

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA PEDAGOGICKÁ**

RIGORÓZNÍ PRÁCE

2011

Ing. Ota KÉHAR

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta pedagogická
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy

Rigorózní práce
Využití katalogů
astronomických objektů ve výuce

Ing. Ota Kéhar

Plzeň, červen 2011

Poděkování

Chtěl bych poděkovat doc. Ing. Václavu Vrbíkovi, CSc. z Katedry výpočetní a didaktické techniky a Dr. Ing. Jiřímu Pátkovi ze Střediska správy počítačové sítě za umožnění přístupu do učeben s výpočetní technikou a instalaci potřebného softwarového vybavení.

Poděkování patří i všem žákům a studentům, kteří se zúčastnili řešení praktických úloh, bez nich by tato práce byla pouhým teoretickým základem bez cenného ověření materiálů v praxi.

Žádné poděkování není dost velké, aby vyjádřilo vděk mé manželce a dcerám za jejich trpělivost a pochopení, které se mnou po celou tu dobu měly.

Prohlašuji, že jsem tuto rigorózní práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů, literatury a dalších odborných zdrojů.

V Plzni, 2011

.....

Abstrakt

Název práce: *Využití katalogů astronomických objektů ve výuce*

Autor: *Ing. Ota Kéhar*

Katedra: *Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy (KMT),
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni (FPE ZČU)*

Abstrakt.

Informace, které známe o astronomických objektech, jsou již od starověku shromažďovány v různých katalozích a seznamech. Katalogů máme v současné době velké množství a lze v nich najít spoustu zajímavých údajů. V rigorózní práci se zabývám možnostmi, jak využít katalogy astronomických objektů ve výuce. Kladl jsem důraz na zapojení žáků do praktických činností, takže výsledkem mé práce jsou dva pracovní listy. První obsahuje postup, jak zjistit seznam nejjasnějších hvězd na noční obloze. Druhá se zabývá konstrukcí a porovnáním HR diagramů různě vzdálených hvězd. Pracovní listy obsahují rámcový postup při vypracování úlohy, přičemž jsou doplněny o dílčí otázky, které prohlubují znalosti žáků, a pro učitele představují významnou zpětnou vazbu. Pracovní listy jsem vyzkoušel na vzorku žáků středních škol, studentů vysoké školy a učitelů fyziky. Při testování jsem pracovní listy průběžně upravoval a vylepšoval. Podařilo se mi dospět k některým závěrům: žáci nemají běžně možnost řešit podobné typy úloh na školách a chybí jim některé základní znalosti z informatiky, zejména používání tabulkového procesoru, a fyziky, neřeší jednotky při výpočtech.

Klíčová slova: *katalog, hvězdy, HR diagram, pracovní listy, projekt
střední škola, astronomie*

Abstract

Title: *Catalogs Of Astronomical Objects In The Education Process*
Author: *Ing. Ota Kéhar*
Department: *Department of Mathematics, Physics and Technical Education*
Faculty of Education, University of West Bohemia

Abstract:

Information about astronomical objects is collected from ancient in various catalogs and lists. First astronomical catalog reference dates from around 127 BC. At that time one of the greatest ancient astronomers lived, Hipparchus, who significantly increased the accuracy of astronomical position measurements of celestial objects and compiled the first great stars catalog containing the positions of more than one thousand stars. An interesting story from the past illustrates the development of scientific thinking and methods of star catalog use. Most star catalogs were used to verify or disprove the contemporary World view. Early astronomers from Hipparchus to Ptolemy wanted to know whether or not the positions of the stars changed, and found that to a first approximation they did not, except for precession.

Astronomers then became interested in the motions of planets and needed much greater precision in the measurement of the position of the fixed stars against which the position of the planets could be measured. These measurements led to the adoption of the Copernican system. Another reason to compile star catalogs in ancient times was the search for parallax; to find out the distance of stars. Astronomers were looking for small movements among the stars that would tell how far away they were. Along the way, it was discovered that stars move relative to each other, that they exhibit proper motion.

From that time, and especially during the last several decades, the amount of information about astronomical objects increases almost exponentially and there are a large number of lists, tables and other catalogs of astronomical objects. The internet provides a huge advantage, compared to traditional paper textbooks, and has contributed to the rapid development of astronomy in recent years such as exploration of the solar system planets by probes, asteroid astrometry, stars origin exploring, interstellar matter and many others. However the internet also has some disadvantages, especially assessing the credibility of the information. For these reasons it is not so easy to find official, clean and reliable sources of data for catalog building. Regarding copyright infringement, it is necessary to negotiate with the copyright owner the possibility and conditions of data usage for our purposes. Usage is welcomed by their owner, especially if intended for educational purposes only.

The aim of thesis is to create catalogs of astronomical objects (stars, deep-sky, minor planets, exoplanets and others) available through the interactive and user-friendly interface on the Astronomia web pages (astronomia.zcu.cz). To avoid obsolescence of data in Astronomia catalogs, it is necessary to create automatic or semi-automatic updating of the catalog contents.

The main job was to deal with usage of these catalogs in the education process. I put emphasis on involving pupils in practical activities, so the results of my research are two worksheets. These ones can be used during lessons of physics, geography and other subjects, and using computers in unconventional way. I created them based on general educational programs (or school curricula) with respect to use of multimedia equipment (computer, internet, etc) and development of key competencies of pupils.

The first worksheet is aimed to find the brightest stars of the night sky. This task was inspired with very simple (at a first glance) question: find a number of the brightest stars visible at a given location at a given time in the night sky. It is almost impossible to answer without using catalog of stars and computer planetarium (or plan sphere). The pupils can also analyze other possibilities (variants) how to answer to this question, it means provide this task as a problematic exercise and later distribute worksheets. Pupils can confront their opinion with the solution listed in the worksheet. The resulting list of stars can be further used, e.g. for determine types of stars, their distances or calculate best visibility of stars (pupils have to apply their knowledge of the right ascension and sidereal time). This exercise include very simple feedback (for small number of stars, pupils can find the list of stars in the planetarium), it should help to pupils to correctness their results.

In the second one pupils are going to construct the Hertzsprung-Russell diagrams (HRD). This one is a key part of secondary school astronomical knowledge. Therefore it is necessary to pay sufficient attention to this subject and suitably clarify the axis quantity in the diagram and generally explain the meaning of this diagram. HRD can not be interpreted only as a finished factual, tedious statistical diagram, which it is necessary to memorize. To avoid undesirable and inefficient memorizing by the pupil, it is important to practice the interpretation of the chart and show how to plot them. A star catalog on Astronomia web pages can be used as the source data needed to construct the diagram. The web application allow appropriate selection of the stars and can thus point to the correct interpretation of the diagram in the quantity of processed data. In the analysis (especially comparison) of resulting HRDs, pupils should discover the presence of the selection effect. The task should be divided into two parts: construction of first HRD (stars up to 100 pc) can be done with teacher support, he can advise to pupils, show them the procedure. Whether students understand or not, it can be tested in second part, pupils attempt to construct HRD (of distant stars) by themselves. This part is more complicated due to limitations of spreadsheets. Pupils can also use feedback from lesson, they should know how the HRD appear.

Both worksheets include basic procedure. Each part of worksheet is complemented by sub-questions that deepen knowledge of pupils and it represents welcomed feedback for teacher. Based on the experience during testing, the worksheets was modified or alterations was prepared.

I tried worksheets on a sample of secondary school pupils, university students and teachers of physics. As a result I discovered that pupils usually do not have possibility to solve this kind of exercise (using data from catalog of stars) at school. Their teachers do not use multimedia textbooks. Pupils cannot handle basic transactions in the Excel spreadsheet, especially inserting formulas into cells, data sorting or constructing a simple chart. They do not focus on units during calculations, e.g. they calculated stars distance in hundredths of parsec, there should be a confrontation with nearest star. Problematic point was also the lack of knowledge of prefixes (e.g. milliarcsecond) and International System of Units.

Keywords: *catalogue, stars, HR diagram, worksheets, project
high school, astronomy*

Obsah

OBSAH	1
ÚVOD	3
1 UČEBNÍ PLÁNY	4
1.1 PŘEDMĚTOVÉ USPOŘÁDÁNÍ UČIVA	4
1.2 PROJEKTOVÉ USPOŘÁDÁNÍ UČIVA	4
1.3 MODULÁRNÍ USPOŘÁDÁNÍ UČIVA	6
1.4 USPOŘÁDÁNÍ UČIVA PŘI VÝUCE ASTRONOMICKÝCH POZNATKŮ	7
1.5 PRAKTICKÉ ČINNOSTI VE VÝUCE	8
1.6 KONSTRUKTIVISTICKÝ PŘÍSTUP K VÝUCE	9
1.7 KLÍČOVÉ KOMPETENCE	11
2 ASTRONOMIE NA ŠKOLÁCH	13
2.1 ASTRONOMIE NA ZÁKLADNÍ ŠKOLE	13
2.2 ROZŠÍŘENÍ POZNATKŮ NA STŘEDNÍ ŠKOLE	14
2.3 MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY	14
2.4 MOTIVAČNÍ HODNOTA ASTRONOMIE	16
3 KATALOGY ASTRONOMICKÝCH OBJEKTŮ	17
3.1 HISTORIE KATALOGŮ	17
3.1.1 <i>Katalogy hvězd bez použití dalekohledu</i>	17
3.1.2 <i>Katalogy hvězd a dalekohled</i>	19
3.1.3 <i>Fundamentální katalogy hvězd</i>	20
3.1.4 <i>Moderní astronomické katalogy</i>	21
3.1.5 <i>Nehvězdné katalogy</i>	23
3.2 POPIS KATALOGŮ NA STRÁNKÁCH ASTRONOMIA	24
3.2.1 <i>Popis ovládacích prvků</i>	26
3.2.2 <i>Popis katalogů astronomických objektů na stránkách Astronomia</i>	31
3.2.3 <i>Aktualizace dat v katalogích</i>	32
3.2.4 <i>Popis použitých technologií</i>	34
3.2.5 <i>Popis architektury aplikace</i>	35
3.3 VYUŽITÍ MULTIMÉDIÍ	38
4 HYPOTÉZY	40
4.1 DEFINICE HYPOTÉZ	40
4.2 METODIKA PRÁCE A METODY ZKOUMÁNÍ	40
4.3 TESTOVÁNÍ HYPOTÉZ A HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	41
4.3.1 <i>Hypotéza č. 1</i>	41
4.3.2 <i>Hypotéza č. 2</i>	42
4.3.3 <i>Hypotéza č. 3</i>	42
4.3.4 <i>Hypotéza č. 4</i>	44
4.3.5 <i>Hypotéza č. 5</i>	44
5 PRACOVNÍ ÚLOHY	46
5.1 VYTVOŘENÍ A OTESTOVÁNÍ PRACOVNÍCH LISTŮ	46
5.2 TEORETICKÝ ZÁKLAD Z ASTRONOMIE PŘED PROJEKTEM	49
5.2.1 <i>Rektascenze a deklinace</i>	49
5.2.2 <i>Hvězdná velikost</i>	50
5.2.3 <i>Paralaxa</i>	50
5.2.4 <i>Spektrální třída</i>	51
5.2.5 <i>HR diagram</i>	52
5.3 PRACOVNÍ LIST: HLEDÁNÍ NEJASNĚJŠÍCH HVĚZD	54
5.3.1 <i>Předpokládaný přínos pro žáky</i>	54
5.3.2 <i>Cíle</i>	54
5.3.3 <i>Zadání</i>	54

5.3.4	<i>Pomůcky</i>	58
5.3.5	<i>Postupný vývoj úlohy</i>	59
5.3.6	<i>Metodické informace k úloze</i>	66
5.4	PRACOVNÍ LIST: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU	78
5.4.1	<i>Předpokládaný přínos pro žáky</i>	78
5.4.2	<i>Cíle</i>	78
5.4.3	<i>Zadání</i>	78
5.4.4	<i>Pomůcky</i>	82
5.4.5	<i>Postupný vývoj úlohy</i>	82
5.4.6	<i>Metodické informace k úloze</i>	86
5.5	ANALÝZA PRACOVNÍCH ÚLOH	99
5.5.1	<i>Hledání nejjasnějších hvězd</i>	100
5.5.2	<i>Sestrojení HR diagramu</i>	112
5.6	DOTAZNÍK	119
5.6.1	<i>Hodnocení samostatných úloh</i>	119
5.6.2	<i>Webové stránky Astronomia</i>	122
5.6.3	<i>Porovnání ovládání katalogů</i>	125
5.6.4	<i>Přínos a celkový dojem z hodiny</i>	128
ZÁVĚR		130
SEZNAM LITERATURY		133
SEZNAM OBRÁZKŮ		135
SEZNAM TABULEK		137
PŘÍLOHY		139

Úvod

Astronomií jsem se v minulosti zabýval zejména ve svém volném čase. Nejinak je tomu i nyní, nicméně ze záliby se postupně stal pracovní úvazek na hvězdárně. Zároveň se již více než deset let podílím na vzniku multimediálního učebního textu *Astronomia*, jejíž součástí jsou i různé katalogy astronomických objektů. Během mého studia na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni mne napadla myšlenka o smysluplném využití astronomických dat ve výuce. Jako zdroj vhodných a zajímavých informací jsem uvažoval právě katalogy a další seznamy. Však informace, které známe o astronomických objektech, jsou již od starověku shromažďovány v různých katalozích a seznámech. V současné době jich máme velké množství a lze v nich najít spoustu zajímavých údajů.

Cílem této rigorózní práce je vytvoření praktických úloh ve formě pracovních listů pro žáky a metodických listů pro učitele, protože považuji za důležité zapojení žáků do praktických činností. Úlohy by měly být využitelné při výuce fyziky, zeměpisu, případně dalších předmětů a netradičním způsobem by měly vést žáky k používání výpočetní techniku. Hlavní podmínkou, kterou si chci klást při vytvoření úloh, je využití dat z katalogů astronomických objektů, přičemž volby témat budu vycházet z rámcových vzdělávacích programů, případně školních vzdělávacích plánů s ohledem na využití multimediálních prostředků (počítač, internet apod.) a rozvoj klíčových kompetencí žáků. Pracovní listy zpravuji tak, aby obsahovaly rámcový postup při vypracování úlohy, přičemž budou doplněny o dílčí otázky, které prohloubí znalosti žáků a pro učitele představují důležitou zpětnou vazbu. Bez vyzkoušení úloh na žácích nebo studentech by se jednalo pouze o teoretickou záležitost bez praktického významu a nemožnosti odpovědět na základní otázku ohledně vhodnosti využití katalogů astronomických objektů ve výuce. Proto bych chtěl navržené úlohy vyzkoušet, případně upravit a důkladně vyhodnotit výsledků testování. Na základě analýzy výsledků chci učinit úvahy o vhodnosti použití katalogů astronomických objektů na škole. Před samotným vytvořením úloh se musím seznámit se základními formami uspořádání učiva v učebních plánech a zamyslet se na jejich vhodnosti při výuce astronomických poznatků na školách. U astronomie lze využít její motivační hodnoty a zvýšit zájem žáků o ostatní přírodovědné obory. S tím souvisí otázka vlivu mezipředmětových vztahů a možnosti využití astronomických poznatků k integraci učiva různých předmětů i rozvíjení klíčových kompetencí žáků.

1 Učební plány

„Čeho kdo nezná, po tom nedychtí.“

Jan Amos Komenský, český teolog, filosof a pedagog

Podle Skalkové (2007) je učebním plánem označován dokument, který třídí učivo do určitých celků, obsahuje jejich sled a jejich časovou dotaci. Občas je tradiční pojem „učební plán“ nahrazován pojmem „kurikulum“, nicméně to není přesné, protože kurikulum je významově širší. Klade si za cíl zahrnout plánování, realizaci, ale i neméně důležité hodnocení procesu učení.

Při tvorbě učebních plánů bychom se měli zabývat analýzou obecných cílů, ke kterým má proces vzdělávání na jednotlivých stupních a typech škol směřovat. V průběhu času se vytvořily tři základní formy uspořádání učiva v učebních plánech:

- předmětové
- projektové
- modulární

1.1 Předmětové uspořádání učiva

Na našich základních, středních i vysokých školách patří mezi nejčastěji používané předmětové uspořádání učiva. Spojuje jednotlivé předměty s příslušnými vědami, technickými a uměleckými obory nebo s určitými oblastmi praktické činnosti. Postupem času je nutné učební plány měnit a přizpůsobovat technickým pokrokům a společenským potřebám. Obsah učebních plánů se liší podle cílů a funkcí různých druhů a typů škol. Zároveň je nutné dbát na vytváření podmínek pro optimální rozvoj každého žáka.

Struktura učebního plánu, zařazování a rozvíjení jednotlivých předmětů je závislá na biologických, psychologických a pedagogických hlediscích. Ty významně ovlivňují vnitřní didaktickou koncepci učebního plánu, která se rozvíjí v jeho horizontálních (v rámci ročníků) i vertikálních (mezi ročníky) vztazích. S rostoucím věkem se mění i pojetí vědění, které se objevuje v učebním plánu: od předmětů přinášející konkrétní globální poznávání blízké životu dítěte (prvouka) se předměty postupně odštěpují. Časem se dospívá k vědění, které je přeměněno do systémů v rámci jednotlivých vyučovacích předmětů. V nich se výklad postupně přibližuje k myšlení a jazyku konkrétních věd (biologie, zoologie, historie, geografie, fyzika).

Každý vyučovací předmět je specifický didaktický útvar, který obsahuje řadu disciplín v rámci dané oblasti. Důraz je kladen i na osvojování příslušných metod myšlení a praktických dovedností v podobě experimentování. Koncepce učebních plánů založených na předmětovém uspořádání obsahuje nebezpečí roztříštěnosti poznání. V didaktice byly rozvíjeny metody, které by poznatkovou roztříštěnost eliminovaly. Tyto snahy byly povzbuzovány s přibýváním předmětů ve druhé polovině 20. století s rozvojem vědy a techniky, ale i s tlakem požadavků společenské praxe na obsah školního vzdělávání. (Skalková, 2007)

1.2 Projektové uspořádání učiva

Na školách se hovoří o projektech, projektovém vyučování, projektovém dnu nebo projektovém týdnu. Projekty se mohou odehrávat ve třídě, v prostorách celé školy, ale i v rámci škol v přírodě, na výletech. Žáci mají za úkol hledat, objevovat,

pozorovat, sbírat, během hodiny se ptají, sepisují a vyřizují a tím se nenásilným způsobem učí. Úkolem žáka není pouze přijímat předem připravené informace, ale i vyhledávat a zpracovávat poznatky a vybavit žáka metodami řešení problémů. Cílem vyučování se má stát rozvíjení samostatného učení žáků a jejich motivace tak, aby se byli ochotni učit. (Tomková, 2009)

Projektové uspořádání učiva propracovala na počátku 20. století americká pragmatická pedagogika, především díla J. Deweye a W. H. Kilpatricka, který v roce 1918 napsal první ucelenou studii o projektovém vyučování. Podoba projektů se postupně vyvíjela, měla za úkol vychovat aktivního občana demokratické společnosti a především posilovat vědomí vlastní zodpovědnosti žáka.

Dle Tomkové (2009) přináší projektové vyučování následující výhody:

- dává prostor pro integraci poznatků z různých oborů, ale i integraci žákova poznání vůbec (např. v matematice se naučí logaritmovat, v astronomii tuto vědomost použijí při sestrojení HR diagramu),
- poskytuje možnost pro pěstování spoluzodpovědnosti žáka a vytváří prostor pro rozvoj jeho samostatnosti v prostředí školy (např. žák je při sestrojení HR diagramu odpovědný za výsledek své práce, kterou vykonává samostatně),
- umožňuje realizaci obecných cílů základního vzdělávání a rozvíjení klíčových kompetencí (např. při řešení praktických úloh se jedná o kompetence k učení, řešení problémů, komunikativní, ale i sociální a personální).

Místo pasivity poslušného žáka se kladl důraz na jeho zvědavost a přirozenou aktivitu, která je mu vlastní již od narození (normální dítě totiž neseď, nemlčí a nečeká na pomoc dospělého, ale je neposedné, zvědavé, snaží se vše otevřít, rozebrat apod.) Dítě od narození prosazuje své potřeby a podle svých možností vyvíjí aktivitu, dokonce se brání vlastní únavě, aby nepřišlo o možnost nových objevů a poznání. Základní metodou se stala vlastní práce žáků. Učení se proměnilo v samostatné hledání a řešení problémů. (Tomková, 2009)

Projektové vyučování vychází z empiricky stanovených hlavních oblastí společenského života (práce, sociální vztahy, životní prostředí, trávení volného času, výchova dětí). Spojuje obsah vzdělání s různými oblastmi praktických činností. Vzdělávací cíle jsou formulovány jako činnosti, kterých se žáci přímo účastní. V těchto činnostech se spojují poznávací i sociální cíle. Za výhodu tohoto postupu se považuje možnost soustřeďovat látku kolem určitých praktických činností, které jsou spojeny s reálným životem. Na rozdíl od předmětového uspořádání učiva obvykle zvyšuje zájem žáků. Na druhou stranu hrozí nebezpečí vzniku mezery mezi praktickou činností a studiem teorie a poklesu teoretické úrovně vzdělávání, protože se učivo rozpadá do rozličných specializovaných oblastí. Z tohoto důvodu se proto častěji používá kombinace předmětového a projektového uspořádání učiva. (Skalková, 2007)

Nejdůležitější podmínkou projektového uspořádání učiva je vnitřní motivace žáka, právě on musí přijmout úkol, toužit vyřešit daný problém a dokončit projekt až do fáze konečného produktu. Učitel projekty plánuje, hledá vhodná témata a promýšlí úkoly. Jestliže má žák silný pocit spoluúčasti na projektu a zároveň je vnitřně motivován, může být projekt z hlediska vyučování úspěšný. V projektu se používá principu svobodného výběru. Žák vybírá z předložených témat, v rámci tématu si volí své úkoly. Vybírá zdroje informací, hledá individuální způsob zpracování úkolu, organizuje čas, který bude muset jednotlivým činnostem věnovat, rozděluje si práci, vybírá pomůcky a spolupracovníky. Učitel pouze podporuje jeho motivaci (zejména smysluplností úkolu), udržuje jeho zájem (na tvorbě produktu by se měli žáci podílet,

neplnit jen zadání učitele). Názvem projektové uspořádání učiva se někdy chybně označuje samostatná práce, kde žáci samostatně nebo ve skupinách zpracovávají zadané téma. Jednou z variant samostatných prací je plnění úkolů podle pracovního listu – žáci vyhledávají nejrůznějším způsobem (z literatury, internetu, vlastní zkušenost) odpovědi na jednotlivé úkoly. Tato forma nemůže představovat celou náplň projektu, nicméně samostatná práce s těmito pracovními listy může být jednou fází projektového uspořádání učiva.

Chybou se často stává nepřesné formulování cílů, kdy se zaměříme jen na výsledný produkt. Projekt bez zacílení může vykazovat seznam dílčích činností bez vědomí jejich smyslu. Součástí projektu by mělo být i jeho hodnocení. Zde by se měl maximálně zapojit žák, přičemž se hodnotí nejen výsledky, ale i průběh projektu. Hodnocení může být formou otázek, hodnotících archů, dotazníků. Jejich cílem by mělo být získání informací o nově osvojených vědomostích, dovednostech a klíčových kompetencích. Během reflexe mohou žáci vyjádřit své prožitky a pocity. (Tomková, 2009)

1.3 Modulární uspořádání učiva

Modulární (blokové) uspořádání učiva podporuje jeho integraci a snaží se přitom překonávat nedostatky předmětového i projektového vyučování. Moduly utvářejí stavebníci, z níž lze konstruovat učební plán. Témata modulů mohou být formulována v termínech poznávacích cílů nebo termínech činností. Umožňují kombinovat části učiva podle specifických potřeb praxe nebo teorie. Předností modulárního uspořádání je lepší přizpůsobení požadavkům daného učiva. Z praxe se ukazuje, že nemusí být snadné udržovat systém učiva.

