of Cronbach's Alpha When Developing and Reporting Research Instruments in Science Education. *Res Sci Educ* **48,** 1273–1296. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/s11165-016-9602-2.

TÜRK, Cumhur.; KALKAN, Hüseyin, 2015. *The Effect of Planetariums on Teaching Specific Astronomy Concepts*. *J Sci Educ Technol* **24,** 1–15. DOI https://doi.org/10.1007/s10956-014-9516-6.

VAFKOVÁ, Lada, 2015. *Položková analýza v systému STATISTICA*. Bakalářská práce. Brno, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta. [online, cit. 25. 3. 2021]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/t350m/Plny_text_BP.pdf.

Příloha 1 - Obsah testu

1. Co způsobuje střídání dne a noci?

(a) Země se pohybuje kolem Slunce.
(b) Slunce se pohybuje kolem Země.
(c) Země se otáčí (rotuje) kolem své osy.
(d) Oblačnost stíní slunečnímu světlu.
(e) Země prochází stínem Slunce, vstupuje a vystupuje z něj.

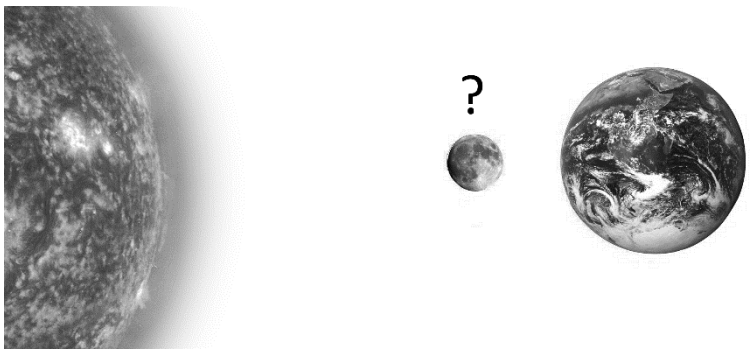
Správná odpověď je (c).

2. Jak dlouho trvá Měsíci, než jedenkrát oběhne okolo Země?

(a) Hodinu
(b) Den
(c) Týden (7 dní)
(d) Měsíc (27 dní)
(e) Rok (365 dní)

Správná odpověď je (d).

3. Abychom mohli pozorovat ze Země úplné zatmění Slunce, v jaké fázi musí být Měsíc?



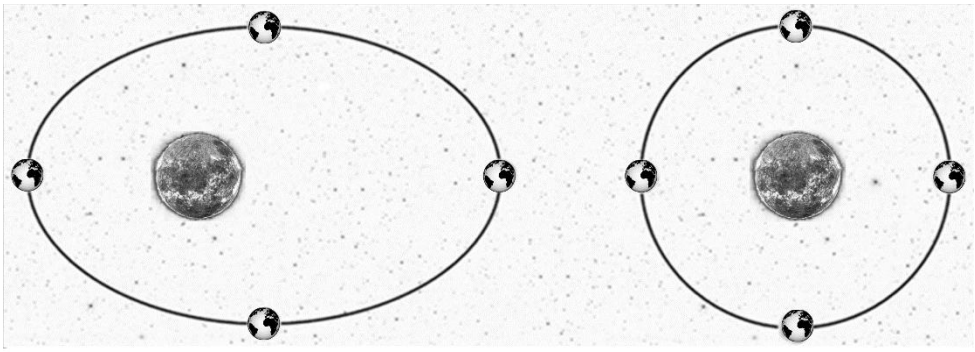
Obrázek 4.2: Ilustrační obrázky ke třetí otázce, fáze Měsíce

Správná odpověď je (b).

4. **Hlavní důvod, proč je v létě vyšší teplota než v zimě, je:**
   (a) Země je v létě blíže Slunci.
   (b) Země je v létě dále od Slunce.
   (c) V létě je méně oblačnosti.
   (d) Osa rotace Země má stále stejný směr v prostoru a není kolmá k rovině oběhu Země kolem Slunce.
   (e) Slunce v létě vyzáří více energie než v zimě.

Správná odpověď je (d).