Modulární uspořádání může mít různé formy. Jednak může soustřeďovat časové dotace věnované vyučování určitému tématu, předmětu, do kratšího období (do jednoho pololetí, ročníku) nebo zavádí v určitém období společná témata učiva pro různé ročníky, případně celou školu. (Skalková, 2007)

Modul je přesně definovaná, jednoznačně vymezená vzdělávací a výcviková jednotka. Jedná se o blok učiva, který tvoří uzavřený celek. Z jednotlivých modulů lze potom podle potřeby sestavit několik vzdělávacích programů. Pokud se zabýváme obsahem vzdělávání, můžeme si definovat pojem vzdělávací modul, který rozlišujeme podle obsahu a zařazení na

- přípravné vzdělávací moduly
- základní vzdělávací moduly
- volitelné vzdělávací moduly
- odborné vzdělávací moduly

Jednotlivé výše uvedené vzdělávací moduly tvoří vzdělávací program, který má přesně vymezený a ohraničený obsah, aby se nepřekrýval s obsahem ostatních modulů.

Každý vzdělávací modul musí mít vymezené následující oblasti

- vstupní požadavky kladené na uchazeče
- obsah
- metodické pokyny pro vyučujícího
- vědomosti a dovednosti, které musí zvládnout ten, kdo model absolvuje
- stanovený postup ověřování (testy, kontrolní otázky, zkoušky)

Vzdělávací program sestavený z jednotlivých vzdělávacích modulů vytváří modulový systém, který lze podle potřeb praxe inovovat a rozšiřovat. Z jednotlivých

vzdělávacích modulů se dají sestavit různé vzdělávací programy, které vycházejí z požadavků na úroveň a kvalifikaci, která má být studiem získána. Obvykle se připravují dva typy programů. První z nich je sestaven pouze z přípravných a základních modelů, výstupem je získání základní (nižší) kvalifikace. Druhý je zaměřen komplexním způsobem a obsahuje i možnosti volitelných a úzce specifikovaných vzdělávacích modulů.

Modulové systémy lze uplatnit nejenom v základním a středním školství, ale i v rámci rekvalifikací, případně v celoživotním vzdělávání. Klíčovým faktorem při sestavování obsahu učiva každého vzdělávacího modulu jsou požadavky kladené rámcovými vzdělávacími programy, případně kvalifikací příslušného oboru. (Konupčík, 2006)

1.4 Uspořádání učiva při výuce astronomických poznatků

V průběhu praktického ověřování jednotlivých forem uspořádání učiva (předmětové, modulární, projektové) se ukázaly jejich přednosti i slabiny. Ani jednu z těchto forem uspořádání nelze prohlásit za univerzální, nebo ji odmítnout. Volba uspořádání nebo jejich spojení závisí na vzdělávacích cílech i konkrétních podmínkách vyučování. (Skalková, 2007)

Mezi konkrétní podmínky vyučování lze zařadit i metody výuky, které učitelé při výuce používají. Přestože mohou učitelé použít velké množství vyučovacích metod, podle průzkumu Tikalské (2008) používají pouze některé z nich (výklad, nácvik a procvičování). Stále častěji se lze setkat se situacemi, kdy je středem světa učitel a žáci pouze sedí a poslouchají, případně si píšou jeho moudrá slova. Tyto metody nejsou příliš vhodné pro pochopení a zapamatování si učiva. Smyslem výuky by mělo být podněcovat myšlení, tvořivé aktivity žáků nebo žákům dát příležitost k objevování. Žák získá tím více informací a schopností, čím aktivněji je zapojen do procesu výuky. Žáci mají nejraději pokusy, práci na počítači, skupinové práce, hry, soutěže. Jsou rádi aktivní.

Volba metod výuky astronomického učiva nám dovoluje dosáhnout vytyčených vzdělávacích cílů se stanoveným obsahem učiva. Ukazuje se, že pro výuku astronomických poznatků na střední škole jsou vhodné metody deduktivní, induktivní a srovnávací.

Deduktivní metoda postupuje od obecných principů směrem k individuálním jevům a vztahům. Žáci se pomocí této metody učí třídit jevy užší platnosti pod jevy širší platnosti. Tato metoda výrazně přispívá k formování hierarchie zákonitostí a pojmů. Řada astronomických jevů různých měřítek má společnou fyzikální podstatu, například výklad kosmogonie¹, hvězd a Galaxie.

Induktivní metodu můžeme uplatnit při postupném výkladu vlastností planet, hvězd a galaxií. Obě metody (deduktivní, induktivní) není vhodné od sebe izolovat, ale lze je používat současně a vzájemně jimi výuku doplňovat.

K nejobtížnějším vzdělávacím cílům výuky astronomických poznatků patří bezesporu tvorba základních představ o velikostech kosmických těles různých typů (planeta, hvězda, sluneční soustava, galaxie, vesmír) a prostorových vzdálenostech mezi nimi. V tomto okamžiku je možné použít srovnávací metodu, kdy různá číselná, obrazová a modelová srovnání ulehčují žákům pochopení rozmanitosti rozměrů a hmotností kosmických těles (planety kamenné a plynné, trpasličí planety, planetky, komety atd.) ve sluneční soustavě, rozměrů hvězd v jednotlivých stádiích jejich

¹ Kosmogonie – nauka o vzniku sluneční soustavy.

vývoje (hvězdy hlavní posloupnosti, obří, závěrečná stádia – bílí trpaslík, neutronová hvězda, černá díra). K snadnému pochopení prostorových měřítek ve vesmíru jsou vhodná srovnání vzdáleností kosmických těles, např. Země-Měsíc, Země-Slunce, Slunce-nejbližší hvězdy apod. Hojně používané je srovnání poloměru a hmotnosti Země s ostatními planetami, poloměru a hmotnosti Slunce s různými typy hvězd, naší Galaxie s jinými galaxiemi.

1.5 Praktické činnosti ve výuce

Většina hodin astronomie, pokud na ni s ohledem na malou časovou dotaci a umístění v posledním ročníku fyziky vůbec přijde řeč, je výkladových, kdy mají učitelé za cíl seznámit studenty se základními pojmy z astronomie, případně s novými poznatky a aktuálním děním na obloze. Studium náhodně vybraných školních vzdělávacích programů² zjistíme, že některé střední školy nebo gymnázia astronomii nebo astrofyziku do učebních plánů fyziky nezařazují. Učitelé se snaží navštívit nejbližší hvězdárnu nebo planetárium, a tím bohužel pokládají astronomii za probranou.

Podle průzkumu Pudivítka (2004) se nejčastěji na středních školách učí sluneční soustava. Jde zejména o popisnou astronomii (vlastnosti planet a jejich dobývání, Slunce), hlavní úlohu má Země a její stavba. Většina hodin astronomie je výkladových, hlavní cíl výuky je pouhé seznámení žáků se základními pojmy astronomie, případně s novými poznatky a aktuálními událostmi. Žáci by neměli být přesycováni množstvím informací. Na druhou stranu běžně používané způsoby a metody výuky (např. pouhý výklad) nejsou pro astronomii příliš vhodné a nevyužívají plně její motivační potenciál.

Astronomické informace shánějí učitelé v učebnicích nebo využívají multimediální technologie (encyklopedie na CD nebo stále častěji v poslední době internet). Moderní astronomická témata se většinou zmiňují ve výuce sporadicky.

Projevuje se i absence zajímavých úloh, takových, které zaujmou studenty nebo úloh, které by využívaly skutečná data astronomů. Naopak se ukazuje, že výzkumy vesmíru posledních let obsahují velmi mnoho mezipředmětových vztahů, např. zkoumání geologie Marsu, chemické a biologické hledání života na dalších objektech sluneční soustavy nebo výzkum lidské psychiky při mikrogravitaci či dlouhodobé izolaci na kosmické stanici, kosmické právo a další.

Určitě by se výuka astronomických poznatků neměla soustředit jen na fyzikální principy nebo odvození jevů, vždyť praktické aktivity v hodině by mohly studentům astronomické znalosti přiblížit, i když nemají na první pohled fyzikální náboj. V tomto případě také záleží na konkrétním učiteli a správném odhadu klimatu ve třídě, protože více teoretičtí studenti raději zpracovávají skutečná astronomická data, kdežto více humanitně založení studenti naopak přivítají praktické příklady ze života.

Nejlépe praktickým činnostem ve výuce odpovídá projektová výuka (kap. 1.2), kdy se jedná o řešení nějakého konkrétního úkolu, na který jsou studenti teoreticky připraveni a k jehož řešení je potřeba vyvinout nějaké úsilí. K řešení úkolu je vhodné sestavit tým, ve kterém si studenti rozdělí jednotlivé role. Projektem může být snadný

² Např. Gymnázium Kpt. Jaroše Brno (obsahuje pouze gravitační pole), Gymnázium Omská Praha (obsahuje pouze gravitační pole; astrofyzika jen v rámci volitelného semináře a cvičení z fyziky), Gymnázium Voděradská Praha (obsahuje gravitační pole i astrofyziku), Gymnázium J. K. Tyla Hradec Králové (gravitační pole), Gymnázium J. Š. Baara Domažlice (gravitační pole), Gymnázium Vyškov (gravitační pole), Gymnázium Or Chadaš Praha (gravitační pole), Gymnázium Mimoň (gravitační pole, astronomie, astrofyzika).

úkol s velmi úzce vymezeným tématem, ale může se jednat i o náročný úkol obsahující velké množství mezipředmětových vztahů. Tomu by měla odpovídat hodinová dotace od hodin, týden až projekty zasahující velkou část školního roku či pololetí. (Pudivítr, 2004)

Mnozí učitelé se mohou domnívat, že astronomie je převážně noční věda, kde nelze najít žádné praktické činnosti. Existuje spousta aktivit (určení zeměpisné délky a šířky, projekce Slunce, kresba Měsíce), které lze dělat ve dne, nicméně můžeme pro praktické činnosti využít výpočetní techniku, kdy nejsme ani limitováni vhodným počasím. Koneckonců počítačová gramotnost patří k základním požadavkům na vzdělání moderního člověka. (Maňák, 2003)

Použití počítače ve výuce je ovšem podmíněno tím, že mají studenti počítač přímo k dispozici, což může být někdy limitující, protože počítačových učeben bývá na školách omezený počet.

1.6 Konstruktivistický přístup k výuce

Pro účinné vzdělávání v přírodovědeckých oborech jsou důležité takové výukové metody, které jsou založeny na vlastním pozorování, měření, experimentování a hodnocení skutečných dějů, objektů či stavů, na modelování a vizualizaci, na aktivním vyhledávání a zpracování informací studentem. Ve školství se ovšem častěji setkáváme s transmisivním přístupem k výuce, kdy učitel použitím slovních monologických metod předává žákům již hotové, logicky utříděné informace. Přírodovědná výuka je vhodná na použití řady různých metod, které respektují individuální charakteristiky jednotlivých žáků. Individualizaci výuky obsahují tzv. konstruktivistické metody řízení učební činnosti žáků, i když stále patří mezi alternativní metody výuky. Jednou z metod je učení jako aktivní konstrukce poznatků žákem, která předpokládá odlišné role učitele a žáka během edukačního procesu.

Pro tradiční pojetí výuky je charakteristická transmise (předávání), kdy se předpokládá se zrcadlovým otiskem předaných a utříděných informací do mysli žáků. Žák je tedy přijímá tak, jak mu byly předloženy.

Naopak konstruktivistický přístup k výuce je založen na tezi, že poznání je složitý konstrukční proces, ve kterém je volba a vysvětlení podnětů závislá na předchozí žákově zkušenosti. Tento proces je subjektivní a jedná se o vzájemné působení mezi dosavadními poznatky a novými podněty a právě tato interakce vytváří žákovo jedinečné, individuální pojetí učiva. Důvod je jednoduchý, zkušenosti žáka jsou součástí jeho kognitivních struktur a nejsou indiferentní vůči podnětům ze strany učitele.

Již v sedmdesátých letech minulého století se postavil proti předávání připravených poznatků žákům pražský pedagogický psycholog František Jiránek, který zkoumal utváření pojetí času a hodnot u dětí na prvním stupni. Dospěl k závěru, že děti nemyslí hůře než dospělí, jen se jich musíme umět správně zeptat. To lze učinit za předpokladu, že se zajímáme o zkušenosti dětí a jejich pojetí učiva. Ukazuje se, že jde o hledání a nalezení vzájemných vztahů mezi novým učivem a aktuálními kognitivními strukturami žáků. Jestliže učitel zná obsah aktuálních kognitivních struktur žáků, může navodit problémové situace, kdy žák při jejich řešení (na základě svých dosavadních zkušeností) pomocí činností dospěje (samostatně nebo s jistou dávkou pomoci) k novým poznatkům.

V tradiční škole je žák ten, kdo nic neví a do školy přichází z toho důvodu, aby se všemu naučil. Na druhou stranu, učitel je garantem pravdy a ví, ve škole je proto, aby naučil všemu toho, kdo neví. Žákovo poznání se formuje postupným kladením

poznatků na sebe. Proces, kdy předáváme ucelené poznatky, které se přenesou do mysli žáků, nazýváme transmisí a výuka na nich postavená se jmenuje transmisivní výukou. Tento způsob můžeme přirovnat k cibuli, kde jednotlivé vrstvy představují jednotlivé předměty nebo poznání. Zde ovšem hrozí rozpadnutí vrstev a žák v tom případě zapomíná, protože se nedokázaly vytvořit pevné vazby.

V konstruktivistické škole žák ví a do školy přichází z toho důvodu, aby přemýšlel nad tím, co ví a rozvíjel své poznání. Učitel zde funguje jako garant metody, kdy zajišťuje, aby každý žák mohl dosáhnout maximální úrovně rozvoje. Žákovo poznání se vytváří jako jeho subjektivní struktury, které se v procesu učení mění a obohacují. Jako příměr můžeme použít bramboru, která představuje ucelenost, hutnost poznání z jednoho kusu.

Co spojuje případy, kdy student fyziky není schopen porozumět nebo vysvětlit běžné fyzikální procesy, jako je např. střídání fází Měsíce? Nebo když žák, kterému položíme stejnou otázku v biologii a v chemii, v jednom předmětu odpoví správně a ve druhém chybně. Odpovědí je oddělenost teorie od praxe a neschopnost přenosu a aplikace myšlenek. Od učitele totiž přichází nové poznání a předpokládá se, že čím více žák ví, tím lépe porozumí světu. Chceme totiž, aby se kvantita změnila na kvalitu, což je proces velmi složitý. (Filová, 2006)

Řešením je aktivní učení a samostatné myšlení žáků, kterému se musí přizpůsobit struktura výuky a procesy učení v ní – model EUR. Jde o souvislou posloupnost různých didaktických aktivit a činností, během nichž žák přijímá vlastní poznání, uvědomuje si vztahy v poznání, hledá své řešení problému, zpracovává poznání a nalezené informace, pronáší svůj názor, porovnává a posuzuje dosaženou změnu. (Tomanová, 2003)

Jedná se o třífázový model učení.

První fáze: **evokace** (E) – žák v této fázi samostatně hledá, zjišťuje, vybavuje si, co o tématu zná, domnívá se, pociťuje a zároveň ho napadají otázky, začíná aktivně evidovat vlastní poznatky nebo je třídit do určité kognitivní struktury (brainstorming, prekoncepty, myšlenkové mapy)

Druhá fáze: **uvědomění si významu** (U) – žák nabývá nové informace nebo nově formulované myšlenky, setkává se s nimi jako s novými, ty se propojují s vlastními dosavadními kognitivními strukturami žáka. Dochází k rekonstrukci původní struktury vědění podle objevování a porozumění vztahů s novým učivem. Žák si uvědomuje, co potřebuje zjistit a doplnit na základě vzniklých pochyb a nesrovnalostí. To se projeví zrodem otázek, na které hledá odpovědi. Při řešení úlohy účelově pracuje s informacemi, při vytváření svého poznání pracuje individuálně nebo spolupracuje s ostatními žáky nebo s učitelem. Kooperace podporuje ke zpětné vazbě a k hodnocení vlastního poznání. Vytváří se aktivní spojení mezi novým a starým poznáním, kdy se udržuje zájem studenta o poznávanou oblast. Zvětšuje se připravenost a prostor pro akceptování dalších informací nebo pro jejich hledání.

Třetí fáze: **reflexe** (R) – je rozvahou zatím poznání, osvojení, změnění. Žák má šanci přezkoumat, co nového se naučil. Změny v jeho učení poznává tím, že nové poznatky třídí, klasifikuje, vyjadřuje vlastními pojmy, diskutuje s ostatními, srovnává své poznání. Má možnost poznat, že jím vytvořené myšlenkové schéma nemusí mít definitivní podobu, stále zůstává otevřené pro další vstupy. Sleduje i posuzuje, co se naučil a jakým způsobem se tomu naučil: jak uvažuje, jak zapadá jeho poznatek do dřívějších znalostí, jaký vliv mělo učení a myšlení na jeho původní názory, poznává sebe sama. Sebereflexe je důležitým pochodem v hledání a

odkrývání zdrojů pro další vývoj žáka. Poskytne hledání příčin vlastního myšlení, uvažování, jednání a přemýšlení o svých rezervách.

Jednotlivé fáze představují základ vyučovacího procesu. Učitel na základě toho volí jednotlivé metody podle vzdělávacích cílů, charakteru tématu a dispozicí žáků. Výuka podle metody EUR odráží strukturu vzdělávacích cílů – kognitivních, afektivních a výcvikových. V kognitivní oblasti umožňuje postup podle stupňů poznání od znalosti k hodnocení. V afektivní oblasti podněcuje zájem o práci s informacemi, přispívá v zapojení žáka v sebe rozvoji.

Mezi výhody konstruktivistického přístupu patří respektování přirozených procesů poznávání a učení (nic proti logice věci), tvoření učení na vnitřním zájmu žáka (čekáme, kdy a jak si žák položí otázku) a aktivizujeme žáky (čím méně dělá učitel, tím více se žáci naučí). (Tomanová, 2003)

1.7 Klíčové kompetence

Pod pojmem klíčové kompetence rozumíme souhrn dovedností, vědomostí, postojů, schopností a hodnot podstatných pro individuální rozvoj a uplatnění každého člena společnosti. V anglicky psaných materiálech Evropské unie je používáno slovo „competence“. Jistě dosti nešťastný překlad je české „kompetence“, přičemž se očekává význam schopnost, zručnost, obratnost, šikovnost či kvalifikace. Slovo kompetence má ovšem v českém jazyce poměrně odlišný specifický význam – pravomoc, což se poměrně vzdálilo obecnému anglickému významu slova. Antonymem je slovo nekompetentní, což se může jevit jako zdánlivě slušné slovo, ale vyjadřuje něco jiného, než že někdo k něčemu není kompetentní, bez jakýchkoli náznaků neschopnosti. Použitý překlad ovšem zní mnohem lépe, než kdyby se užilo obvyklého českého slova – schopnost.

Výběr a pojetí kompetencí vychází z obecně přijímaných hodnot a představ ve společnosti o jejich vlivu na vzdělávání jedince, jeho spokojenost s životem, úspěšnost a poslání lidské společnosti. Záměrem školního vzdělávání je opatřit žáky souborem klíčových kompetencí a přichystat je k dalšímu vzdělávání a prosazení se v životě. Skalkové (2007) nazývá klíčové kompetence jako obecné schopnosti, které jsou založeny na zkušenostech, znalostech, hodnotách a dispozicích jednotlivce a poskytují mu příležitost k jednání a zdárnému začlenění do sociálních relací při zachování nezávislosti.

Dle Rámcových vzdělávacích programů pro základní vzdělávání (2005) a gymnázia (2007) úlohy ve formě pracovních listů rozvíjejí následující klíčové kompetence žáků:

- *Kompetence k učení*
 - o *efektivně využívá různé strategie ke zpracování poznatků a informací;*
 - o *kriticky přistupuje ke zdrojům informací, informace tvořivě zpracovává;*
 - o *kriticky hodnotí pokrok při dosahování cílů své práce, přijímá ocenění, radu i kritiku ze strany druhých, z vlastních úspěchů i chyb čerpá poučení pro další práci;*
 - o *používá základní pojmy z různých vzdělávacích oblastí;*
 - o *chápe obecně používané termíny, znaky a symboly.*
- *Kompetence k řešení problémů*
 - o *rozpozná problém, objasní jeho podstatu, rozčlení ho na části;*
 - o *vytváří hypotézy, navrhuje postupné kroky, zvažuje využití různých postupů při řešení problému nebo ověřování hypotézy;*

- o *uplatňuje při řešení problémů vhodné metody a dříve získané vědomosti a dovednosti, kromě analytického a kritického myšlení využívá i myšlení tvořivé s použitím představivosti a intuice;*
- o *kriticky interpretuje získané poznatky a zjištění a ověřuje je, pro své tvrzení nachází argumenty a důkazy, formuluje a obhájí podložené závěry;*
- o *je otevřený k využití různých postupů při řešení problémů, nahlíží problém z různých stran;*
- o *zvažuje možné klady a zápory jednotlivých variant řešení, včetně posouzení jejich rizik a důsledků;*
- o *vnímá problémové situace, rozpozná problémy a hledá nejvhodnější způsob řešení;*
- o *nenechá se při řešení problému odradit nezdarem.*
- *Kompetence komunikativní*
 - o *s ohledem na situaci a účastníky komunikace efektivně využívá dostupné prostředky komunikace, verbální i neverbální, včetně symbolických a grafických vyjádření informací různého typu;*
 - o *používá s porozuměním odborný jazyk a symbolická a grafická vyjádření informací různého typu;*
 - o *efektivně využívá moderní informační technologie;*
 - o *vyjadřuje se v mluvených i psaných projevech jasně, srozumitelně a přiměřeně tomu, komu, co a jak chce sdělit, s jakým záměrem a v jaké situaci komunikuje;*
 - o *je citlivý k míře zkušeností a znalostí a k možným pocitům partnerů v komunikaci;*
 - o *prezentuje vhodným způsobem svou práci i sám sebe před známým i neznámým publikem;*
 - o *rozumí sdělením různého typu v různých komunikačních situacích, správně interpretuje přijímaná sdělení a věcně argumentuje; v nejasných nebo sporných komunikačních situacích pomáhá dosáhnout porozumění.*
- *Kompetence sociální a personální*
 - o *odhaduje důsledky vlastního jednání a chování v nejrůznějších situacích, své jednání a chování podle toho koriguje;*
 - o *přizpůsobuje se měnícím se pracovním podmínkám a podle svých schopností a možností je aktivně a tvořivě ovlivňuje;*
 - o *přispívá k vytváření a udržování hodnotných mezilidských vztahů založených na vzájemné úctě, toleranci a empatii;*
 - o *rozhoduje se na základě vlastního úsudku, odolává společenským i mediálním tlakům.*
- *Kompetence pracovní*
 - o *zvládá základní pracovní dovednosti, operace a postupy, rozšiřuje své komunikační schopnosti při kolektivní práci;*
 - o *pracuje podle daného pracovního postupu, návodu, náčrtu a orientuje se v jednoduché technické dokumentaci;*
 - o *je schopen pracovní výdrže, koncentrace na pracovní výkon a jeho dokončení;*
 - o *reálně posoudí výsledek své práce i práce ostatních.*

2 Astronomie na školách

„Astronomie jako ryzí předmět na školy nepatří. Měla by být rozpuštěna v řadě jiných. Ne však ve formě hrůzně nezáživných teoretických kapitol, nýbrž v podobě toho, co známe na vlastní oči. Kdo se bude chtít potopit do tajů vesmíru, ten si patřičnou literaturu najde.“

Jiří Dušek, český astronom

Výuku astronomických poznatků lze na školách zařadit do různých předmětů – zeměpis, přírodopis, fyzika. Na prvním stupni se žáci v předmětu prvouka seznámí s kalendářem (nebo obecně s orientací v čase) a pochopí střídání ročních období. Později se v přírodovědě dozví o poloze Země ve sluneční soustavě, významu Slunce a o přítomnosti Měsíce a jeho vlivu na Zemi. Na druhém stupni se astronomie objevuje v zeměpisu (planeta Země), přírodopisu (Země a život, člověk, naše planeta) a později ve fyzice (vesmír, planety, hvězdy). Díky rámcovému vzdělávacímu programu je možno látku zařadit do libovolného ročníku a přizpůsobit tak látku potřebám žáků.

Skutečnost je ale bohužel odlišná. Astronomie se již tradičně zařazuje na konec posledního ročníku v předmětu fyzika, kde je jí věnována nedostatečná pozornost, nebo dojde ke zpoždění oproti plánu a na astronomii nezbude čas vůbec. Ani pozornost žáků není v tomto období vysoká. Častěji je žákům zadána jako samostudium nebo je vyřešena návštěvou hvězdárny či planetária.

Astronomii lze přitom považovat za zajímavý obor a je proto škoda, že učitelé většinou nevyužijí jejího motivačního potenciálu. Díky její oblíbenosti mezi žáky je to ideální součást předmětu fyzika (nebo obecně tematického celku člověk a příroda), může sloužit ke zvýšení zájmu žáků i široké veřejnosti nejen o astronomii, ale i o ostatní přírodovědné obory.

Výuka astronomie je velmi závislá na přístupu učitele, který v dané třídě vyučuje fyziku. Na jedné straně ji vyučují učitelé, kteří jsou zároveň amatérskými astronomy, na straně druhé lidé, kteří o astronomii slyšeli pouze při studiu na fakultě, nebo ani to ne.

2.1 Astronomie na základní škole

Astronomii lze nalézt v učivu na základní škole již od prvního ročníku, kdy se žáci v rámci prvouky orientují podle světových stran, seznamují se obecně s časem, ať v podobě kalendáře nebo režimu dne. Poznávají, jak a proč se čas měří, jak události postupují v čase a utvářejí historii věcí a dějů. Učí se poznávat, jak se život a věci vyvíjejí a jakým změnám podléhají v čase. S tím souvisí i problematika vzniku ročních období a jejich vliv na lidi. V tematickém celku Rozmanitost přírody žáci poznávají Zemi (globus) jako planetu sluneční soustavy, kde vznikl a rozvíjí se život. Výstupem by měla být znalost elementárních poznatků o Zemi jako součásti vesmíru, rozdělení času a střídání ročních období. Tímto postupným způsobem se žáci seznámí i s dalšími tělesy sluneční soustavy, Měsícem a Sluncem. V pátém ročníku v přírodovědě se žáci v části „Jsme součástí přírody“ přenesou od neživé přírody k vesmíru. Žáci se dozvědí o Slunci jako o nejbližší hvězdě planety Země. Slunce zároveň představuje důležitý zdroj tepla a světla nezbytný pro život na Zemi. V tématu „Výprava do vesmíru“ se žáci seznámí s pojmy souhvězdí, galaxie a sluneční soustava. Součástí sluneční soustavy jsou planety, zde dojde

k porovnávání jednotlivých planet sluneční soustavy se Zemí. Orientačně se žáci seznámí s projevy gravitační síly.

Doporučený přístup k obsahu a organizaci výuky je neverbalistický. Žáky nelze přesycovat množstvím pojmů, spíše je kladen důraz na porozumění a ekologické myšlení ke vztahu k přírodě i k celému životnímu prostředí jako celku.

Na druhém stupni na tyto znalosti ve fyzice naváží gravitačním polem a gravitační silou a její přímé závislosti na hmotnosti těles. V druhém pololetí 7. třídy by se měli zabývat podrobněji sluneční soustavou, jejími hlavními složkami, vznikem měsíčních fází. Očekávanými výstupy astronomických poznatků na 2. stupni je objasnění (kvalitativní) pohybu planet kolem Slunce a měsíců planet kolem planet na základě poznatků o gravitačních silách. Žáci by měli odlišit hvězdu od planety na základě jejich fyzikálních vlastností.

Do astronomických znalostí lze i zařadit látku probíranou v rámci zeměpisu – tvar, velikost a pohyby Země, střídání dne a noci, světový čas, časová pásma a pásmový čas, datová hranice.

2.2 Rozšíření poznatků na střední škole

Zájem žáků o přírodní vědy obecně lze zvyšovat prostřednictvím exkurzí v různých vědeckých a technologických institucích i využívání nejrůznějších moderních technologií v procesu přírodovědného vzdělávání žáků. S astronomií se lze setkat v rámci vzdělávací oblasti Člověk a příroda. Žákům by měla představit vědy jako neoddelitelnou a nezastupitelnou součást lidské kultury. Měla by tak zvyšovat zájem žáků o ně využíváním poznatků a metod přírodních věd pro inspiraci a rozvoj dalších oblastí lidské aktivity. Ideální je v tomto směru využití mezipředmětových vztahů.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda je členěna na vzdělávací obory Fyzika, Chemie, Biologie, Geografie a Geologie. Astronomii lze nalézt v mnoha oblastech, přestože se jako samostatný obor neobjevuje.

Ve fyzice se v rámci probírání dynamiky pohybu prohloubí znalosti o pohybu těles v gravitačním poli, při té příležitosti se zmíní Keplerovy zákony. Zdroje energie ve hvězdách a vývoj hvězd se objeví v rámci termodynamiky a různých přenosů vnitřní energie v rozličných systémech. U hvězd zmíníme HR diagram a pojmy zářivé výkony a povrchové teploty. S hvězdami úzce souvisejí i další hvězdné systémy, hvězdné asociace, hvězdokupy nebo galaxie. V konečné fázi se lze podívat na stavbu a vývoj vesmíru, vhodné při probírání mikročástic, atomů. Jako rozšiřující a doplňující učivo lze považovat černé díry, neutronové hvězdy, kvasary a další. Při vysvětlování optických systémů (odraz, lom, zorný úhel) je možné použít praktické pomůcky v podobě dalekohledů.

V geografii je jedním z témat Země jako vesmírné těleso, tvar a pohyby Země, důsledky pohybu Země pro život lidí a organismů, střídání dne a noci, střídání ročních období, časová pásma na Zemi a kalendář. Při probírání látky věnující se orientaci v mapách je možné zmínit existenci hvězdných map, základní orientaci na obloze a nápomoc při orientaci v terénu. S tím souvisí základní navigační systémy využívající družic. Jiné družice slouží mimo jiné i k dálkovému průzkumu Země a ostatních těles sluneční soustavy.

2.3 Mezipředmětové vztahy

Realizaci mezipředmětových vztahů rozpracoval již v polovině 50. let 20. století O. Chlup, když se pokusil vytvořit teoretickou koncepci nového obsahu vzdělání.

Považoval za důležité, aby se pedagogické vědy zabývaly výběrem toho základního, v čem se má vzdělávat mládež na jednotlivých stupních škol. Tímto výběrem chtěl odstranit zbytečné přetěžování žáků nepodstatným učivem a překonat pouhé pamětní učení. O. Chlup formuloval koncepci základního učiva, vymezil kritéria jeho výběru a zároveň inicioval experimentální vyučování, v němž se tato koncepce realizovala ve školní praxi. Pod pojmem základní učivo rozuměl „*prvky podstatné, nezbytné, formující mysl, ducha a tělo člověka, prvky tvořící důležité stránky v řetězu vědní soustavy, vyhovující cíli a účelnosti se zřetelem k potřebám individuálním, odstupňované podle věku a schopnosti dětí.*“ (Chlup, 1962, s. 114) Do tohoto výběru zařadil společenské a komplexní prvky vzdělání člověka, jeho vědeckou správnost, vzdělávací význam jednotlivých předmětů a jejich metod, věkové a individuální zvláštnosti žáků a snažil se překonávat příliš intelektuální koncepci vzdělání, která byla navíc odtržena od životní praxe.

Největší důraz kladl na překonávání poznatkové roztržštěnosti a realizování tzv. mezipředmětových souvislostí, ať už v rámci jednoho předmětu, nebo různých předmětů. Všechny praktické činnosti žáků podmiňoval tvořivostí, aby se plně uplatňoval jejich poučný význam. Snažil se o polymetické³ vzdělávání, které spočívalo v aktivním objevování, novém poznávání. Byl přesvědčen, že mechanicky pamětně osvojené učivo, bez hlubšího vhledu v jeho podstatu a souvislosti se skutečností, je zbaveno osobních vztahů a neprobouzí u mladého člověka zájem o další poznávání.

V současné době lze využít zájem studentů o práci na počítačem a na používání a tvorbu vhodných učebních materiálů na síti, které umožňují oslovit větší počet žáků nebo zájemců o tento obor. Práci žáků na internetu je nutné promyšleně spojit s rozvíjením aktivních činností, např. využití katalogů astronomických objektů dostupných na internetu. Internet přináší oproti učebnicím obrovskou výhodu v podobě rychlé reakce na aktuální obrovský rozvoj astronomie v posledních letech (průzkum planet sluneční soustavy sondami, astronomie planetek, zkoumání vzniku hvězd, mezihvězdná hmota a další), kterému klasické učebnice nemohou konkurovat. Internet ovšem s sebou nese i stinné stránky, například při posuzování důvěryhodnosti daných informací.

V RVP se uvádí charakterizace vzdělávání oblasti Člověk a příroda: „*Gymnaziální přírodovědné vzdělávání musí proto též vytvářet prostředí pro svobodnou diskusi o problémech i pro ověřování objektivitu a pravdivosti získaných nebo předložených přírodovědných informací.*“ (RVP, 2007, s. 26)

Toho je možné dosáhnout kladením důrazu na upřesňování nových astronomických poznatků, odstraňování nevěrohodných informací, aby si žák osvojil pravidla veřejné rozpravy o způsobech získávání dat či ověřování hypotéz, rozvíjel si schopnost předložit svůj názor, poznatek či metodu k veřejnému kritickému zhodnocení. Důležité je i nevnímání oponenta jako názorového protivníka, ale jako partnera při společném hledání pravdy.

Většina žáků nepůjde studovat fyziku (astronomii), bude vycházet ze znalostí, které žáci získali v gymnaziální výuce, a proto je důležité klást důraz na klíčové kompetence dané RVP a všeobecný rozhled na úrovni středoškolsky vzdělaného člověka.

Je nutné mít neustále na paměti, že bychom měli žákům podat pouze základní informace tohoto oboru, protože není možné neustále navyšovat množství znalostí,

³ Odvozeno od řeckého slova „mētis“, které znamená rozum, myšlení, důmysl.

kteřé je nutné žákům předat. A pro humanitně založené žáky nemusí být tak důležitá obsahová stránka, ale důležitější je určení metod výuky, určení základních dovedností, které mají žáci získat, a určení metod hodnocení. Až po nich přichází na řadu obsahová stránka.

Pokud se podíváme na jednotlivé vyučované přírodovědné předměty, zjistíme, že astronomie je spojovací článek mezi všemi přírodovědnými předměty. Podle některých (Pokorný, 2001) by astronomie měla mít své místo ve školní výuce ve všech věkových kategoriích a vybrané celky astronomického učiva by měly být zakomponovány ve všech ročnících základních a středních škol.

Žáky lze vést ke vhodnému využívání prostředků moderních technologií v průběhu přírodovědné poznávací činnosti.

2.4 Motivační hodnota astronomie

Z výše uvedených příkladů je zřejmé, že nechávat astronomii jako poslední téma fyziky navíc ztrácí další důležitý aspekt: jedná se o předmět populární, atraktivní. Jednak pokládány otázkami a hlavně svými výsledky, ať již formou astronomických fotografií či získaných faktů. Motivační hodnota astronomie pro získání zájmu mladých o studium přírodních věd tak může zůstat nevyužita.

Při pohledu na hvězdnou oblohu se nám hvězdy jeví jako svítící body, které se od sebe liší barvou a jasností. Když si přečtete astronomický článek, může nás překvapit množství podrobností. Odkud to astronomové vědí? Jsou to pouze dohady, nebo je za tím množství měření a výpočtů?

Astronomie je jedna z nejstarších věd. Zabývá se vesmírnými tělesy a jejich fyzikálními a chemickými vlastnostmi, sleduje jejich vzájemné působení. Zkoumá vznik, vývoj a zánik vesmírných těles. I když lidé pozorují oblohu a vesmírná tělesa od počátku své existence, představy o vesmíru se neustále mění.

U každého tématu lze definovat základní pojmy, které si žák osvojí, požadované vstupní znalosti a výstupy. Krom toho lze navrhnout problémové úlohy, testy a další didaktický materiál. Jednotlivá témata je možné zpracovat formou dílčích modulů, které mohou být použité v různých předmětech (dle aktuální potřeby učitele), na různých stupních (základní či střední škola).

3 Katalogy astronomických objektů

„Abychom do určité míry pochopili, co představuje vesmír, musíme především vědět, co jsou hvězdy a jak probíhá jejich vývoj.“

Josif Samujlovič Šlovskij, sovětský astronom a astrofyzik

Katalogem astronomických objektů (nebo zkráceně astronomickým katalogem) rozumíme systematicky uspořádaný seznam kosmických objektů (kosmického prachu, hvězd, dvojhvězd a vícenásobných hvězd, proměnných hvězd, zbytků supernov, pulzarů, kvazarů, mlhovin, planetárních mlhovin, hvězdokup, galaxií, kup galaxií, exoplanet, planetek, komet, erupcí, skupin slunečních skvrn, rádiových zdrojů, rentgenových zdrojů, infračervených zdrojů, gama záblesků, ...) a jejich vlastností (souřadnic, radiálních rychlostí, vlastních pohybů, paralax, spektrálních tříd, ...).

Katalogy hvězd rozdělujeme podle jejich vzniku na absolutní, fundamentální a soupisy hvězd. Absolutní katalogy obsahují hvězdy, jejichž souřadnice byly stanoveny absolutními metodami – přímým měřením. Přesnost záleží na použitých metodách a dosahuje až 0,005 sekund v rektascenzi a 0,05 úhlových vteřin v deklinaci u rovníkových hvězd. Hvězdy, které se nacházejí v blízkosti pólů, mají přesnost údajů nižší. Kombinací absolutních katalogů se vytvářejí fundamentální katalogy. Jejich přesnost je závislá na použitých absolutních katalozích a určují přesnost astronomie v období jejich vzniku. Soustava katalogu je vymezena polohami a vlastními pohyby hvězd, které vytyčují pro výchozí epochu počátek rektascenzí a deklinací a jejich změny. Soupisy hvězd jsou katalogy hvězd, jejichž souřadnice jsou stanoveny fotografickou astrometrickou metodou s přesností přibližně 0,1 úhlové minuty.

3.1 Historie katalogů

3.1.1 Katalogy hvězd bez použití dalekohledu

Zmínky o prvním astronomickém katalogu lze nalézt okolo let 127–135 před naším letopočtem. Tehdy žil jeden z největších antických astronomů, Hipparchos, který zvýšil přesnost astronomických měření polohy nebeských objektů a sestavil velký katalog hvězd obsahující pozice více než 850 hvězd. Bohužel se nezachovala žádná kopie, a proto se v některých zdrojích dočteme o různém počtu hvězd (od 850 přes 1025 až po 1080). Hipparchos prováděl svá měření pomocí rovníkových armilárních sfér. Není zřejmé, jaký souřadnicový systém Hipparchos použil. Předpokládají se ekliptikální souřadnice. Kromě katalogu hvězd sestavil nebeský glóbus obsahující souhvězdí založená na jeho pozorování. Jeho zájem o hvězdy mohl být inspirován pozorováním supernovy nebo objevem precese.

Ještě dříve, ve čtvrtém století před naším letopočtem, popsal řecký matematik Eudoxos z Knidu hvězdy a souhvězdí ve dvou knihách *Phaenomena* a *Entropon*. Toto dílo je považováno za první mapu hvězdné oblohy. Eudoxos pojmenoval a očísloval jasné hvězdy a porovnal jejich jasnosti. Jeho práce se bohužel nezachovaly a naše znalosti jsou pouze z druhotných zdrojů.

V souvislosti s katalogy hvězd bychom měli zmínit i čínského astronoma Gan De, jenž žil také ve čtvrtém století před naším letopočtem. Společně s dalším čínským astronomem Shi Shen vytvořili první katalog hvězd obsahující polohy stovek hvězd. Je zajímavé, že Gan De pozoroval planetu Jupiter, popsal ji jako jasný a zářící objekt

a již v roce 364 před naším letopočtem údajně viděl i jeden z měsíců Jupitera, Ganymeda nebo Callisto. Ty byly oficiálně objeveny až Galileem v roce 1610!

Tvorbou hvězdných katalogů se zabývali i jiní, například Aristoteles, Timocharis (jeho data použil Hipparchos a při srovnání svých a jeho dat objevil precesi), Menelaos a další. Mezi známější jistě patří spis slavného řeckého astronoma a geografa Ptolemaia s názvem *Almagest* (v překladu Velká kniha a obsahuje 13 knih), který shrnoval veškeré antické (představuje zhruba 800 let) vědění v oboru astronomie, včetně polohy 1022 hvězd, informace o souhvězdí apod. Ptolemaiovův katalog hvězd vychází a doplňuje katalog hvězd vytvořený Hipparchem. Zde se vedou spory o tom, kolik poloh hvězd bylo Ptolemaiem skutečně přeměřeno a kolik je jich původních, od Hipparcha. Mnoho Ptolemaiových poloh je totiž uvedeno špatně a zdá se, že ve většině případů byla použita data Hipparchova a jejich přepočtení na epochu o tři století později, ovšem zde použil Ptolemaios chybnou (příliš malou) precesní konstantu.

Polohy hvězd z Ptolemaiova katalogu se později znovu proměřovaly a sestavovaly se nové, originální katalogy. Za zmínku stojí uzbecký matematik a astronom Ulugbek, který si okolo roku 1428 nechal postavit observatoř vybavenou obřím mramorovým sextantem o poloměru 40 m, který umožňoval odečítat výšku hvězd nad obzorem s chybou nepřesahující několik úhlových vteřin. Z této doby se zachovaly tabulky poloh (pro ekvinokcium 1437,5) více než tisíce hvězd, které byly nejpřesnější až do doby pozorování optickými přístroji.

Zajímavý příběh přináší vývoj vědeckého myšlení a způsoby použití katalogů v minulosti. Většina katalogů hvězd byla použita k ověření nebo vyvrácení tehdejšího pohledu na svět. Astronomové časných dob (Hipparchos, Ptolemaios) chtěli vědět, zda se pozice hvězd mění a krom precese nepozorovali žádné další změny poloh hvězd. Astronomové později potřebovali větší přesnost měření polohy hvězd, aby mohli sledovat pohyb planet, který později vyústil v přijetí Koperníkova systému. Dalším důvodem pro vznik katalogů hvězd v těchto dobách bylo hledání paralaxy a tím vlastně vzdálenosti hvězd. Během těchto měření astronomové zjistili, že se hvězdy pohybují i vůči sobě, tím nepřímo potvrdili neprivilegovanou roli Země ve vesmíru.

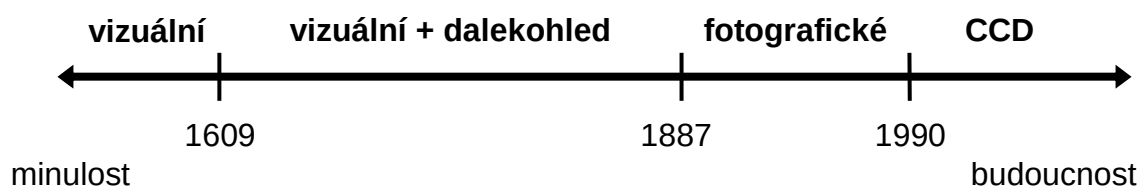
Připomenout bychom mohli německého matematika a ve své době dobře známého astronoma Rothmanna, který ovšem v 17. století upadl v zapomnění. Pod záštitou prince Wilhelma IV. vytvořil Kasselský katalog hvězd čítající 1004 hvězd s ekvinokciem 1594. Byl přesvědčeným stoupencem Mikuláše Koperníka, který odůvodňoval heliocentrický pohled na svět.

Nejlepším a nejpřesnějším pozorovatelem hvězdné oblohy, jenž byl překonán až šedesát let po vynalezení dalekohledu, byl význačný dánský astronom Tycho Brahe. Roku 1592 vytvořil nový katalog 777 hvězd známých od dob Ptolemaia, jež byl ale vydaný až po jeho smrti. Během té doby ještě pozoroval a tak počet hvězd v jeho katalogu vzrostl na 1000, ačkoli mnoho dodatečných poloh hvězd bylo změřeno méně přesně než ty původní.

Katalog poloh a hvězdných velikostí 1564 hvězd (s ekvinokciem 1661) polského astronoma Hevelia byl vydán jeho ženou posmrtně v díle *Prodromus astronomiae*. Měření vykonával pomocí kvadrantu, přístrojem používaným již od antiky, nikoli použitím dalekohledu, a tím se dostal do sporu s Hookem, který jeho měřicí metody kritizoval.

Polohy hvězd u výše uvedených katalogů byly zjišťovány bez použití dalekohledu. Jsou zde uvedeny zejména z historických důvodů, protože přesnost určení souřadnic

hvězd nebyla příliš velká, např. u katalogu Tychona Brahe dosáhla přesnost jedné až dvou úhlových minut.



Obr. 3.1: Detektory používané pro konstrukci astrometrických katalogů

3.1.2 Katalogy hvězd a dalekohled

Zásadní změnu přinesl rok 1609. Do rukou Galilea se dostává dalekohled. Během návštěvy Benátek se Galileo dozvěděl, že kdesi v Nizozemí sestrojili tamní skláři zařízení, které přibližuje a zvětšuje předměty. Zařízení to bylo jednoduché – jen dvě čočky. Mnoho lidí to považovalo za bezvýznamnou hračku, Galileo se ovšem snažil přijít na podstatu věci. Ve své dílně se snažil napodobit předmět z vyprávění a kombinace dvou čoček – spojky a rozptylky – skutečně násobila možnosti lidského oka. Lidé se radovali z toho, že vidí zvětšené osoby a předměty ve svém okolí. Galileo obrátil dalekohled k obloze a nestačil se divit. Do té doby (píše se rok 1609) byl přijímán názor, že vše, co je na obloze, vidí naše oko – Slunce, Měsíc, planety, hvězdy, občas komety a nějaké mlhavé obláčky. O optice oka se moc nevědělo, o jeho citlivosti také ne. Nikoho tenkrát nenapadlo, že nějakým optickým přístrojem lze na obloze vidět více, nebo dokonce něco jiného. Překvapení patrně nečekal ani Galileo, možná chtěl jen vědět, co přístroj udělá se vzdálenými objekty. Letmá přehlídka oblohy ukázala řadu zajímavostí.