5. **Země obíhá kolem Slunce po eliptické dráze, viz obr. I. Pokud by se dráha Země změnila na kruhovou, viz obr. II, byla by vzdálenost obou těles během roku stále stejná. Jaký by to mělo vliv na roční doby v mírném pásu?**
   (a) Sezónní teploty by byly jiné než dnes.
   (b) Bylo by jen léto a zima.
   (c) Bylo by jen jaro a podzim.
   (d) Roční doby by zůstaly stejné jako dnes.
   (e) Rozdíly mezi ročními obdobími by zcela zmizely.



Obrázek 4.3: Ilustrační obrázek k otázce 5, změna tvaru dráhy Země

Správná odpověď je (d).

6. **Když je Slunce na obloze přesně přímo nad stožárem s vlajkou, tak stožár nevrhá žádný stín. Kdy taková situace nastává v místě vašeho bydliště v České republice?**
   (a) Každý den v poledne.
   (b) Pouze uprostřed léta.
   (c) Pouze uprostřed zimy.
   (d) V prvních jarních a podzimních dnech.
   (e) V České republice nikdy.

Správná odpověď je (e).

7. **Jaké je správné pořadí těles sluneční soustavy Slunce, Země, Jupiter a Měsíc od největšího po nejmenší?**
   (a) Slunce, Země, Měsíc, Jupiter.
   (b) Země, Slunce, Měsíc, Jupiter.
   (c) Země, Měsíc, Slunce, Jupiter.
   (d) Slunce, Jupiter, Země, Měsíc.
   (e) Slunce, Země, Jupiter, Měsíc.

Správná odpověď je (d).

8. **Jaké je správné pořadí astronomických těles podle jejich vzdálenosti od Země, od nejbližšího po nejvzdálenější?**
   (a) Galaxie v Andromedě, Slunce, Jupiter, Polárka.
   (b) Slunce, Jupiter, Polárka, Galaxie v Andromedě.
   (c) Jupiter, Slunce, Polárka, Galaxie v Andromedě.
   (d) Slunce, Jupiter, Galaxie v Andromedě, Polárka.
   (e) Polárka, Jupiter, Slunce, Galaxie v Andromedě.

Správná odpověď je (b).

9. **Jak daleko jsou od Země umělé družice ve srovnání se vzdáleností Měsíce od Země?**
   (a) Velmi blízko u Země.
   (b) Asi v polovině vzdálenosti Země – Měsíc.
   (c) Na Měsíci, tj. ve stejné vzdálenosti jako Měsíc.
   (d) Velmi blízko Měsíce.
   (e) Asi dvakrát dále než Měsíc.

Správná odpověď je (a).

10. **Které tvrzení je podle současných znalostí o vesmíru a podle našich pozorování správné?**
   (a) Země je středem vesmíru.
   (b) Slunce je středem vesmíru.
   (c) Není žádný střed vesmíru.
   (d) Naše Galaxie je středem vesmíru.
   (e) Polárka je středem vesmíru.

Správná odpověď je (c).

11. **Která z následujících teorií popisuje vznik a vývoj našeho vesmíru?**
   (a) Evoluční teorie, která popisuje postupné změny všeho jako důsledek přizpůsobení se prostředí.
   (b) Teorie velkého třesku, která popisuje rozpínání vesmíru jako celku z počátečního stavu o velmi malých rozměrech a obrovské teplotě.
   (c) Gravitační zákon popisující vzájemnou přitažlivost všech hmotných těles.
   (d) Teorie vzniku (kreace) – vše bylo v průběhu času vytvořeno z ničeho.

(e) Teorie stálého vesmíru – celý vesmír i veškerá hmota v něm nevznikly, ale existují odjakživa, nekonečně dlouho.

Správná odpověď je (b).

12. V souhvězdí Velké medvědice je skupinka hvězd, která při pohledu od nás připomíná vůz. Při pohledu, z kterého místa by skupina měla úplně jiný tvar?

(a) Nějakého města na severu Evropy (např. Oslo, Stockholm nebo Helsinky).
(b) Z Říma.
(c) Z povrchu Měsíce.
(d) Z planety Saturn.
(e) Z velmi vzdálených hvězd.

Správná odpověď je (e).

13. Jaký tvar má naše Země?

(a) Tvar krychle.
(b) Tvar kruhové desky.
(c) Tvar geoidu.
(d) Tvar koule.
(e) Země je plochá.

Správná odpověď je (c).