Po vynalezení dalekohledu rychle narůstá počet astronomických katalogů. Zvyšuje se přesnost určování souřadnic, které je spjato s přesnějšími přístroji na měření času. Za zmínku jistě stojí katalog 3 110 dvojhvězd vytvořený v roce 1872 ruským astronomem německého původu Struvem, zakladatelem pulkovské hvězdárny, kde vznikaly další katalogy, které se vyznačovaly hlavně vysokou přesností.

Anglický astronom, zakladatel královské greenwichské observatoře a první královský astronom, John Flamsteed, byl jmenován králem Charlesem II. v reakci na potřebu najít způsob, jak přesně měřit zeměpisnou délku na moři. Flamsteed získal tuto práci s doporučením, aby řešení obsahovalo vytvoření lepších tabulek pohybu Měsíce a polohy hvězd. Jeho dílo *Historia coelestis Britannica*, které oficiálně vydal až roku 1725, čítalo 2 935 hvězd (to je třikrát více než obsahoval seznam od Tychona a strávil na něm přes 40 let), jednalo se o první významný hvězdný katalog sestavený s pomocí dalekohledu. Flamsteed nechtěl riskovat svou pověst uvolněním neověřených údajů, a tak neúplné záznamy držel pod trezorem na Greenwichi. Již v roce 1712 se k datům dostal Isaac Newton a Edmund Halley a publikovali pirátskou kopii katalogu hvězd. Flamsteedovi se ovšem podařilo tři čtvrtiny nákladu shromáždit a veřejně spálit. Z této doby se nám zachovalo Flamsteedovo označení, kdy je hvězda označena arabským číslem a zkratkou (nebo genitivem) latinského názvu souhvězdí. V katalogích se občas objevují i chyby, například Flamsteed v roce 1690 pozoroval Uran, ale nepoznal, že se jedná o planetu, a zařadil ho do katalogu jako „34 Tauri“.

Všechny dříve uvedené katalogy hvězd se věnovaly zejména severní obloze. Francouzský astronom Nicolas Lacaille vytvořil katalog téměř 10 000 hvězd jižní oblohy. Jeho katalog, který obsahoval i 42 mlhovin, byl vydán posmrtně v roce 1763 pod názvem *Coelum Australe Stelliferum*.

Na pařížské observatoři publikoval roku 1801 francouzský astronom Jérôme Lalande v díle *Histoire Céleste Française* astrometrický katalog hvězd. Na svou dobu se jednalo o nejrozsáhlejší a nejkompletnější katalog hvězd čítající 47 390 hvězd do 9. hvězdné velikosti. Významné přepracování tohoto oblíbeného katalogu bylo publikováno v roce 1847. V katalogu používané označení hvězd se dochovalo až do dnes, např. u hvězdy Lalande 21185 (červený trpaslík ve Velké Medvědici). Moderní katalogy (např. SIMBAD) používají označení LAL NNNNN, kde NNNNN je referenční číslo z katalogu z roku 1847.

Ve výčtu bychom neměli zapomenout na italského astronoma Giuseppe Piazziho. Roku 1789 založil observatoř na Palermu a publikoval katalog hvězd (v roce 1803, revidovaná v roce 1814) ukazující polohu 7 646 hvězd. Během kontroly katalogizovaných hvězd objevil největší planetku, dneska trpasličí planetu, Ceres. Piazzí také zjistil, že hvězda 61 Cygni má velký vlastní pohyb. V roce 1838 Bessel změřil její vzdálenost od Země na 10,4 světelných let, což je hodnota velmi blízko současným 11,4 světelných let. Jednalo se o první odhad vzdálenosti jiné hvězdy než Slunce a první hvězdu, která měla změřenou hvězdnou paralaxu.

Od 19. století nabírá tvorba katalogů rychlý spád. V letech 1859 až 1862 vznikl (další aktualizace provedli Küstner v roce 1903, Becker 1951 a Schmidt 1968) astronomický katalog *Bonner Durchmusterung* (BD), který vznikl na základě vizuálního měření severní hvězdné oblohy, které prováděl F. W. A. Argelander na hvězdárně Bonnské univerzity. Katalog obsahuje pozice a zdánlivé hvězdné velikosti (zavedl desetiny) přibližně 325 000 hvězd do 9.–10. hvězdné velikosti pro ekvinokcium 1875,0 a deklinací -1° až $+89^\circ$. Pro jižní část oblohy (do -23° deklinace) jej doplnil německý astronom Schönfeld, používá se pro ni označení SD (*Südliche Durchmusterung*). Katalog se stal základem pro vznik hvězdného atlasu a pro katalogy 20. století – AGK (Astronomische Gesellschaft Katalog) a SAO (*Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalog*). Označení hvězd pomocí BD čísla se stále používá a umožňuje korelaci této průkopnické práce s moderními projekty. Označení hvězd obsahuje zkratku katalogu, zónu podle deklinace a pořadové číslo hvězdy podle rektascenze, např. Betelgeuze má označení BD $+7^\circ 1055$, tzn. 1 055. hvězda na 7. stupni severní šířky.

V roce 1910 byl publikován soubor vlastních pohybů hvězd (včetně hvězdné velikosti, souřadnic, spektrální třídy, typu hvězdy) pod názvem *Preliminary General Catalogue of 6188 Stars for the Epoch 1900*, autorem byl americký astronom Lewis Boss. Tento katalog hvězd seřazených a očíslovaných podle rektascenze byl po jeho smrti rozšířen synem, Benjaminem Bossem. Jeho nejvýznamnější objev bylo vypočítání konvergenčního bodu otevřené hvězdokupy Hyády. Je po něm označen astronomický katalog (*Boss General Catalogue*, zkratka GC) čítající 33 342 hvězd, který byl publikován v USA v roce 1936 a základem byla práce jeho otce.

3.1.3 Fundamentální katalogy hvězd

Samostatnou oblast představují fundamentální katalogy. U katalogů hvězd se pozice velké většiny hvězd měří relativně k pozicím menšího počtu fundamentálních hvězd. Absolutní pozice fundamentálních hvězd jsou měřeny velmi opatrně pomocí poledníkových kruhů v různých observatořích. Často se hvězdy proměřují několikrát

ke snížení náhodných chyb, přičemž se měření porovnávají mezi observatořemi, aby se odstranily všechny systematické chyby.

První zmínky o fundamentálních katalozích lze najít již v polovině 19. století, v té době ovšem neexistoval žádný fundamentální systém použitelný pro výběr referenčních hvězd na celé obloze akceptovatelný astronomickou komunitou. Referenční hvězdy se tedy vybíraly z dostupných katalogů, občas se jejich pozice přepočítala pomocí vlastních pohybů na epochu, ke které se systém zhotovoval.

V roce 1879 německý astronom Auwers zveřejnil první fundamentální katalog (*Fundamental-Catalog für Zonen-Beobachtungen am Nördlichen Himmel*, označení FC) čítající 539 hvězd severní oblohy (deklinace do -10°). Tím byl položen základ sérii fundamentálních katalogů, které jsou v současnou chvíli ve své šesté edici, FK6.

V ročence *Berliner Astronomisches Jahrbuch* z roku 1907 byl publikován seznam 925 hvězd severní a jižní oblohy založený na Auwersově katalogu, označení NFK od Neuer FK.

Další verze fundamentálního katalogu (FK3) je z roku 1937. Zde bylo vynecháno 52 hvězd z Auwersova seznamu a ke zbývajícím 873 hvězdám bylo přidáno dalších 662 hvězd (označeno jako FK3sup, 1938). Celkem získáme seznam 1535 hvězd, jejichž pozice jsou spočítány pro ekvinokcia 1925 a 1950. Autorem byl německý astronom Kopff. Tento seznam byl v roce 1935 přijat Mezinárodní astronomickou unií jako mezinárodní seznam. Na základě tohoto rozhodnutí byly všechny národní almanachy od roku 1940 založeny na systému FK3.

Čtvrtý fundamentální katalog (FK4) změřili a publikovali v roce 1963 němečtí astronomové Fricke a Kopff. Taktéž obsahoval 1535 hvězd pro různá ekvinokcia od 1950,0 do 1975,0.

Dodatek čtvrtého fundamentálního katalogu (FK4S) je oprava FK4 a obsahuje dalších 1987 hvězd.

Pátý fundamentální katalog (FK5) je aktualizací FK4 z roku 1988 s novými pozicemi 1535 hvězd. Stal se ovšem zastaralým v okamžiku zavedení nového astrometrického souřadnicového systému založeným na poloze rádiových zdrojů – ICRF (International Celestial Reference Frame – Mezinárodní systém nebeských souřadnic).

V roce 1991 bylo publikováno rozšíření pátého fundamentálního katalogu obsahující 3 117 nových fundamentálních hvězd.

Šestý fundamentální katalog (FK6) je aktualizace FK5 z roku 2000 jako vhodná kombinace výsledků satelitu Hipparcos s pozemními daty měřenými po dobu dvou století. Sestává se ze dvou částí, FK6(I) a FK6(III) obsahujících 878, respektive 3 272 hvězd.

3.1.4 Moderní astronomické katalogy

Astronomické katalogy mají v současnou dobu neodmyslitelnou úlohu při zkoumání vesmíru. Při existenci internetu jsou dostupné v online podobě, což usnadňuje jejich procházení případně vyhledávání podle různých kritérií. Dnes nejvíce doporučovanými a zároveň nejvíce používanými katalogy jsou Hipparcos, Tycho-2, UCAC a USNO.

Hipparcos

Hipparcos je katalog hvězd, který byl zveřejněn v červnu 1997. Data byla získána kosmickým satelitem Evropské kosmické agentury HIPPARCOS v letech 1989.8 až

1993.2. Satelit proměřil paralaxy a jasnosti více než milionu hvězd, nejdříve proměřil 118 000 hvězd do 12,5 mag s přesností 1 úhlové milivteřiny. Poté změřil milion hvězd do 11,5 mag s rozlišením 25 úhlových milivteřin. Katalog celkem obsahuje 118 218 hvězd, přičemž přesnost určení pozice je 1 až 3 tisíce úhlové vteřiny pro ekvinokcium 1991,25. Katalog Hipparcos je dle mezinárodních dohod standardem pro měření v optické astrometrii. Pro téměř všechny hvězdy jsou k dispozici vizuální fotometrické informace, u jasných hvězd je rozlišení jasnosti v řádu jedné milimagnitudy. Každá hvězda v katalogu nese označení HIP následované pořadovým číslem.

cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=I/F239 (ESA, 1997, 118 218 hvězd)

cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=I/F311 (van Leeuwen, 2007, 117 955 hvězd)

Tycho-2

Astrometrický referenční katalog obsahující pozice, vlastní pohyby a fotometrická data pro dvě spektrální čáry pro 2 539 913 jasných hvězd Mléčné dráhy, z nichž je okolo 5 000 viditelných pouhým okem. V katalogu jsou i jednotlivé složky dvojhvězd, pokud je dělí nejméně 0,8 úhlové vteřiny. Pro hvězdy do 11. mag je z 99 % kompletní, do 11,5. mag je to 90 %. Pozice a hvězdné velikosti jsou založeny na pozorováních shromážděných satelitem Hipparcos Evropské kosmické agentury. Jedná se o stejná data, jako jsou použita u katalogu Tycho-1 (ESA, 1997), nicméně obsahuje mnohem větší počet hvězd a přesnější je z důvodu použití pokročilejších technik pro zpracování naměřených dat. U.S. Naval Observatory (USNO) nejdříve vytvořily referenční katalog ACT (Astrographic Katalog/Tycho) obsahující téměř milion hvězd kombinací astrografického katalogu (AC 2000) a katalogu Tycho-1; tím vznikl velký rozestup v epochách u obou katalogů, který o řád zlepšil přesnost určení vlastního pohybu. Katalog Tycho-2 nahradil katalog ACT.

cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=I/F259 (Hog a kolektiv, 2000, 2 539 913 hvězd)

UCAC

UCAC je astrometrický pozorovací program, který byl zahájen v únoru 1998 na astronomické observatoři CTIO v severním Chile (zde se jednalo o celou jižní oblohu a část severní). Prohlídka celé oblohy byla dovršena na americké námořní observatoři Flagstaff Station v květnu 2004 a redukce dat byla dokončena v červenci 2009. Finální katalog s označením UCAC3 byl vydán 10. srpna 2009 na setkání astrometrické komise č. 8 v rámci valného shromáždění Mezinárodní astronomické unie konané v Rio de Janero, Brazílie. Katalog obsahuje hvězdy mezi 8. a 16. mag vlnových délek na pomezí vizuálního a infračerveného spektra (579–642 nm). V katalogu se nachází přes 100 miliónů hvězd.

cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=I/F315 (Zacharias a kol, 2009, 100 765 502 hvězd)

USNO

USNO-B je katalog celé oblohy, který obsahuje pozice, vlastní pohyby, hvězdné velikosti v různých optických pásmech a odhad hvězda/galaxie pro 1 045 913 669 objektů odvozených od 3 648 832 040 rozdílných pozorování. Data byla získána prohlídkou 7 435 snímcích ze čtyř Schmidtových komor (Flagstaff, Palomar, ESO a UKST) pořízených během různých přehlídek oblohy za posledních 50 let. USNO-B1.0 poskytuje pokrytí celé oblohy do hvězdné velikosti 21. mag, astrometrické

0,2" pro J2000, fotometrickou přenost 0,3 mag v pěti pásmech a 85 % přesnost při rozdělení hvězd od nehvězdných objektů.

USNO-B je další krok v sekvenci katalogů, které začaly s UJ1.0 (Monet a spol., 1994), USNO-A1.0 (Monet a spol., 1996) a USNO-A2.0 (Monet a spol., 1998). V jednoduchosti lze říct, že USNO-A byl dvoubarevný katalog pro jednu epochu, zatímco USNO-B je třibarevný katalog dvou epoch. Velikost katalogu dosahuje 80 GB.

cdsarc.u-strasbg.fr/viz-bin/Cat?cat=I/F284 (Monet a kol, 2003, 1 045 913 669 hvězd)
www.usno.navy.mil/USNO/astrometry/optical-IR-prod/usno-b1.0
archive.eso.org/skycat/servers/usnoa

SIMBAD

Za zmínku určitě stojí velmi rozsáhlá⁴ astronomická databáze objektů za hranicemi sluneční soustavy – SIMBAD (the Set of Identifications, Measurements, and Bibliography for Astronomical Data). Její chod zajišťuje Centre de Données astronomiques de Strasbourg (CDS) ve Francii. Databáze SIMBAD umožňuje vyhledávání nejrůznějších informací o astronomických objektech, mezi které patří typ objektu, poloha na obloze, množství vyzařované energie, vlastní pohyb, označení v různých katalozích apod. Součástí této databáze jsou odkazy na publikace týkající se daného objektu a možnost vykreslit mapku okolí objektu na obloze pomocí aplikace Aladin. Spolehlivá zdrojová data v textové podobě obsahuje část stránek pod označením Catalogs, kde lze najít přes 10 000 různých katalogů.

simbad.u-strasbg.fr/simbad/

3.1.5 Nehvězdné katalogy

V historii se kromě katalogů hvězd tvořily i katalogy jiných nehvězdných objektů – mlhovin, hvězdokup, galaxií, planetek, exoplanet a dalších.

Messierův katalog

Za jeden z prvních katalogů nehvězdného typu je považován katalog mlhavých vesmírných objektů (hvězdokup, mlhovin a galaxií), který již v roce 1757 začal sestavovat francouzský astronom Charles Messier při hledání komet. Prvotním účelem bylo upozornit na objekty, které si jinak zaměňoval s kometami. Objekty byly do katalogu přidávány postupně – první vydání je datováno na rok 1771 a obsahovalo 45 objektů. Třetí vydání je z roku 1781 a obsahuje již 103 objektů. Současnou podobu získal katalog až ve 20. století, kdy byl upřesněn a doplněn o poslední objekty. Katalog obsahuje 110 objektů označovaných M1 až M110.

IC a NGC katalogy

Nový obecný katalog mlhovin a hvězdokup je známější pod zkratkou NGC (The New General Catalogue of Nebulae and Cluster of Stars). Jde pravděpodobně o nejznámější katalog objektů hlubokého vesmíru mezi astronomy-amatéry. Obsahuje 7 840 objektů, které jsou známy pod označením NGC objekty. Jedná se o nejrozsáhlejší všeobecný katalog, který se nespecializuje na jeden typ objektů, ale zahrnuje všechny typy objektů vzdáleného vesmíru. Autorem je dánsko-irský astronom John Dreyer, který jej vydal v roce 1888 na objednávku Královské astronomické společnosti. Vznikl tak proti plánům Dreyera, který chtěl pouze vydávat

⁴ K 7. červnu 2011 obsahuje 5 383 337 objektů.

doplňky k Herschelovu katalogu. Kromě původního Dreyerova popisu jsou k většině objektů doplněny fotografie, údaje o hvězdné velikost, rudém posuvu, rychlosti vzdalování od Slunce, poloměru a souřadnic (rektascenze a deklinace).

V dalších letech svoji práci dovršuje vydáním dvou doplňků k NGC katalogu – v roce 1895 vydává katalog IC I (Index Catalogue) s 1 529 objekty a v roce 1908 katalog IC II (Second Index Catalogue). Celkem obsahuje 5 387 objektů a obecně se nazývá IC katalog. Jsou v něm zaznamenány galaxie, mlhoviny a hvězdokupy objevené mezi roky 1888 a 1905.

Katalog planetek

Spíše než o katalog se jedná o seznam, který obsahuje všechny planety a trpasličí planety, kterým středisko Minor Planet Center (MPC) z pověření Mezinárodní astronomické unie (IAU) přidělilo definitivní katalogové číslo. Děje se tak na základě zjištění přesných elementů dráhy, kdy je možno s vysokou spolehlivostí stanovit efemeridy tohoto tělesa do budoucnosti tak, aby mohlo být při dalším přiblížení do dosahu pozemských dalekohledů znovu objeveno. Seznam kromě prostého výčtu těchto těles, jejich katalogových čísel, názvů a předběžných označení obsahuje také základní údaje o dráze (velkou poloosu, excentricitu, sklon k rovině ekliptiky), zařazení planety do příslušné skupiny či rodiny a údaje o okolnostech jejího objevu.

www.minorplanetcenter.net/iau/MPCORB.html

www.minorplanetcenter.org/iau/lists/NumberedMPs.html

Katalog exoplanet

První online katalog exoplanet vznikl v únoru 1995 po podezřelém objevu planety u hvězdy γ Cep (rok 1988) a potvrzené první planety u pulzaru (rok 1994). Studium exoplanet od té doby pokročilo a lze očekávat, že i v dalších letech se bude jednat o velmi rychle se rozvíjející obor. Setkáváme se s dvěma typy činností: odhalování nových planet a nová pozorování známých planet, na druhé straně jsou znalosti o fyzikálních a dynamických procesů jednotlivých planet, planetárních systémů a interakce planety se svou hostitelskou hvězdou. Tyto činnosti vyžadují přesnou znalost charakteristiky planet a jejich mateřských hvězd, nejlépe dobře zdokumentované v katalogu. Exoplanetologie je natolik rychle se rozvíjející věda (a tento vývoj se bude v nadcházejících letech zrychlovat), že jakékoli statické katalogy jsou zastaralé na časové stupnici několika měsíců. Těmto požadavkům nejlépe odpovídá online katalog, což přináší výhodu v podobě trvalé aktualizace a neustálé dostupnosti dat.

exoplanet.eu/catalog.php

3.2 Popis katalogů na stránkách Astronomia

Webové stránky Astronomia⁵ jsou multimediální učební text, který postupně vznikl díky projektům⁶ Fondu rozvoje vysokých škol (FRVŠ) na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni v letech 2000–2009.

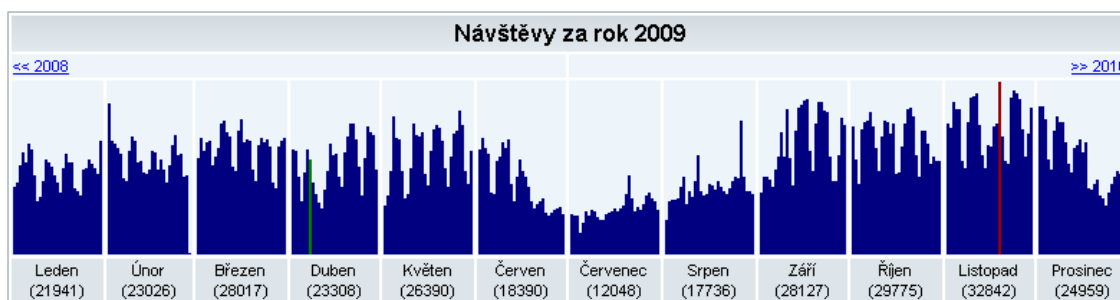
Členem týmů, který stránky v průběhu let postupně vytvářel, jsem od samého začátku, tzn. od roku 2000. Tehdy jsem měl na starosti v projektu sluneční soustava

⁵ Z latiny, znamená „věda o vesmíru a hvězdách“.

⁶ Projekty Fondu rozvoje vysokých škol: F 486/2000, B 953/2001, 1646/2002/F4, 1638/2002/G4, 2619/2005/F6d, 157/2007/F6d a 1589/2009/F6d

tematické celky Mars a Jupiter. V roce 2002 byl představen nový projekt – Mlhoviny, hvězdokupy, galaxie, kde jsem autorem tematických celků: naše Galaxie, kulové a otevřené hvězdokupy a eliptické a diskové galaxie. Průlom v technologii přinesl rok 2005, kdy se od statických stránek přešlo k dynamicky generovaným. Zde jsem byl autorem první verze redakčního systému (poplatného době vzniku a našim potřebám), který byl nasazen u nového projektu Hvězdy. Zde jsem měl na starosti tematické celky HR diagram, exoplanety, charakteristiky hvězd, souhvězdí a první ucelený a plně funkční katalog Hipparcos. Další výrazná změna nastala v roce 2007, kdy všechny projekty dostaly jednotný vzhled a byly kompletně generovány dynamicky, což znamenalo přepsání a úpravu všech doposud vytvořených stránek. Poslední změna nastala na konci roku 2009, kdy jsem vytvořil nový redakční systém, který odpovídá požadavkům moderního webu a přibyl projekt věnovaný astronomické digitální fotografii. Rozrostl se i počet katalogů astronomických objektů – více viz kapitola 3.2.2.

Stránky jsou dostupné na adrese astronomia.zcu.cz a zároveň zrcadleny Národní knihovnou České republiky (projekt WebArchiv dostupný na adrese www.webarchiv.cz) a Českou astronomickou společností (na adresách planety.astro.cz, hvezdy.astro.cz, resp. objekty.astro.cz). Obsahují informace o sluneční soustavě, hvězdách a souhvězdích, mlhovinách, hvězdokupách a galaxiích a část je věnována digitální astronomické fotografii. Jedná se o doplněk výuky předmětů astronomie a astrofyziky, a to pro vysokoškolské studenty učitelství pro střední školy, pro základní školy i pro podporu výuky astronomických předmětů v rámci bakalářského studia astronomie. Z dlouhodobého hlediska je určitě mnohem významnější rozvíjení zájmu o astronomii a další přírodovědné předměty pro budoucí studenty fakult a vysokých škol v rámci celé České republiky. Nikoli nepodstatný přínos je i ve využití webových stránek jako doplňku výuky astronomických poznatků ve fyzice i v geografii na středních a základních školách, kdy webové stránky umožňují seznámení žáků s astronomickými poznatky zajímavou formou. Dle statistik (viz níže) je zřejmé, že stránky jsou hojně využívány i při přípravě žáků na astronomickou olympiádu.

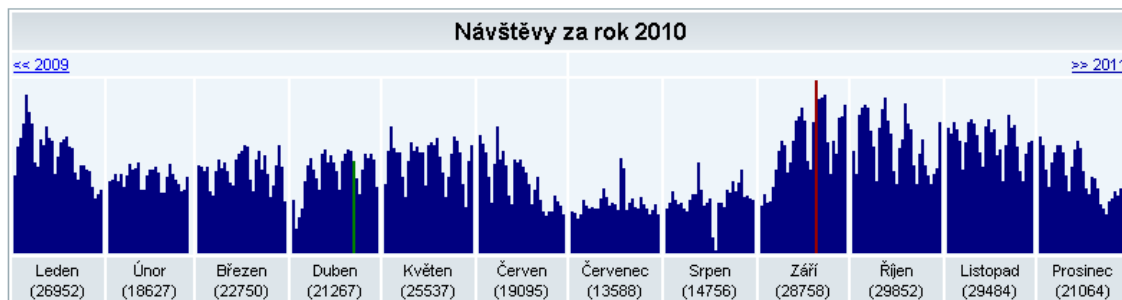


Obr. 3.2: Návštěvy stránek Astronomie za rok 2009

Na Obr. 3.2 je zachycena návštěvnost⁷ stránek Astronomie v roce 2009. Jednotlivé modré sloupečky znamenají denní návštěvy. Maximum nastalo 19. listopadu 2009, kdy stránky Astronomie navštívilo 1452 účastníků během jediného dne. Za celý rok se jednalo 286 559 návštěvníků. Je zde vidět výrazný pokles návštěvnosti od druhé poloviny června až do začátku září. Tento pokles je způsoben menším zájmem ze strany studentů, kteří mají letní prázdniny. Naopak

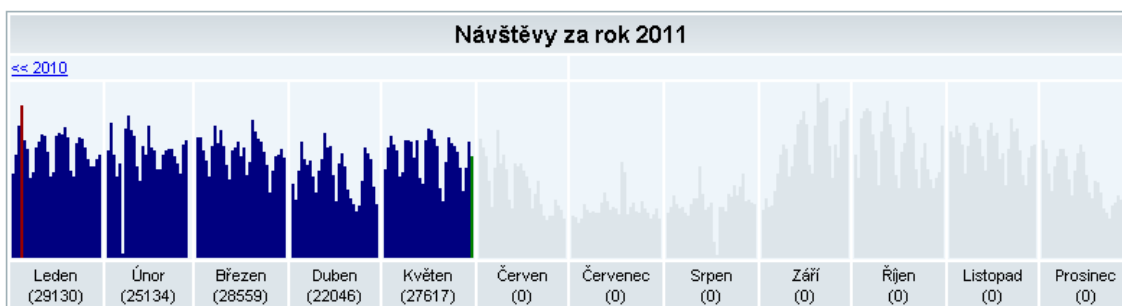
⁷ Dle služby TOPLIST (toplist.cz) se jedná o základní měřenou veličinu. Podle obecných pravidel se jedná o návštěvníka rozlišeného pomocí IP adresy a cookie za určitou dobu. Podle pravidel používaných ve světě je tato doba 30 minut. Pokud se uživatel ze stejného počítače vrátí po 30 minutách na stránku zpět, je započítán znovu.

zvýšený zájem v měsících září a říjnu může být způsoben školním kolem astronomické olympiády. Další nárůst počtu návštěvníků lze vypočítat začátkem roku, to je zahájení většiny kategorií korespondenčního kola astronomické olympiády.



Obr. 3.3: Návštěvy stránek Astronomie za rok 2010

V roce 2010 byla maximální návštěvnost 20. září 2010, kdy na stránky zavítalo 1504 návštěvníků. Za celý rok 2010 se jednalo o 271 730 návštěvníků, kteří shlédli více než 1 milion stránek.



Obr. 3.4: Návštěvy stránek Astronomie za část roku 2011

Za prvních 5 měsíců roku 2011 byla celková návštěvnost 132 487 účastníků, což je oproti stejnému období loňského roku nárůst o 15 %. Maximální návštěvnost byla 4. ledna 2011 (v den úplného zatmění Slunce) a dosáhla 1323 návštěvníků.

3.2.1 Popis ovládacích prvků

Po zadání adresy astronomia.zcu.cz se zobrazí úvodní stránka, viz Obr. 3.5, která obsahuje ilustrační obrázky náhodně vybraných tří dílčích projektů. Počet projektů lze libovolně rozšiřovat, v současnou chvíli jsou k dispozici čtyři: planety sluneční soustavy, galaxie (sem spadají i mlhoviny a hvězdokupy), hvězdy a astronomická fotografie. Mezi jednotlivými náhledy lze posouvat pomocí zelených šipek na pravé a levé straně.

Pokud se klikne na náhled, zobrazí se bližší informace (viz Obr. 3.6) o daném projektu formou odkazů na dílčí tematické celky. Tyto informace lze zavřít (ikonkou křížku v pravém horním rohu), nebo přímo kliknout na odkaz, který návštěvníka zajímá. Tím se již otevře příslušná stránka. Je možné se dostat přímo na hlavní stránku projektu, odkaz se nachází v pravém dolním rohu. Návštěva této stránky je také započítávána do celkových statistik – na stránkách využíváme služeb Navrcholu.cz a TOPLIST. Ovládání stránky bez nutnosti znovunačtení obsahu je vytvořeno pomocí javascriptu a volně dostupné knihovny jQuery (její stručný popis je uveden v kapitole 3.2.4).



Obr. 3.5: Úvodní stránka Astronomia na adrese astronomia.zcu.cz



Obr. 3.6: Zobrazení dalších informací u dílčího projektu

Na Obr. 3.7 je zobrazena ukázka typické stránky, kde lze vysledovat rozložení základních prvků na stránce – v horní části se nachází logo stránek (text *Astronomia* s větou „Astronomie pro každého“, která vystihuje hlavní účel stránek, astronomické informace přijatelnou a srozumitelnou formou pro každého, rozdělené podle obtížnosti na úrovně jednotlivých stupňů škol – základní školy, střední školy a vysoké

školy), název projektu (např. Hvězdy), rozcestník na další projekty a logo Fakulty pedagogické (FPE) Západočeské univerzity v Plzni (ZČU).



Obr. 3.7: Typická stránka, zobrazení základního rozložení stránky

Pod tímto pruhem se nachází seznam hlavních tematických celků daného projektu. Jednotlivé položky jsou „aktivní“, pokud se na ně najede kurzorem myši, rozbalí se menu obsahující další tematické celky. Toto menu je vytvořeno pomocí kaskádových stylů, takže není nutný skript a tím omezení této základní funkčnosti u návštěvníků, kteří mají skripty v prohlížeči z různých důvodů zakázané.

Pod tímto seznamem se nachází lišta obsahující některé rozšiřující funkčnosti:

- Obtížnost (zvolení obtížnosti textu), viz Obr. 3.8,
- Testy (spuštění testových otázek), viz Obr. 3.10 až Obr. 3.12,
- Novinky (zobrazení posledních změn na stránkách),
- Hledání (fulltextové vyhledávání s našeptávačem), viz Obr. 3.13.
- Drobečková navigace⁸, nachází se pod Novinkami a Hledáním.



Obr. 3.8: Dialogové okno pro změnu obtížnosti textu (vlevo) a rozcestník pro výběr projektu (vpravo)

⁸ Drobečková navigace je navigační prvek na stránkách, který návštěvníkovi pomáhá v lepší orientaci, kde se právě nachází, a nabízí mu možnost se jednoduše vrátit zpět v hierarchii stránek. Aby tato navigace fungovala, je nutné mít vhodně navrženou strukturu webových stránek (na Astronomie je zajištěno hierarchií – projekt – tematický celek – článek) a je důležité, aby poslední odkaz v navigaci nebyl aktivní, aby stránka neodkazovala sama na sebe. Název tato forma navigace převzala z pohádky o Jeníčkovi a Mařence, kteří si cestu lesem značili drobečky, aby se neztratili a vrátili se zpět domů.

Následuje hlavní a plochou největší část stránky, kterou lze rozdělit na dvě části: v levé se nachází ilustrační obrázek tematického celku a jeho menu, které lze přirovnat k seznamu důležitých článků. Pravá část, která zabírá největší plochu stránky, obsahuje samotný obsah stránky.

Astronomia
ASTRONOMIE PRO KAŽDÉHO

HVĚZDY

Charakteristiky Vývoj hvězd Závěrečná stadia Seskupení Souhvězdí Slunce Katalogy

Obtížnost Testy

ZŠ

ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKY HVĚZD

Základní charakteristiky hvězd lze rozdělit do dvou základních skupin – na vnější a vnitřní parametry. Vnější charakteristiky dělíme na relativní (vzdálenost a hvězdná velikost), protože závisí na poloze pozorovatele, a absolutní.

Zobrazit rozšiřující informace... (určené pro SŠ)

Začneme tedy hvězdnou velikostí a přes modul vzdálenosti (rozdíl pozorované a absolutní hvězdné velikosti $m - M$, ze které lze zjistit skutečnou vzdálenost objektu pomocí Pogsonovy rovnice) se podíváme na vzdálenost. S efektivní teplotou jsou spojené spektra hvězd a spektrální třídy, které nejsou podle abecedy, protože byly seřazeny podle efektivní teploty hvězd. Ze zářivého výkonu a efektivní teploty lze odvodit poloměr hvězdy. Zcela na závěr se dostaneme ke hmotnosti, nejdůležitější charakteristice hvězdy, neboť předurčuje stavbu a vývoj hvězdy. Zjišťujeme ji na základě gravitačních účinků na druhé hvězdy (3. Keplerův zákon), příp. na fotony.

Vnější

- Hvězdná velikost m
- Vzdálenost r
- Spektrální třída

Vnitřní

- Centrální teplota T_c
- Centrální tlak p_c

Obr. 3.9: Zvolení obtížnosti textu

V zápatí se nacházejí doplňující informace – odkazy a měřicí kódy statistik, odkaz na autorský tým nebo odkaz na odběr novinek pomocí technologie RSS.

Text v jednotlivých článcích lze rozdělit podle obtížnosti do třech skupin podle toho, pro jaký typ školy je určen – základní škola (nejjednodušší, není potřeba žádných speciálních znalostí), střední škola (určeno pro žáky středních škol, může obsahovat některé specifické informace vyžadující potřebné znalosti) a vysoká škola (obsahuje rozšiřující informace, odvození vztahů apod.). Pokud si návštěvník zvolí omezení obtížnosti textu, je mu tato skutečnost zobrazena v levém horním rohu a v textu se mohou objevovat místa, která jsou skrytá, přičemž je lze kliknutím zobrazit nebo opětovně skrýt, viz ukázka na Obr. 3.9.

Astronomia
ASTRONOMIE PRO KAŽDÉHO

HVĚZDY

Charakteristiky Vývoj hvězd Závěrečná stadia Seskupení Souhvězdí Slunce

Obtížnost

Zvolte oblast, ze které chcete otestovat

- z aktuální stránky (Među)
- ze zvoleného tématu (Među)
- z celého projektu (Planety)

Bude zobrazeno max. 10 otázek se čtyřmi odpověďmi, z nichž je právě jedna správná.
Tato funkce je na stránkách Astronomia nová, testové otázky jsou přidávány postupně...

CHARAKTERISTIKY

- Charakteristiky
- HR diagram
- Zdroje záření hvězd
- Šíření energie ve hvězdách

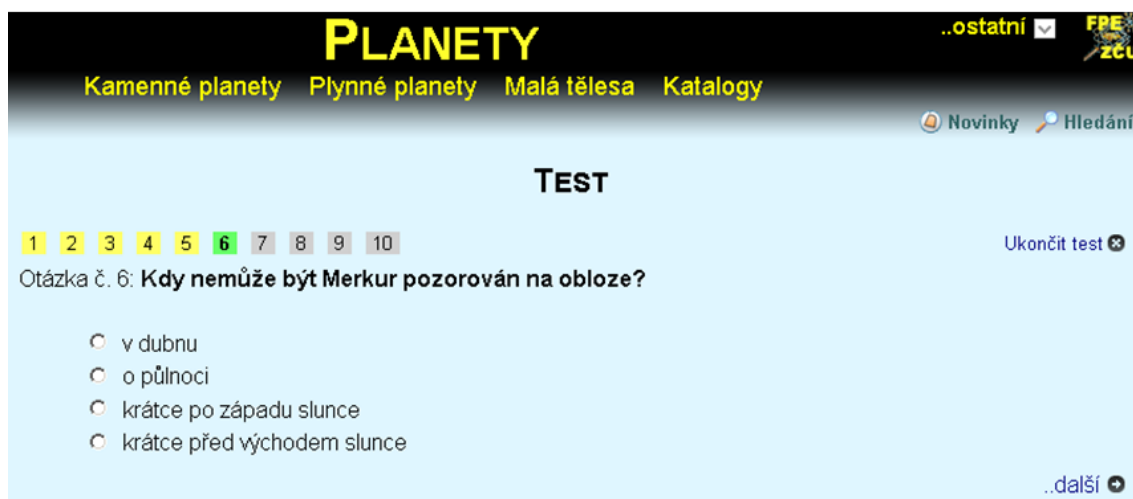
Stránka byla naposledy editována 15. ledna 2010 v 19:41.
Stránka byla od 15. 1. 2010 zobrazena 2892krát.

© 2010 Hvězdy (Autorský tým)

W3C XHTML 1.0 W3C CSS RSS

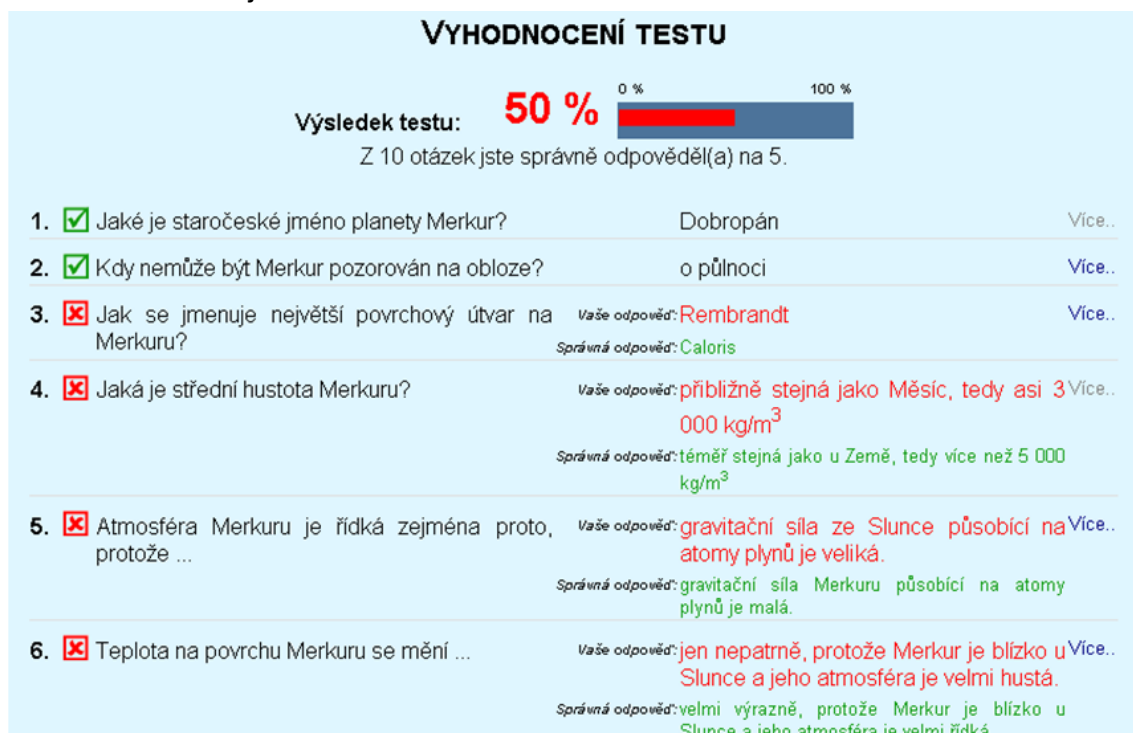
Obr. 3.10: Dialogové okno pro zvolení oblasti, ze které se bude testovat (vlevo)

Návštěvník si může zvolit (Obr. 3.10), z jaké oblasti chce otestovat své znalosti. Pro některá témata jsou připraveny testové otázky (Obr. 3.11), ze kterých se náhodně vybere 10 otázek. Každá otázka má správně právě jednu odpověď.



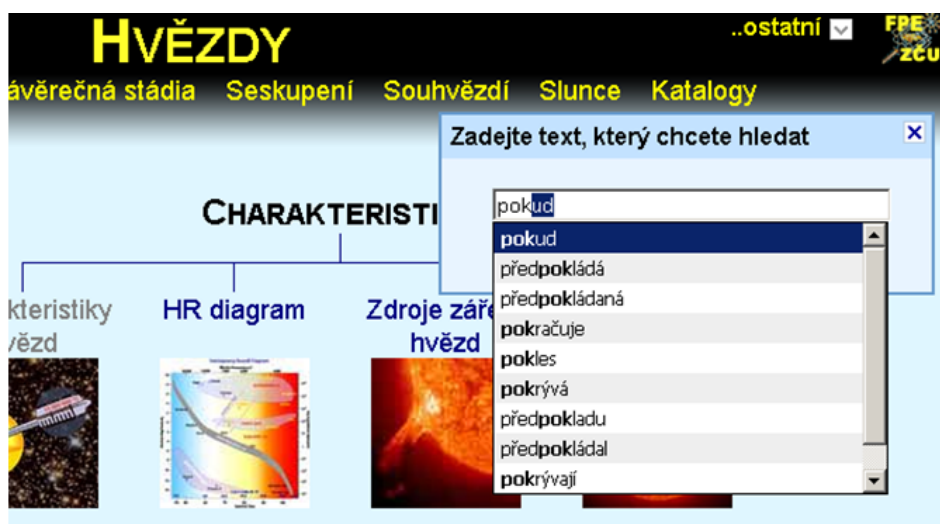
Obr. 3.11: Ukázka testové otázky u projektu Planety, tematického celku Merkur

Po zodpovězení otázek se objeví stránka s vyhodnocením testu (Obr. 3.12), kde se zobrazí odpovědi návštěvníka, případně správné odpovědi, pokud odpověděl špatně. U každé otázky je odkaz na stránku, kde se návštěvník dozví více informací z oblasti, na kterou je konkrétní testovací otázka zaměřena.



Obr. 3.12: Ukázka stránky zobrazená při vyhodnocení testu

České i světové vyhledávače a další internetové služby používají různé pomocníky, které mají uživatelům usnadnit a urychlit zadávání dotazů. Tyto nástroje mohou ovlivňovat způsob, jakým lidé pomocí vyhledávačů hledají, nicméně v rámci malých projektů urychlení a usnadnění zadávání dotazů určitě převažuje. Součástí stránek Astronomia je vyhledávací nástroj (k nalezení v pravém horním rohu), kterým lze hledat řetězce v textech. Množství textu (potažmo počet slov) je konečné, lze tedy snadno vytvořit tabulku obsahující všechna slova a jejich četnost výskytu v textu – v květnu 2011 tabulka obsahovala 45 352 unikátních slov, celkem 365 415 slov.



Obr. 3.13: Našeptávač při hledání na stránkách

Data z této tabulky pak mohou být použita pro vytvoření našeptávače. Ten je založen na javascriptové knihovně jQuery a rozšíření Autocomplete. Našeptávač funguje již od napsání jednoho znaku, přičemž je nastaveno zpoždění 400 ms od stisknutí klávesy po aktivaci našeptávače. Samotné vrácení nalezených slov od serveru (děje se na pozadí pomocí technologie AJAX, která mění obsah stránky bez nutnosti jejich znovunačtení) seřazených dle jejich četnosti je otázka do 100 ms⁹. Našeptávač funguje i při vyhledávání více slov, jednotlivá slova ve formuláři je pak nutné oddělit mezerou. Samotné vyhledání více slov v textu funguje stejným způsobem, jako kdyby byl mezi slovy operátor „A“.

3.2.2 Popis katalogů astronomických objektů na stránkách Astronomia

Katalogy astronomických objektů se postupně staly nedílnou součástí stránek Astronomia. V době vzniku stránek v roce 2000 neobsahovaly stránky žádný katalog, pouze se ve formě tabulky objevily seznam komet a seznam meteoritů z Marsu.

Mezi první skutečné katalogy lze zařadit neúplný seznam NGC objektů a Messierův katalog v podobě statických stránek, které vznikly v roce 2002 při představení nového projektu Mlhoviny, hvězdokupy, galaxie. Dalšímu rozvoji katalogů bránil hlavně způsob rozložení stránek, praktická neexistence dynamicky generovaných stránek a způsob uložení dat (v té době byla veškerá data uložena v textových souborech). K dalšímu, výraznějšímu rozvoji katalogů došlo až v roce 2005, kdy byl realizován projekt Hvězdy, který byl již plně dynamicky generovaný, a veškeré texty článků byly uloženy v databázi. Vznikl redakční systém (poplatný sice době svého vzniku, který neumožňoval pohodlnou a rychlou aktualizaci chyb v textu, na druhou stranu umožňoval rychlou změnu všech článků najednou v rámci jednoho tematického celku), který také umožňoval vkládání skriptů do článků, což podpořilo vznik dalších katalogů. Na stránkách se objevují seznamy souhvězdí a vznikají plnohodnotné katalogy – exoplanet, Hipparcos (hvězdy) a NGC objektů (mlhoviny, hvězdokupy a galaxie). Projekt Hvězdy se stal vzorem i pro ostatní projekty (objekty a planety), které se podobného vzhledu jako Hvězdy dočkaly v roce 2007.

⁹ Tato doba byla testována na rychlém internetovém připojení s minimálními přístupovými dobami. Čas na vrácení nalezených slov může být hodně závislý na rychlosti internetového připojení, nicméně velikost přenášeného souboru, který obsahuje 10 slov, je v řádech stovek bajtů, takže by zpoždění nemělo být tak markantní. Při dalších testech na pomalejším připojení docházelo ke zpožděním blízcím se až k jedné sekundě, což svědčí o tom, že na vině není jen rychlost připojení, ale i přístupová doba.

Při velké (a doposud nejvýraznější) modernizaci a aktualizaci v roce 2009 dochází ke kompletní změně struktury stránek (byť vypadají na první pohled pro běžného uživatele stále stejně) a redakčního systému (umožňuje online aktualizaci textů, přidávání testových otázek, změnu obtížnosti textu a další). Přibývají další katalogy – Glieseho, IC objektů a planetek. Jako zatím poslední katalog je v roce 2011 doplněna část astronomické databáze SIMBAD – hvězdy z katalogu Hipparcos.

K červnu 2011 obsahují stránky Astronomia následující katalogy nebo seznamy včetně informací o počtech objektů:

Projekt	Katalog	Počet objektů	Poznámka
Objekty	NGC	7 840	obrázky u každého objektu včetně textu a obrázků obrázky u každého objektu
	Messier	110	
	IC	5 386	
Hvězdy	Hipparcos (vč. jmen)	118 218 (3 568)	aktualizace během týdne
	SIMBAD	118 171	
	Gliese	3 803	
	Souhvězdí	88	
Planety	Exoplanety	818	aktualizace denně
	Planetky	275 490	aktualizace měsíčně

Již podle počtu objektů u některých katalogů lze usuzovat, že při práci s katalogy se bude jednat o velké objemy dat, např. katalog Hipparcos (57 MB), seznam planetek (60 MB) nebo databáze SIMBAD (25 MB).

Pro vznik jednotlivých katalogů bylo klíčové a rozhodující nalezení aktuálních (a pravidelně aktualizovaných), spolehlivých a snadno dostupných dat. U některých katalogů máme i písemné souhlasy autorů nebo provozovatelů daných dat – planetky (IAU Minor Planet Center), exoplanety (Jean Schneider z exoplanet.eu) nebo databáze SIMBAD (CDS, Strasbourg).

Po získání balíku dat jej bylo nutné zpracovat a rozvrhnout strukturu databázové tabulky. Poté následovalo zkopírování dat do tabulky, což často naráželo na různá omezení (zejména časová, to se s ohledem na velikost dat objevovalo nejčastěji), která přináší webové rozhraní. Řešením bylo postupné nahrání dat do tabulek.

Uživatelské rozhraní katalogů umožňuje vkládat různé typy dotazů a lze rozdělit na dvě základní formy – základní (obsahují všechny katalogy) a rozšířené (Hipparcos, Glieseho). Stejně jako vyhledávání na stránkách Astronomia, i katalogy mají svůj vlastní našeptávač, který se snaží ulehčit vyhledání požadovaného objektu. Po zadání dotazu dojde k prohledání konkrétních tabulek s daty a nalezení požadovaných informací. Pokud informace není k dispozici, objeví se upozornění s radou, jak postupovat dále.

3.2.3 Aktualizace dat v katalogích

Katalogy by bez pravidelné aktualizace dat velmi rychle ztrácely na svém významu a praktické použitelnosti, v některých oblastech (exoplanety, planetky) dokonce v řádu měsíců. Proto jsou některé katalogy astronomických objektů na stránkách Astronomia pravidelně aktualizovány, přičemž u některých je zvolena plně automatická aktualizace, u některých je nutný zásah správce stránek. Zvolena je i různá pravidelnost, některé katalogy jsou aktualizovány (resp. kontrolovány) denně

(exoplanety), jiné na týdenní bázi (SIMBAD) a např. planetky jednou za měsíc. Důvodem mohou být technická omezení nebo to, že i zdrojová data nejsou častěji měněna.

Katalog	Adresa	Četnost	Komentář
Exoplanety	exoplanet.eu	denní	plně automatické
SIMBAD	simbad.u-strasbg.fr/simbad/	týdenní	plně automatické
Planetky	www.minorplanetcenter.org/iau/mpc.html	měsíční	uživatelský zásah

Katalog exoplanet obsahuje 6 dílčích tabulek podle způsobu detekce – změnou radiální rychlosti nebo astrometrií, transitem, mikročočkou, přímým zobrazením, exoplanety u pulsarů a sporné kandidáty. Každý den ve 2 hodiny v noci se zkontroluje příslušná stránka z adresy exoplanet.eu/catalog.php (např. pro kandidáty detekované změnou radiální rychlosti nebo astrometrií se jedná o stránku exoplanet.eu/catalog-RV.php), zda obsahuje novější data, než jsou uložena v databázi. Pokud změna existuje, stáhnou se pomocí metody POST¹⁰ z adresy exoplanet.eu/export.php nová data ve formátu CSV¹¹, která se zpracují a nahradí se jimi data v databázi. Tímto způsobem je zajištěna aktuálnost dat katalogu exoplanet na stránkách Astronomia, zpoždění oproti stránkám exoplanet.eu je maximálně jeden den. Analýzou dat za poslední rok a půl zjistíme, že dochází v průměru k 11 aktualizacím dat za měsíc, maximum bylo v prosinci 2010, kdy došlo k 23 aktualizacím! Data za srpen až říjen 2010 nejsou k dispozici z důvodu chyby v aktualizacím skriptu.

Dalším pravidelně aktualizovaným katalogem je astronomická databáze SIMBAD. Na stránkách Astronomia je pouze její nepatrná část – hvězdy, které jsou zároveň v katalogu Hipparcos. I tak se jedná o téměř 120 000 hvězd. U každé hvězdy je uloženo 27 položek (označení HIP a označení v jiných katalozích, typ hvězdy, souřadnice v různých souřadných systémech – ICRS, FK5, FK4, vlastní pohyb, paralaxa, hvězdná velikost v různých spektrech a spektrální třída), přičemž průměrná délka řádku je 260 B. Z výše uvedených údajů je zřejmé, že se celkově jedná o desítky MB dat, které je nutné pravidelně kontrolovat. Proto jsem vyvinul způsob, jak to provádět bez zásahu správce. Každý den se zkontroluje pouze část hvězd, kdy se provede 200 dotazů na seznam 100 hvězd v katalogu na adrese simbad.u-strasbg.fr/simbad/. Celkem se každý den zkontroluje 20 000 hvězd a tato činnost zabere akceptovatelných 130 sekund (standardní limit pro PHP skript je nastaven na 30 sekund, tento skript má nastavenou výjimku). Při počtu 120 000 hvězd se kontrola celého katalogu průběžně uskuteční za méně než 7 dnů, proto je v tabulce výše uvedena týdenní aktualizace katalogu. Tento způsob kontroly je v činnosti od 18. února 2011, za tu dobu došlo k 1295 aktualizacím (představuje 1 %) v datech, přičemž od 1. dubna 2011 do 15. června 2011 došlo pouze k jedné aktualizaci. Na základě takto krátkého období ovšem nelze usuzovat o strategii aktualizace astronomické databáze SIMBAD.

Seznam planetek je dalším pravidelně aktualizovaným katalogem na stránkách Astronomia. Jedná se nejobtímější soubor dat dosahující v současnou chvíli (červen 2011) velikosti 60 MB, přičemž tento objem dat se bude postupně zvětšovat. Za posledních 10 let se totiž počet planetek zvýšil o řád (z 24 599 v dubnu 2001 na

¹⁰ POST je dotazovací metoda HTTP protokolu, kdy server, resp. PHP skript získává data z webového serveru. Alternativní metodou je GET.

¹¹ CSV – Comma-Separated Values, hodnoty oddělené čárkami – je souborový formát určený pro výměnu dat. Soubor sestává z řádků, kde jsou jednotlivé položky odděleny znakem čárka nebo středník.

275 490 v dubnu 2011). Průměrný roční přírůstek za posledních 5 let činí necelých 30 000 planetek (za měsíc přibude okolo 2 400 planetek). To dělá při průměrné velikosti jednoho záznamu v tabulce (260 B) téměř 7,5 MB nových dat za rok. Tomuto trendu odpovídá způsob aktualizace dat, který jako jediný potřebuje zásah správce stránek (existují úvahy a pokusy, jak tento proces plně automatizovat, většinou se ovšem naráží na technická omezení webových serverů). Procedura při aktualizaci dat je následující: Pomocí služby WatchThatPage.com¹² je kontrolována stránka www.minorplanetcenter.org/iau/lists/ArchiveStatistics.html, která obsahuje statistiku objevů planetek. Pokud dojde ke změně (dochází k ní pravidelně jednou za měsíc, vždy pár dnů po měsíčním úplňku), pošle se informace správci stránek, který provede aktualizaci dat. Na stránce www.minorplanetcenter.org/iau/MPCORB.html je odkaz na soubor MPCORB.DAT.gz (~30 MB), který obsahuje textový soubor mpcorb.dat (~107 MB) se zveřejněnými orbitálními parametry pro všechny číslované i nečíslované planetky. Tento soubor se na lokálním počítači porovná (pomocí uživatelsky vytvořené aplikace mpcorb.exe) se souborem z předchozího měsíce, jehož výsledkem je soubor, který obsahuje seznam všech očíslovaných planetek, u kterých došlo ke změně parametrů. Tento soubor má řádově několik MB, pokud by měl být větší (zhruba jednou za rok totiž dojde ke změně elementů dráhy u všech planetek z důvodu změny epochy), je vytvořeno několik menších souborů (naposledy se tak stalo v prosinci 2010, kdy vzniklo při porovnávání celkem 18 souborů, každý o velikosti 3 MB). Dalším krokem je zpracování souboru (NumberedMPs.txt), který obsahuje doplňující informace o objevitelích a datech objevu planetek, dostupný na adrese www.minorplanetcenter.org/iau/lists/NumberedMPs.html. I tento soubor se porovná se souborem z minulého měsíce a vznikne další rozdílový soubor. Takto vzniklé rozdílové soubory jsou zkopírovány do příslušné složky na server a spuštěny PHP skripty, které provedou aktualizaci dat v databázi, přičemž každý řádek v souboru představuje jednu aktualizaci. Jestliže je více menších souborů, spustí se aktualizací skript vícekrát za sebou. Pokud příslušná planetka neexistuje, vytvoří se v databázi nový záznam.

3.2.4 Popis použitých technologií

Stránky jsou tvořeny HTML jazykem ve verzi „XHTML 1.0 Strict“, přičemž je dbáno na validitu¹³ kódu. Rozložení stránky a formátování textu je vytvořeno pomocí kaskádových stylů CSS. Kód stránky je dynamicky generován pomocí skriptovacího programovacího jazyka PHP verze 5. Veškerá data jsou uložena v MySQL databázi v několika provázaných tabulkách.

Validním kódem, jeho optimalizací, případně výjimkami je zajištěno stejné zobrazení a funkčnost stránek v nejpoužívanějších prohlížečích – Internet Explorer od verze 6 až po nejnovější 8, Firefox verze 3 a 4, Opera a Chrome.

V aplikaci je na několika místech použita (např. našeptávač nebo po přihlášení v redakčním systému) AJAX¹⁴ technologie. Pro usnadnění práce s javascriptem jsem

¹² WatchThatPage je služba, která umožňuje automaticky shromažďovat nové informace ze stránek na internetu. Uživatel si vybere stránky pro monitorování a služba najde stránky, které se změnily, a pošle informaci o změně.

¹³ Lze použít online nástroj na adrese validator.w3.org (pro HTML) nebo jigsaw.w3.org/css-validator (pro CSS).

¹⁴ AJAX – Asynchronous JavaScript and XML – je obecné označení pro technologie vývoje interaktivních webových aplikací, které mění obsah stránek bez nutnosti jejich znovunačítání, což je považováno za uživatelsky přívětivější. Ve skutečnosti se nejedná o jednu konkrétní technologii, ale pojem označuje použití několika technologií dohromady s určitým cílem.

použil knihovnu jQuery¹⁵ včetně rozšíření Autocomplete, Hashchange, Cookie, LiveQuery, pngFix, SimpleTree a UI. Pro interaktivní prohlížení obrázků na stránce je použito prohlížeče HighSlide napsaném v javascriptu.

Adresa (URL) stránek je uživatelsky přívětivá (neobsahuje žádné složité a těžko zapamatovatelné znaky a řetězce) a obsahuje v sobě kromě unikátního čísla i název článku.

Aplikace má veřejné rozhraní, které je volně přístupné libovolnému návštěvníkovi umožňující zejména prohlížení stránek, ale i změnu obtížnosti textu, zvolení testových otázek, a uživatelské (administrátorské) rozhraní, které je dostupné až po přihlášení a slouží pro editaci a další úpravy stránek. V tomto případě se jedná o redakční systém, lze jím měnit (přidání, mazání, editování, přesunutí) horní menu projektu, změnit (přidání, mazání, editování a přesunutí) lze i levé menu tématu. Obsah celé stránky (nebo samostatné kapitoly) je možné editovat pomocí WYSIWYG editoru. Zde jsem použil a integroval textový editor CKeditor. Každá stránka obsahuje historii změn s možností vrácení editace zpět, funkce „undo“. Nahrání a správa obrázků je přes prohlížeč pomocí rozšíření PGRFileManager, které se přidá do CKeditoru. Při editování článku (kapitoly) je možný náhled před uložením, přidání komentáře a doplnění informace o závažnosti provedené změny. Kromě editování lze stránku samozřejmě i přidat. V redakčním systému je využíváno technologie AJAX. Na libovolné místo do textu článku lze přidat skript, toto je hojně využívané zejména u katalogů.

U každého odstavce, obrázku, tabulky a položky seznamu lze zvolit obtížnost textu (ZŠ – základní škola, SŠ – střední škola, VŠ – vysoká škola a veřejnost).

Ke každé stránce jde přidat libovolné množství testových otázek (u otázky i odpovědi mohou být volitelně obrázky).

Stránky jsou uloženy a zobrazovány v kódování UTF-8.

3.2.5 Popis architektury aplikace

Veškeré požadavky jsou odkázány na soubor „*index.php*“ v adresáři „*w*“. Skript v tomto souboru rozhoduje o tom, co se bude zpracovávat, zobrazovat apod.

Na začátku veškerého dění dojde k připojení databáze a pak následně ke zpracování jednotlivých proměnných předávaných v URL. V tomto místě se zjistí, v jakém projektu se nacházíme, jaký tematický celek je zvolen, a číslo stránky, které se má zobrazit. V některých případech se může jednat o speciální požadavek – přihlášení, odhlášení apod., viz níže, kde je popsán význam všech možností.

V okamžiku, kdy se zjistí, co se má dělat, dojde ke zpracování požadavku v souboru „*inc/engine.inc.php*“. Dojde ke kontrole správnosti URL a ověření, zda hledaný článek skutečně existuje, případně vykonání speciálních požadavků.

Postupně dojde k naplnění obsahu stránky (proměnná *cont*), drobečkové navigace (proměnná *drobek*), horního menu (proměnná *menu_top*), levého menu (proměnné *menu_left_text* a *menu_left_obr*) a titulku stránky (proměnná *TitleMain*).

¹⁵ jQuery je javascriptová knihovna (sada funkcí), která usnadňuje práci s javascriptem. Klade důraz na jednoduchost, čitelnost a rychlost. Je dostupná zdarma. Stejně jako kaskádové styly oddělují zobrazovací charakteristiky od struktury HTML, jQuery odděluje chování od struktury HTML. Místo specifikace *onclick* události přímo v HTML kódu tlačítka, stránka řízená jQuery napřed najde vhodný element tlačítka a potom změní jeho manipulátor události. jQuery nabízí výběr DOM elementů, funkce procházení a změnu DOM, události, manipulace s kaskádovými styly, efekty a animace, AJAX, rozšiřitelnost a další.

lobr	obsahuje veškeré multimediální soubory (obrázky, videa)
lwl	skripty zajišťující funkčnost stránek
incl	pomocné soubory
ajaxl	skripty využívané pro AJAX technologii
scriptl	skripty vkládané do stránek, zejména katalogy + seznam souhvězdí
updatel	"ruční" aktualizace katalogů - planety a databáze SIMBAD
admin.inc.php	lišta s úkony při přihlášení
databaze.inc.php	přístupy do databáze, funkce
definice.inc.php	globální definice proměnných
drobek.inc.php	drobečková navigace
engine.inc.php	definice úkonů při různém nastavení stránek
functions.inc.php	definice funkcí
hlavicka.inc.php	definice typu HTML a obsah značky <head>
hledani.inc.php	hledání na stránkách
changes.inc.php	zobrazení posledních změn
kontrola.inc.php	funkce pro pravidelnou automatickou aktualizaci katalogu exoplanet
lista.inc.php	horní lišta
login-exec.php	přihlášení do Redakčního systému
logout.php	odhlášení z Redakčního systému
menu_left.inc.php	zobrazení levého menu
menu_top.inc.php	zobrazení horního menu
page.inc.php	zobrazení stránky s hlavním obsahem
paticka.inc.php	patička stránky včetně definice formulářových oken
rss.inc.php	funkce pro generování RSS obsahu
simple_html_dom.php	HTML DOM parser
testovani.inc.php	zobrazení testových otázek
testy_table.inc.php	zobrazení tabulky u testových otázek
toolsl	externí aplikace
ckeditorl	WYSIWYG textový editor CKeditor
highslidel	interaktivní zobrazení obrázků na stránce
jqueryl	Javascript knihovna
jsl	doplňující Javascript
zipl	zip soubory, ukládá se zde tabulka exoplanet při aktualizaci
print.css	kaskádové styly pro tisk stránky
styly.css	kaskádové styly pro definování rozložení stránky
index.php	hlavní soubor
kontrola.php	pravidelná automatická aktualizace katalogu exoplanet
nacist.php	načtení externího souboru a vyplnění formuláře
rss.php	generování RSS obsahu - novinky na stránkách
.htaccess	dodatečný konfigurační soubor webového serveru
astro.css	styly pro titulní stránku
favicon.ico	ikona v adresním řádku prohlížeče
index.php	hlavní soubor titulní stránky
robots.txt	zakázání přístupu robotům, zejména adresář /w

Obr. 3.14: Popis adresářové struktury

Pokud jsou klíčové proměnné naplněné, začne se tvořit kód stránky, pomocí souboru „*inc/hlavicka.inc.php*“ se vytvoří hlavička stránky – obsah značky <head>, který obsahuje značky <meta> (informace o dokumentu), <script> (zápis skriptu), <link> (spojitost s jiným souborem, nezobrazované propojení), <style> (zápis CSS stylu) a <title> (titulek stránky).

Poté se vytvoří obsah značky <body> (tělo stránky) – navigační lišty horního menu („*inc/lista.inc.php*“) a levého menu (proměnné *menu_left_obr* a *menu_left_text*). Pokud je uživatel přihlášen, zobrazí se administrátorská lišta „*inc/admin.inc.php*“. U článku se zobrazí drobečková navigace (proměnná *drobek*).

Každá stránka má hlavní nadpis tvořený značkou <h1>, který je vyplněn z databáze (pokud se jedná o článek) nebo skriptem (při speciálním požadavku). Soubor „*inc/page.inc.php*“ zajistí zobrazení samotného obsahu článku (proměnná *cont*) nebo chybové hlášky (pokud je vyplněna proměnná *error*).

Poslední činností je ukončení stránky, které se nachází v souboru „*inc/paticka.inc.php*“.

Stránky jsou zrcadleny na serveru astro.cz, toto je vytvořeno pouhým přesměrováním dotazu, resp. IP adresy v doméně astro.cz na server astronomia.zcu.cz, který již zařídí veškeré náležitosti pro korektní zobrazení požadovaného obsahu při zachování astro.cz domény v adresovém řádku prohlížeče.

Popis adresy stránek

Adresa stránky (URL) může nabývat dvou formátů, pro jednotlivé uživatelské stránky (články) se jedná o přívětivé (snadno zapamatovatelné) URL, pro ostatní činnosti je složitější.

Jednotlivé stránky (články) mají jednotnou strukturu URL

/projekt/téma/číslo-nadpis/

Projekt může být *hvezdy*, *planety*, *objekty* nebo *astrofoto*. Při dalších projektech (např. astronomové) se může snadno rozšiřovat, architektura kódu je pro to připravena.

Téma je název tematického celku bez diakritiky, např. pro Venuše = venuse, přičemž některé víceslovné názvy tematických celků (např. pro Kamenné planety = kamenne) mají zvolen jednoslovný název.

Číslo je identifikující záznam položky v databázi. To z toho důvodu, aby nadpisy nemusely být v rámci jednoho tématu unikátní, což je zbytečně omezující.

Nadpis je hlavní nadpis stránky bez diakritiky.

Při zadávání URL do prohlížeče není nutné přepisovat celou adresu, stačí zadat projekt, téma a číslo článku. Nadpis se již doplní automaticky. Při jeho zadání se stejně provádí kontrola na správnost, a pokud text zadáný v adrese stránky neodpovídá skutečnému nadpisu článku, dojde k jeho automatické změně.

Ostatní stránky mají tvar

index.php?action=____&project=____&subaction=____&page=____

kde položka *action* může nabývat následujících hodnot – login (přihlášení), logout (odhlášení), edit (editování nebo vytvoření stránky), submit (uložení změn), history (zobrazení historie stránky), oldview (zobrazení jiné revize), undo (zrušení revize), testovani (zobrazení všech testových otázek u tématu, stránky), test (spuštění testu), search (výsledek po hledání), chyba (zobrazení chybové hlášky, např. nenalezení stránky), changes (zobrazení posledních změn na stránkách) a ostatní (zobrazení stránky); položka *project* je název projektu (hvezdy, planety, objekty, astrofoto); položka *subaction* je tematický celek a položka *page* je identifikační záznam článku v databázi.

Popis tabulek v databázi

Jak bylo zmíněno v kapitole 3.2.4, veškerá textová data¹⁶ jsou uložena v MySQL databázi. Popis jednotlivých tabulek je uveden na Obr. 3.15. Tabulky lze podle použití rozdělit do dvou základních skupin:

- data pro články (začínají prefixem `astro_`)
- data pro katalogy (začínají prefixem `katalog_`)

Název tabulky	Řádků	Velikost dat [B]	Velikost indexů [B]	Význam
<code>astro_glosar</code>	382	12 568	11 264	glosář názvosloví
<code>astro_left_menu</code>	508	27 324	7 168	položky levého menu, identifikace dle projektu a tématu
<code>astro_log</code>				pomocná tabulka pro zjištění statistik hledání apod.
<code>astro_page</code>	2 365	258 508	131 072	informace o článku (zařazení do projektu, tématu, stránky, počet zobrazení, poslední modifikace a odkaz na <code>astro_text</code>)
<code>astro_project</code>	4	188	3 072	seznam projektů a hlavních stránek projektu
<code>astro_recentchanges</code>	448	62 636	52 224	seznam posledních změn, zobrazované v Novinkách
<code>astro_revision</code>	2 500	144 336	173 056	seznam revizí jednotlivých stránek, zobrazené jako historie u každé stránky
<code>astro_search</code>	2 365	3 813 460	1 024	texty bez tagů používaných při hledání
<code>astro_searchindex</code>	45 352	1 059 380	1 499 136	seznam slov používaných při našeptávači
<code>astro_souhvzdi</code>	88	25 060	2 048	seznam souhvězdí a detailních informací o nich
<code>astro_temp_url</code>	2 346	158 124	25 600	pomocná tabulka při konverzi názvu souboru a článku
<code>astro_testy</code>	80	21 792	3 072	seznam testových otázek a odpovědí
<code>astro_text</code>	2 502	7 924 256	25 600	obsah článků
<code>astro_top_menu</code>	88	5 180	2 048	položky horního menu
<code>astro_users</code>	2	180	2 048	uživatelská konta
<code>katalog_exoplanety</code>	818	79 292	13 312	položky katalogu exoplanet
<code>katalog_gliese</code>	3 803	632 096	40 960	položky katalogu Gliese
<code>katalog_hip</code>	118 218	59 700 090	1 973 248	položky katalogu HIPPARCOS
<code>katalog_hip_name</code>	3 568	86 316	37 888	jména hvězd z katalogu HIPPARCOS
<code>katalog_ic</code>	5 386	1 424 332	103 424	položky katalogu IC
<code>katalog_mpc</code>	275 490	62 539 928	9 794 560	položky katalogu planetek
<code>katalog_mpc_name</code>	264 258	10 351 744	17 978 368	jména planetek používaných při hledání planetek
<code>katalog_ngc</code>	7 840	1 732 896	82 944	položky katalogu NGC
<code>katalog_simbad</code>	118 171	26 174 888	4 464 640	položky astronomické databáze SIMBAD
<code>katalog_simbad_up</code>	1	7	1 024	pomocná tabulka pro aktualizaci SIMBAD
<code>obrazky</code>	624	91 708 776	17 408	obrázky používané u NGC objektů

Obr. 3.15: Popis tabulek v databázi

Data pro články obsahují i další podpůrné tabulky, které jsou nutné pro běh aplikace. Najdeme zde tabulky, kde se nachází položky v menu (levé menu – `astro_left_menu` nebo horní menu – `astro_top_menu`) nebo seznam projektů (tabulka `astro_project`). Samotné texty článků včetně jednotlivých revizí se nacházejí v tabulce `astro_text`. Informace a aktuální seznam článků (včetně provázání na tabulku s texty) se nachází v tabulce `astro_page`. Seznam revizí a posledních změn se nacházejí v tabulkách `astro_revision`, potažmo `astro_recentchanges`. Seznam testových otázek včetně správných a nesprávných odpovědí je v tabulce `astro_testy`. Texty bez HTML značek, které se používají při hledání, jsou uloženy v tabulce `astro_search`, a seznam slov používaných u našeptávače vyhledávání jsou průběžně aktualizovány v tabulce `astro_searchindex`.

3.3 Využití multimédií

Obsah každého studijního materiálu v průběhu času a s příchodem nových technologií zastarává a je nutné (vhodné) jej aktualizovat, případně doplnit o nové poznatky. Obecně platí, že čím je text odbornější, tím častěji je nutné jej aktualizovat. Inovace lze provádět snadněji v případě, že text není příliš rozsáhlý. V tomto případě

¹⁶ Obrázky a další multimediální soubory jsou uloženy v souborovém systému ve složce `/afs/.../www-astronom/obr/`.

je nutné aktualizovat pouze části studijního nebo přípravného materiálu. I z tohoto důvodu je vhodné učivo seskupovat do částí (např. modulů), aby nebyly jednotlivé studijní materiály příliš rozsáhlé. Další důvody jsou ekonomické, psychologické a studijní. Forma pracovních sešitů (obsahující pracovní listy) je vhodná i z hlediska jejich ceny, neodrazuje studující svoji hmotností a kromě toho umožňuje skládat jednotlivé studijní části do obsahově různě profilovaných sestav.

Při tvorbě učebních textů bychom měli klást důraz na cíle (nejen vzdělávací, ale i obecné, dílčí či specifické), kterých má být studiem dosaženo. Neméně důležitá je specifikace cílové skupiny a její vzdělávací potřeby. Proto je vhodné modul strukturovat do kapitol, podkapitol a oddílů. Každou kapitolu lze potom rozdělit na dávky a u každé lze specifikovat otázky a problémová zadání, prověřující její pochopení (nejlépe na smysluplných aplikacích). (Průcha, 2003)

Při tvorbě studijních materiálů je důležité zvolit optimální rozdělení materiálu, které nebude nutit žáky přemýšlet nad formou nebo cestou, jak se k požadované informaci dostat, ale nad jejím obsahem. Na osvojení vědomostí žákem má vliv i optické členění textu a další prvky, které se v textu vyskytují – obrázky, tabulky, cvičení nebo úkoly. Text by měl být rozdělen do kratších odstavců, které by měly tvořit ucelenou část probírané látky. Pro lepší pochopení textu je vhodné vytvářet kratší věty. Ty mají pro žáky mnohem větší přínos, než dlouhá rozvitá souvětí, která je nutné číst několikrát.

Rychlý rozvoj počítačové techniky přinesl v posledních letech mj. multimédia. S nástupem počítačů ve škole se rozvíjí i používání multimédií ve výuce. V astronomii se v multimediálním provedení velmi často používají programy, které připomínají planetária, jde o pohledy na oblohu z různých míst na Zemi (nebo i mimo ni) v různou dobu. Pro základní výuku (jako primární zdroj poznávání) se tyto prostředky nehodí, nicméně lze některé jejich prvky při výuce s úspěchem použít. Součástí výuky by měl být za standardních podmínek učitel, který musí mít ve výuce klíčovou roli.

Multimediální aplikace může obsahovat obrovské množství informací. Proto je nutné pečlivě vybírat, co vše je vhodné zařadit. Samotnou kapitolu představuje interaktivnost v podobě snadného přecházení z jedné části do druhé dle záměru uživatele. Toto může být částečně proti základnímu principu systematického, soustavného a postupného rozvoje znalostí v daném oboru. Na druhou stranu to umožňuje uživateli měnit nejen tempo výuky, ale i směr, kterým se chce při výuce ubírat. Zamezit uživateli tento volný pohyb není vhodné, dalo by se to přirovnat zákazu čtenáři listování knihou. Je proto nutné klást velký důraz na systematickost výuky a postupné osvojování poznatků a zamezení bezcílného bloudění. V neposlední řadě by se nemělo zapomínat na zpětnou vazbu v podobě kontrolních testů, úloh k zamyšlení, kvízů apod.

Používání multimédií ve vyučování je podmíněno umístěním (lze nahradit přenosným) počítače, dataprojektoru a internetového připojení v učebně. V opačném případě ztrácí výuka s přispěním multimédií na významu. Nejvíce využijeme při výuce fotografií, kterých je v astronomii obrovské množství a dokážou svým tajemným a nezvyklým vzhledem zaujmout a motivovat. Na rozdíl od fotografie pořízené pro účely popularizace astronomie musí snímek vhodný pro výuku u žáka vzbuzovat nejenom zájem, ale i systematicky popsat a vysvětlit určitý jev, objekt, metodu. Žák se musí naučit, čeho si má na fotografii všimnout, a učitel by měl upozornit i na další jevy na fotografii, byť nemusejí s probíraným jevem souviset.

4 Hypotézy

„Astrofyziku je nutno začlenit do výuky tak, aby lépe vynikla logická struktura fyzikálního poznávání kosmického prostoru a vesmíru vůbec. Není účelem nového pojetí astrofyziky na gymnáziu informovat studenta o všech hlavních výsledcích, kterých dosáhla, ale na vybraných příkladech ukázat na fyzikální podstatu jevů ve vesmíru.“

Vladimír Vanýsek, český astronom

4.1 Definice hypotéz

- 1 H_0 : Domnívám se, že neexistuje statisticky významný rozdíl mezi žáky střední školy a studenty vysoké školy při jejich schopnostech využívat katalogy astronomických objektů ke konkrétním činnostem.
- 1 H_A : Domnívám se, že existuje statisticky významný rozdíl mezi žáky střední školy a studenty vysoké školy při jejich schopnostech využívat katalogy astronomických objektů ke konkrétním činnostem.
- 2 H_0 : Domnívám se, že existuje statisticky významný počet žáků, kteří zvládnou na základě návodu využívat smysluplně informace na internetu.
- 2 H_A : Domnívám se, že neexistuje statisticky významný počet žáků, kteří zvládnou na základě návodu využívat smysluplně informace na internetu.
- 3 H_0 : Domnívám se, že existuje statisticky významný počet žáků, kteří umí používat výpočetní techniku k řešení praktických činností.
- 3 H_A : Domnívám se, že neexistuje statisticky významný počet žáků, kteří umí používat výpočetní techniku k řešení praktických činností.
- 4 H_0 : Domnívám se, že existuje statisticky významný počet učitelů, kteří používají při výuce multimediální učební texty dostupné na internetu.
- 4 H_A : Domnívám se, že neexistuje statisticky významný počet učitelů, kteří používají při výuce multimediální učební texty dostupné na internetu.
- 5 H_0 : Domnívám se, že neexistuje statisticky významný počet žáků, pro které jsou úlohy využívající katalogy astronomických objektů užitečné a zajímavé.
- 5 H_A : Domnívám se, že existuje statisticky významný počet žáků, pro které jsou úlohy využívající katalogy astronomických objektů užitečné a zajímavé.

4.2 Metodika práce a metody zkoumání

Data pro testování hypotéz jsem získal dvojím způsobem – analýzou pracovních listů a dotazníkovou metodou. První variantu jsem považoval za objektivní způsob získání informací, protože vyplnění pracovních listů nepovažovali účastníci za vynucené, jednalo se o neanonymní způsob získání dat. Naopak druhá varianta (dotazník) byla subjektivní, nicméně představuje nejpoužívanější nástroj ke získání informací, jedná se o výzkumnou metodu, kdy zjišťujeme informace od respondentů písemnou formou pomocí předem připravených otázek. Zde se jednalo o anonymní průzkum. Mezi významné nevýhody dotazníkové metody patří možnost záměrného zkreslení informací. Více o dotaznících v kapitole 5.6.

Mezi dva základní statistické postupy patří odhad parametrů a testování hypotéz. Shoda dat s hypotézou ještě neznamená pravdivost hypotézy, tu nelze na základě dat dokázat. Naproti tomu data odporující hypotéze ukazují nepravdivost hypotézy. Toto je předmětem statistického testování hypotéz, kdy se formuluje nulová hypotéza tak, aby ji mohla data vyvrátit v případě, že není pravdivá. Většinou se jedná o opak toho, co chci dokázat. Nulová hypotéza (H_0) se většinou formuluje jako: něco se neliší, není difference, není závislost apod. Poté se snažíme dokázat, že určitá data nejsou slučitelná (jsou v rozporu) s touto nulovou hypotézou. Pokud se to podaří dokázat, lze zamítnout nulovou hypotézu a přijmout alternativní hypotézu H_A . (Lepš, 2007)

Statistické zpracování dat bylo provedeno v aplikaci Excel a pomocí online aplikace Interactive Chi-Square Tests (Preacher, 2001) metodou testu dobré shody χ^2 (chí-kvadrát). Jde o neparametrickou statistickou metodu umožňující ověřit, zda má náhodná veličina určité předem dané rozdělení pravděpodobnosti. Nulovou hypotézu zamítanu na zvolené hladině významnosti (α), pro moji potřebu jsem zvolil 5 %, tj. $\alpha = 0,05$. Při testování hypotéz jsem postupoval podle následujícího postupu: formuloval jsem nulové a alternativní hypotézy, zvolil jsem hladinu významnosti, určil jsem stupně volnosti (k), zvolil jsem testovací kritérium (test dobré shody), dosadil jsem pozorované hodnoty do testovacího kritéria a vypočetl jsem testovací charakteristiky, pro zvolenou hladinu významnosti α a počet stupňů volnosti k jsem našel příslušné kritické hodnoty, porovnal jsem výsledek testovací metody s příslušnou kritickou hodnotou, vyslovil jsem závěr o platnosti či neplatnosti nulové a alternativní hypotézy, interpretoval jsem výsledky testování. (Slouková, 2011)

4.3 Testování hypotéz a hodnocení výsledků

4.3.1 Hypotéza č. 1

Pro analýzu této hypotézy jsem použil výsledky hodnocení pracovního listu na hledání nejjasnějších hvězd, konkrétně bod č. 3 (správně vyplněná tabulka 1) a bod č. 5 (správné pořadí hvězd v tabulce 2). Rozlišoval jsem výsledky u žáků středních škol a studentů vysoké školy, viz Tab. 4.1.

	Bod č. 3 (správně vyplněná tabulka 1)		Bod č. 5 (správné pořadí hvězd v tab. 2)	
	ANO	NE	ANO	NE
Střední škola	5	10	4	11
Vysoká škola	28	10	29	9

Tab. 4.1: Data pro analýzu první hypotézy

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 3$ jsem spočítal¹⁷ kritickou hodnotu χ^2 distribucí 7,815. Kritická hodnota byla překročena ($18,736 > 7,815$), a proto v tomto případě zamítáme nulovou hypotézu, tj. existuje statisticky významný rozdíl mezi žáky střední školy a studenty vysoké školy při jejich schopnostech využívat katalogy astronomických objektů ke konkrétním činnostem. Myšlenku zamítnutí nulové hypotézy velmi silně podporuje i hodnota p-value¹⁸, která je řádově menší než 0,01.

¹⁷ Pomocí funkce CHINV v aplikaci Excel.

¹⁸ Znamená nejnižší možnou hladinu významnosti, při které lze ještě zamítnout nulovou hypotézu.

Zde se nabízí otázka, proč tomu tak je? Možným vysvětlením může být menší zkušenost žáků středních škol řešit praktické úkoly, případně větší množství informací, které museli žáci vstřebat a tím pádem potřebovali větší časový prostor, který bohužel neměli k dispozici. Nezanedbatelný vliv může mít i postupná úprava pracovních listů na základě dílčích výsledků (žáci středních škol pracovali s úplně první verzí) nebo způsob výkladu nových pojmů.

4.3.2 Hypotéza č. 2

Pro zpracování této hypotézy jsem použil výsledky objektivního hodnocení výsledků vypracování seznamu hvězd u pracovního listu na hledání nejjasnějších hvězd v bodu 5. Zde jsem očekával, že alespoň dvě třetiny účastníků budou úspěšní, to znamená, že zjistí správné pořadí hvězd. Výsledky žáků středních škol a studentů vysoké školy jsem sloučil.

Bod č. 5 (správné pořadí hvězd)			
Četnost	ANO	NE	Poznámka
Očekávaná	36	17	Alespoň $\frac{2}{3}$ správně
Pozorovaná	33	20	

Tab. 4.2: Data pro analýzu druhé hypotézy

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 1$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 3,841. Kritická hodnota nebyla překročena ($0,779 < 3,841$), a proto nezamítáme nulovou hypotézu, existuje statisticky významný počet žáků, kteří zvládnou na základě návodu využívat smysluplně informace na internetu. Nezamítnutí nulové hypotézy podporuje i hodnota p-value, která je rovna 0,377, což je více než zvolená hladina významnosti.

Je určitě potěšující, že jsou žáci schopni využívat internet pro smysluplné činnosti. V současnou dobu je na internetu velké množství dat a je velmi složité určit jejich relevanci. I přesto by bylo ještě přínosnější (v případě, že se mohou žáci spolehnout na zdroj dat), kdyby se žáci zamýšleli nad hodnotami, které jim při výpočtech vyjdou. Potom by totiž nemohli uvádět, že se hvězdy nacházejí ve vzdálenostech setin parseků a podobně.

4.3.3 Hypotéza č. 3

Při analýze této hypotézy uvažuji předpoklad, že pokud žáci umí používat výpočetní techniku, pak jim musí přijít úloha při dané časové dotaci jednoduchá. Použiji proto data z dotazníků u otázek Náročnost úlohy a Čas na vyřešení a analýzu provedu postupným způsobem.

Nejdříve se budu zabývat subjektivní náročností úlohy. V prvním kroku budu uvažovat normální (Gaussovo) rozdělení pravděpodobnosti¹⁹ odpovědí, které budou soustředěny okolo průměrné hodnoty 3.

Náročnost úlohy	1 (jednoduchá)	2	3	4	5 (náročná)	Poznámka
Očekávaná	4,5	18	30	18	4,5	normální rozdělení
Pozorovaná	4	20	25	14	12	

Tab. 4.3: Normální rozdělení pravděpodobnosti pro analýzu náročnosti úlohy

¹⁹ Jednotlivé pravděpodobnosti byly získány v aplikaci Excel pomocí funkce NORMDIST.

Některé hodnoty v Tab. 4.3 odporují podmínce dobré aproximace, která říká, že by očekávané četnosti v kontingenční tabulce neměly být menší než 5 pro 20 % případů. Pokud není tato podmínka splněna, přistupuje se ke slučování kategorií. Já jsem v tomto případě sloučil kategorie 1, 2 a 4, 5.

Náročnost úlohy	Jednodušší	Průměrná	Náročnější
Očekávaná	24	25	26
Pozorovaná	22,5	30	22,5

Tab. 4.4: Sloučené kategorie pro analýzu náročnosti úlohy

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 2$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 5,991. Kritická hodnota nebyla překročena ($1,565 < 5,991$) a hodnota p-value je 0,457 (více než zvolená hladina významnosti), proto lze považovat rozdělení pravděpodobnosti odpovědí za Gaussovo.

Pokud se jedná o jednoduchou úlohu, očekával bych koncentraci odpovědí u hodnoty 1, viz Tab. 4.5, kde jsem již provedl sloučení kategorií 3–5, abych vyhověl podmínce dobré aproximace.

Náročnost úlohy	1 (jednoduchá)	2	3–5 (náročnější)
Očekávaná	43	26	6
Pozorovaná	24	25	26

Tab. 4.5: Rozdělení pravděpodobnosti pro jednoduchou úlohu

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 2$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 5,991. Kritická hodnota byla překročena ($75,1 > 5,991$) a hodnota p-value je řádově menší než 0,01. Nejsou tedy splněny nutné podmínky a pozorovaná četnost neodpovídá očekávané četnosti.

Stejným způsobem vyšetříme časovou náročnost úlohy, přičemž začneme kontrolou na normální rozdělení pravděpodobnosti, viz Tab. 4.6.

Čas na vyřešení	1 (dostatečný)	2	3	4	5 (nedostatečný)	Poznámka
Očekávaná	5	18	29	18	5	normální rozdělení
Pozorovaná	12	12	24	19	8	

Tab. 4.6: Normální rozdělení pravděpodobnosti pro analýzu časové náročnosti úlohy

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 4$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 9,488. Kritická hodnota byla překročena ($14,518 > 9,488$) a hodnota p-value je 0,0058. Nejsou tedy splněny nutné podmínky a pozorovaná četnost neodpovídá očekávané četnosti dané normálním rozdělením pravděpodobnosti.

Kdyby byl čas potřebný na vyřešení úlohy dostatečný, soustředila by se většina odpovědí u hodnot 1 nebo 2, viz Tab. 4.7, řádek Očekávaná. U tabulky již bylo provedeno sloučení kategorií 3–5, aby se vyhovělo podmínce dobré aproximace.

Čas na vyřešení	1 (dostatečný)	2	3–5 (průměrný až nedostatečný)
Očekávaná	43	26	6
Pozorovaná	12	12	51

Tab. 4.7: Rozdělení pravděpodobnosti pro časově nenáročnou úlohu

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 2$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 3,841. Kritická hodnota byla překročena ($367,4 > 3,841$) a hodnota p-value je řádově menší než 0,01. Nejsou tedy splněny nutné podmínky a pozorovaná četnost neodpovídá očekávané četnosti.

Na základě výše uvedených dílčích analýz je možné zamítnout nulovou hypotézu, tj. neexistuje statisticky významný počet žáků, kteří umí používat výpočetní techniku k řešení praktických činností.

Tento výsledek mne nemile překvapil, protože již při návrhu pracovních úloh a odhadu jejich časové náročnosti jsem předpokládal základní znalosti žáků v oblasti informatiky, zejména ovládání a práci v aplikaci Excel. Zejména u studentů vysoké školy je to zarážející, protože očekávaným výstupem v předmětu Informatika je dle Rámcového vzdělávacího programu (2007) využití pokročilých funkcí aplikačního software. Bohužel pouze mezi učivem (nikoliv jako očekávaný výstup) se objevuje zmínka o tabulkových kalkulátorech. Neočekával jsem žádné pokročilé ovládání v aplikaci Excel, ale pouze základy – vložení vzorce do buňky, seřazení dat podle daného kritéria nebo sestavení jednoduchého plošného grafu.

4.3.4 Hypotéza č. 4

Pro analýzu této hypotézy jsem použil odpovědi na otázku z dotazníku – „Používali vaši učitelé na střední škole nebo gymnáziu ve výuce stránky Astronomia?“. Pohledem na data, viz Tab. 4.8, zjistíme, že nesplňují podmínky dobré aproximace pro použití χ^2 testu (hlavním důvodem je, že nelze slučovat vhodné kategorie). Testování pomocí metody dobré shody není možné použít. Nicméně výsledek dotazníku je natolik průkazný (pozorované četnosti se příliš neliší od očekávaných), že můžeme s klidným svědomím zamítnout nulovou hypotézu, tj. neexistuje statisticky významný počet učitelů, kteří používají při výuce multimediální učební texty dostupné na internetu.

	ANO	NE
Používali Astronomia	3 (5 %)	57 (95 %)

Tab. 4.8: Data pro analýzu čtvrté hypotézy

4.3.5 Hypotéza č. 5

Analýzu této hypotézy provedeme na základě vyhodnocení odpovědí na otázky „Užitečnost úlohy“ a „Zajímavá úloha“ z dotazníku. Tato data jsem zpracoval v aplikaci Excel do tabulky, kterou bylo možné analyzovat pomocí metody dobré shody. Celkem bylo počítáno se 75 odpověďmi.

		Užitečnost úlohy				
		1 (užitečná)	2	3	4	5 (neužitečná)
Zajímavá úloha	1 (bavilo)	12	8	3	1	0
	2	1	12	12	5	0
	3	0	3	4	1	0
	4	1	1	4	4	0
	5 (nebavilo)	0	0	0	1	1

Tab. 4.9: Data pro analýzu páté hypotézy

Před samotnou analýzou bylo nutné provést sloučení několika kategorií, aby byly splněny základní podmínky dobré aproximace. Sloučil jsem postupně kategorie 1–2 a 3–5 u obou otázek.

		Užitečnost úlohy		
		1–2 (užitečná)	3–5 (neužitečná)	Celkem
Zajímavá úloha	1–2 (bavilo)	33	22	55
	3–5 (nebavilo)	5	15	20
	Celkem	38	37	75

Tab. 4.10: Data pro analýzu páté hypotézy po sloučení kategorií

Pro zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$ a počet stupňů volnosti $k = 1$ vychází kritická hodnota χ^2 distribucí 3,841. Kritická hodnota byla překročena ($7,188 < 3,841$), a proto zamítáme nulovou hypotézu, existuje statisticky významný počet žáků, pro které jsou úlohy využívající katalogy astronomických objektů zajímavé a užitečné.

Z Tab. 4.10 plyne, že účastníky vypracovávání úlohy bavilo, téměř 75 % uvedlo kladnou odpověď, přičemž průměrnou hodnotu 3 jsem již považoval ve významu „nebavilo“. U užitečnosti není výsledek natolik přesvědčivý, zde zhruba polovina účastníků považovala úlohu za užitečnou, druhá polovina nikoliv. Závěrem je možné konstatovat, že je určité pro autora pracovních listů příjemné zjištění, pokud existuje souvislost mezi užitečností a zajímavostí úlohy.

5 Pracovní úlohy

„Kdo chce sledovat pomocí číselných výpočtů charakter pohybů a oběhů, říkám, nezíská nic.“

Mikuláš Koperník, český astronom a matematik

Staré čínské přísloví praví: *„Řekni mi a já zapomenu, ukaž mi a já si zapamatuji, nech mne to udělat a já to pochopím.“* Pro zlepšení motivace žáků je vhodné vytvořit samostatné úlohy a plně se nabízí využití katalogů astronomických objektů, kde mohou žáci smysluplně pracovat s výpočetní technikou. Před samotným vytvářením úloh jsem si stanovil základní kritéria, která chci úlohami dosáhnout. Úloha musí smysluplně využívat data z katalogů astronomických objektů a měla by rozvíjet základní kompetence žáků. Měla by obsahovat praktickou činnost žáků, díky ní lze splnit další kritéria – atraktivnost a užitečnost. Výhodou úlohy bude samostatná použitelnost a budování mezipředmětových vztahů.

Pracovní listy kromě postupu obsahují i velké množství zvědavých otázek, které prohlubují znalosti žáků a pro učitele představují velmi cennou zpětnou vazbu. Díky ní může učitel přizpůsobit další výklad látky a upravit výuku aktuálním potřebám žáků.

Podle Macháčkovy (2004) učebnice Astrofyziky se žáci středních škol seznámí s následujícími pojmy a oblastmi astronomie: pohyby planet na obloze, hvězdná obloha, souhvězdí, otáčení hvězdné oblohy, viditelnost planet, hvězdná astronomie, charakteristiky hvězd – hvězdná velikost, paralaxa, vzdálenost hvězd, parsek, spektrum, HR diagram, typy hvězd, konečná stádia hvězd, které si mohou žáci procvičit a osvojit v připravených pracovních listech. Učebnice má mnohem větší rozsah, než jaký se dá vykládat během hodin fyziky věnovaných astrofyzice.

V Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (2007) se konkrétní zmínka o astronomii a astrofyzice bohužel neobjevuje. S ohledem na témata související s katalogy astronomických objektů se žáci středních škol mají ve fyzice seznámit se soustavou fyzikálních veličin a jednotek (soustava jednotek SI), v matematice s logaritmickými funkcemi, v informatice s tabulkovými kalkulátory a v geografii s tabulkami. V Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (2005) najdeme ve fyzice zmínku o vesmíru, kdy žáky čekají témata sluneční soustava (hlavní složky) a hvězdy (jejich složení). Očekávaným výstupem je odlišení hvězdy od planety na základě jejich vlastností.

5.1 Vytvoření a otestování pracovních listů

Na základě výše uvedených skutečností jsem vytvořil dvě praktické úlohy, které vycházejí z katalogů hvězd. Jedná se o úlohu hledání nejjasnějších hvězd (podrobné zadání je uvedeno v kapitole 5.3) a sestavení HR diagramu (podrobné zadání je uvedeno v kapitole 5.4). Pro obě úlohy jsem vytvořil pracovní listy pro žáka (viz příloha, kde jsou uvedeny PDF soubory pro okamžité vytisknutí a použití ve výuce). Těmito úlohami jsem chtěl ověřit stanovené hypotézy, viz kapitola 4.

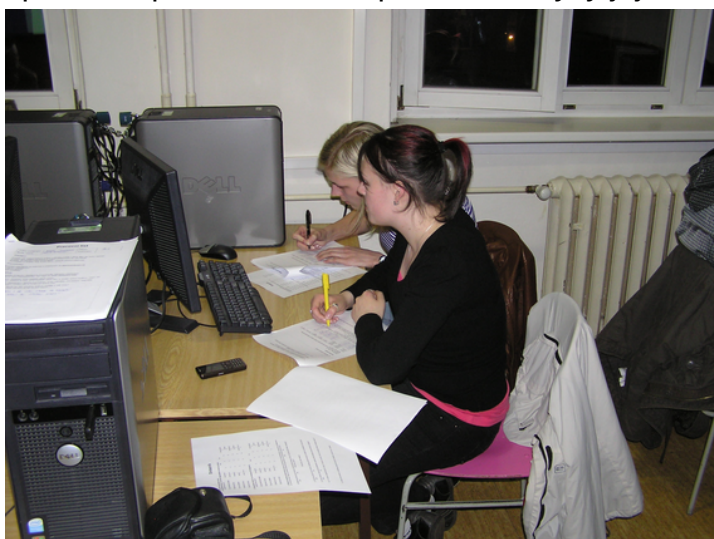
Pracovní úlohy jsem otestoval na vzorku žáků a studentů. První verzi pracovních listů jsem vyzkoušel na žácích středních škol. Pro úspěšné řešitele školního kola astronomické olympiády (kategorie CD, takže první či druhý ročník střední školy nebo odpovídající ročník víceletého gymnázia) jsem zorganizoval celodenní soustředění konané 7. března 2011 na půdě Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Celkem se soustředění účastnilo 25 žáků z Plzeňského či Karlovarského kraje,

přičemž se jednalo o žáky, u kterých jsem předpokládal vyšší astronomické znalosti, než jsou u běžné populace.



Obr. 5.1: Soustředění účastníků astronomické olympiády, březen 2011, Plzeň (foto autora)

Na základě statisticky nízké účasti a z důvodu možného zkreslení s ohledem na možné znalosti žáků jsem nechtěl činit žádné závěry nebo přijímat stanoviska, a proto jsem se rozhodl rozšířit počet testovaných osob. Jako nejvýhodnější se ukázalo využít studenty vysoké školy, čímž jsem nemusel zasahovat do výuky na středních školách a gymnáziích. Využil jsem obecných předmětů, kde je vyšší předpoklad různorodého zastoupení populace. Jako vhodné se ukázaly předměty Astronomie pro každého (AAO) a Astronomie a internet (AI). Zde jsem na každé hodině vybral dobrovolníky, kteří se chtěli zúčastnit testování. Celkem jsem měl studenty dvakrát, přičemž při každé dvouhodinovce došlo k realizaci jedné praktické úlohy včetně teoretického úvodu uvedeného v kapitole 5.2. Po otestování obou úloh jsem na další dvouhodině provedl rozbor pracovních úloh a prozradil studentům správné výsledky a provedl zpětnou vazbu v podobě analýzy jejich odpovědí.



Obr. 5.2: Účastníci z řad studentů na vysoké škole, březen 2011, Plzeň (foto autora)

Na vysoké škole (Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni) jsem uskutečnil následující testování:

Datum	Předmět	Téma pracovního listu	Počet studentů
17. 3. 2011	AAO	hledání hvězd	16
23. 3. 2011	AI	hledání hvězd	2
24. 3. 2011	AAO	sestrojení HRD	7
29. 3. 2011	AAO	hledání hvězd	20
30. 3. 2011	AI	sestrojení HRD	2
6. 4. 2011	AAO	sestrojení HRD	6

Celkem se testování na vysoké škole zúčastnilo 53 studentů, více viz kapitoly 5.5 a 5.6, kde jsou vyhodnoceny pracovní listy účastníků testování, a dotazník, který jsem každému zúčastněnému ke konci hodiny dal k dobrovolnému vyplnění.



Obr. 5.3: Sestrojení HR diagramů, duben 2011, Plzeň (foto autora)

Podařilo se mi také otestovat učitele fyziky v rámci Astronomického semináře pro učitele fyziky konaného na Hvězdárně v Rokycanech dne 8. dubna 2011. Tyto výsledky jsem ovšem do hodnocení nezahrnoval, protože byly silně zkreslené malou časovou dotací, kterou měli učitelé při vykonávání praktických úloh k dispozici. Celkem se jednalo o deset učitelů.



Obr. 5.4: Učitelé fyziky při praktické činnosti, duben 2011, Rokycany (foto autora)

Zatím posledním místem, kde jsem použil připravené pracovní listy, bylo výběrové soustředění astronomické olympiády konaném v polovině června 2011 na Valašské královské observatoři ve Valašském Meziříčí, kterého se účastnili nejlepší finalisté (zhruba 15 žáků, z nichž byli vybráni reprezentanti ČR na XVI. Mezinárodní astronomickou olympiádu konanou v září 2011 v Kazachstánu) z kategorií CD a EF (poslední ročníky základní školy a první ročníky střední školy). Jednalo se spíše o neformální diskuzi nad hledáním řešení obou úloh při omezených časových možnostech a bez výpočetní techniky pro většinu účastníků. Z těchto důvodů jsem toto testování nezahrnul do analýzy výsledků.



Obr. 5.5: Výběrové soustředění astronomické olympiády, červen 2011, Valašské Meziříčí (foto J. Kožuško)

V průběhu testování jsem na základě dílčích výsledků pracovní listy postupně upravoval a vylepšoval, více viz kapitoly 5.3.5 a 5.4.5. Pro své potřeby během testování úloh a hlavně pro potřeby učitelů, kteří by si praktické úlohy chtěli vyzkoušet se svými žáky, jsem vytvořil metodické listy pro učitele, které obsahují správné řešení a další doplňující informace potřebné pro zdárné a efektivní provedení úloh.

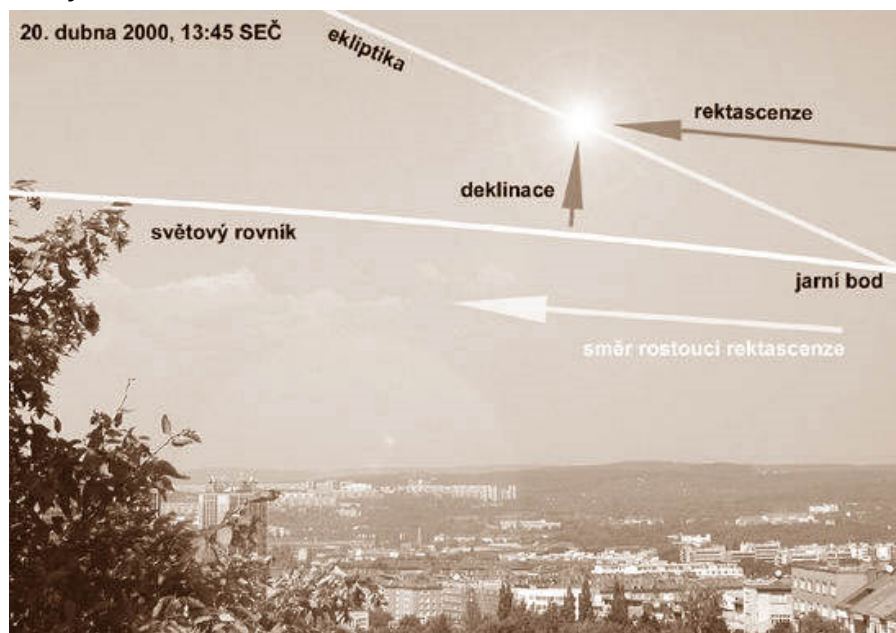
5.2 Teoretický základ z astronomie před projektem

U každého astronomického objektu (v našem případě uvažujeme hvězdu) můžeme uvést základní charakteristiky – poloha (rektascenze, deklinace), zdánlivá hvězdná velikost, paralaxa, vlastní pohyb, spektrum a další. Tyto hodnoty bývají zaznamenány v katalozích, např. Hipparcos, který obsahuje téměř 120 000 hvězd s přesností jedné tisíciný úhlové vteřiny. Astrometrická data byla získána sondou Hipparcos (High Precision Parallax Collecting Satellite) v letech 1989 až 1993, přičemž katalog byl zveřejněn až v roce 1997. Pro některé hvězdy (např. Slunce) lze využít Glieseho katalog, který obsahuje informace o hvězdách do vzdálenosti 25 parseků. Oba tyto katalogy jsou k dispozici na stránkách Astronomia. Nejaktuálnější informace o objektech nalezneme v astronomické databázi SIMBAD, na stránkách Astronomia se nachází část věnovaná hvězdám z katalogu Hipparcos, přičemž dochází k pravidelné aktualizaci údajů z francouzské databáze.

5.2.1 Rektascenze a deklinace

Polohu objektu na obloze definují souřadnice, u hvězd se používají rovníkové souřadnice II. druhu – rektascenze a deklinace. Tato souřadná síť se otáčí zdánlivě

spolu s oblohou. Deklinace je obdobou úhlové výšky, měří se ale od světového rovníku, roviny kolmé k zemské ose. Rektascenze je obdobou azimutu, avšak s opačným směrem, doleva. Počátkem je průsečík světového rovníku a ekliptiky v souhvězdí Ryb, jarní bod. Z historických důvodů se rektascenze i nyní vyjadřuje v časově-úhlových hodinách, $1\text{ h} = 15^\circ$.



Obr. 5.6: Rektascenze a deklinace na obloze
(Zdroj: <http://navod.hvezdarna.cz/navod/rady3.htm>)

5.2.2 Hvězdná velikost

Rozdělení hvězd podle jasností do šesti tříd provedl intuitivně již Hipparchos. Z tohoto rozdělení v roce 1854 vyšel Pogson a vytvořil matematický předpis pro obecnou jednotku jasnosti. Tato jednotka vychází z Weber-Fechnerova psychofyzikálního zákona, který říká, že mění-li se fyzikální podněty působící na naše smysly řadou geometrickou, vnímáme jejich změnu řadou aritmetickou. Hvězdná velikost je proto logaritmická jednotka, u které platí, že 1 mag rozdílu jasnosti odpovídá jasnostem v poměru 2,512:1 (Pogsonův poměr). Tento poměr byl zvolen tak, že hvězdy lišící se o 5 mag mají vzájemný poměr jasností 1:100, čímž se zhruba dodržuje starověký význam hvězdné velikosti. Je třeba upozornit, že v souladu s tímto historickým významem znamená vyšší hvězdná velikost nižší jasnost hvězdy.



Obr. 5.7: Zdánlivá hvězdná velikost některých objektů

5.2.3 Paralaxa

Paralaxa (míra vzdálenosti) je úhel, o který se na obloze nebeské těleso posune, je-li pozorováno z krajních bodů vhodně zvolené základny (např. poloměr oběžné dráhy Země). Vzdálenost, ze které by poloměr oběžné dráhy Země byl kolmo

k zornému paprsku vidět pod úhlem $1''$, je 1 parsek (pc). Platí následující převod: $1 \text{ pc} = 30,9 \cdot 10^{12} \text{ km} = 3,27 \text{ l. y.}$ (světelný rok, light year).

Je zřejmé, že kromě skutečné svítivosti hvězdy, dané jejími fyzikálními vlastnostmi, má na hodnotu hvězdné velikosti vliv také její vzdálenost od Země. Proto se kromě zdánlivé (nesprávně relativní) hvězdné velikosti m zavádí také absolutní hvězdná velikost M , která uvádí hvězdnou velikost hvězdy, kterou by měla, pokud by byla ve vzdálenosti deset parseků. Platí, že

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)],$$

kde r je skutečná vzdálenost hvězdy.

5.2.4 Spektrální třída

Spektrum je záření rozložené na jednotlivé barvy podle vlnových délek. Nejznámější je sluneční spektrum, říkáme mu někdy také kontinuum. To odpovídá zhruba křivkám podle Planckova vyzařovacího zákona. Spojité spektrum vzniká ve hvězdách ve stlačeném plazmatu a je přerušeno tmavými čarami. Jsou to tzv. Fraunhoferovy absorpční čáry. Ty vznikají při průchodu světla chladnějším a méně stlačeným plazmatem v atmosféře hvězdy. Atomy chladnějšího plynu pohlcují záření přicházející ze spodních teplejších vrstev (jsou ionizovány). Děje se tak pouze na některých vlnových délkách podle toho, z jakého plazma je atmosféra tvořena. Protože atomů je mnoho, projeví se to na spojitým pozadí tmavou čarou. Ta signalizuje přítomnost toho kterého prvku v atmosféře hvězdy. Jestliže dochází k rekombinaci atomů (návrat do základního stavu), dochází také k vyzařování fotonu určité vlnové délky, což se projeví jasnou emisní čarou. Emisní čáry se vyskytují na stejných místech spektra jako čáry absorpční.

Podle typu spektra rozdělujeme 99 % hvězd do spektrálních tříd (podle klesající teploty – Harvardská klasifikace):

O	B	A	F	G	K	M
modrá	modrobílá	bílá	žlutavě bílá	žlutá	oranžová	červená

Pro zapamatování jednotlivých písmen ve správném pořadí, existují říkanky.

Anglická verze zní: "Oh, Be A Fine Girl/Guy, Kiss Me." A česká vypadá následovně „Ó Bud' Aspoň Frajere Galantní Ke Mně.“

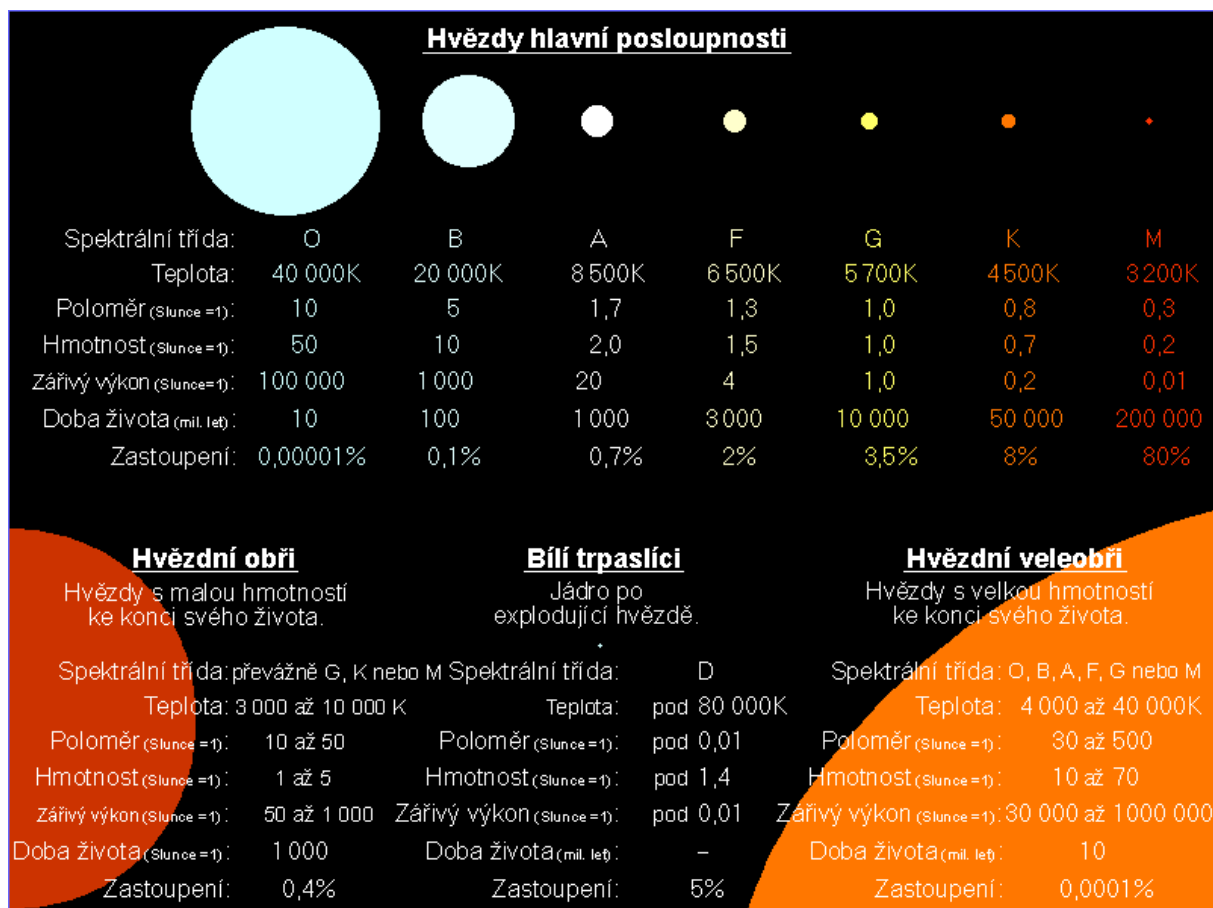
Zbýlé 1 % tvoří zvláštní hvězdy, které dělíme do dalších pěti tříd: W – Wolfovy-Rayetovy hvězdy, Q – novy, R a N – uhlíkové hvězdy, S – zirkonové hvězdy. Třída P je rezervována pro plynné mlhoviny.

Základní třídy dále dělíme na deset podskupin označených číslicí 0–9 za písmenem třídy (např. G2). Před označení hvězdy se ještě přidává zkratka pro třídu svítivosti, která se používá k odlišení typu hvězd se stejnou povrchovou teplotou:

sd – podtrpaslík	d – trpaslík	wd – bílý trpaslík
sg – podobr	g – obr	c – veleobr

Yerkeská klasifikace z roku 1943 udává upravené třídy svítivosti:

Ia – nejjasnější nadobří (také veleobří)	Ib – méně jasní nadobří
II – jasní obří	III – normální obří
IV – podobní	V – hvězdy hlavní posloupnosti
VI – podtrpasličí hvězdy	



Obr. 5.8: Porovnání jednotlivých typů hvězd

5.2.5 HR diagram

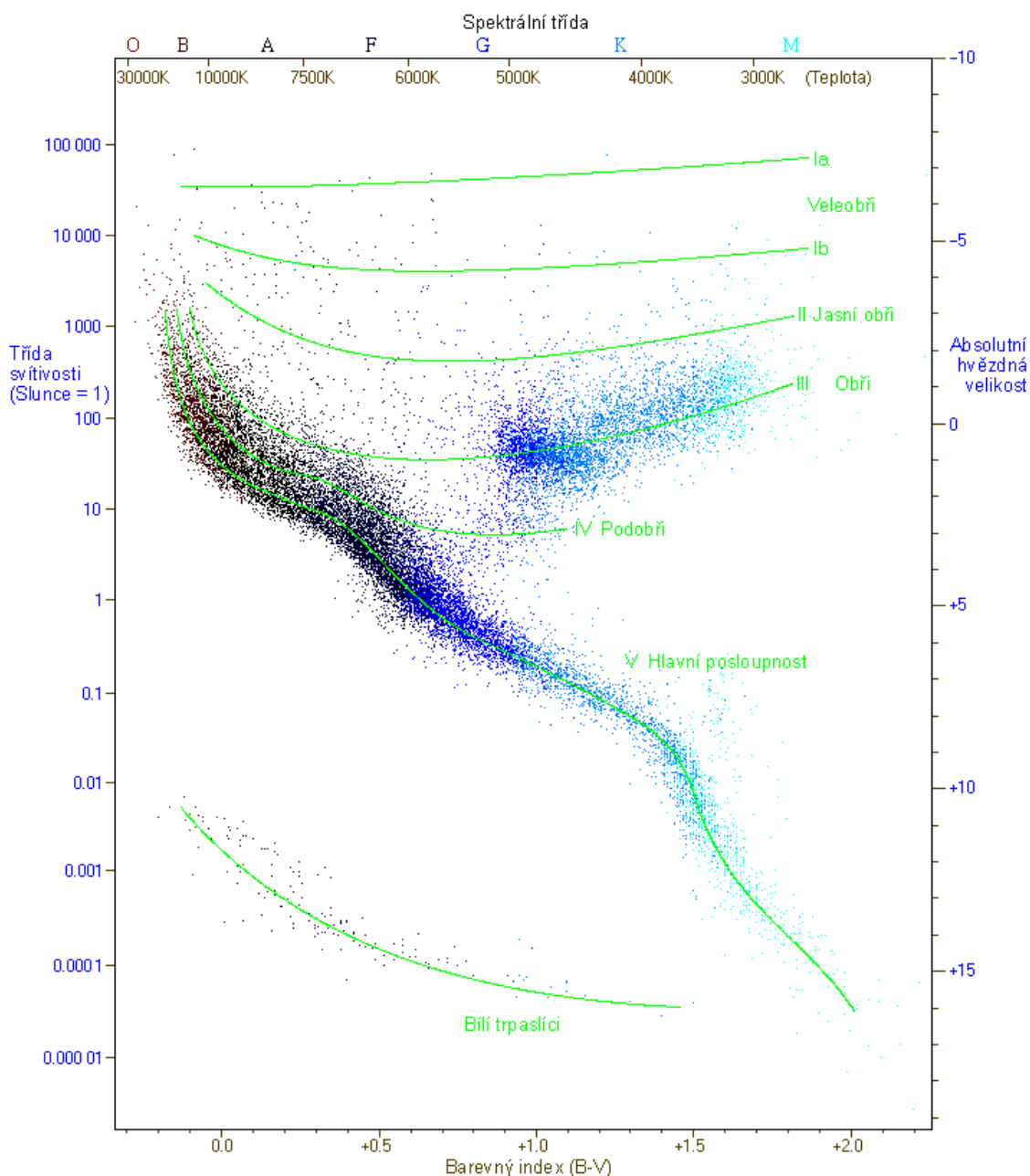
Určitá závislost mezi absolutní hvězdnou velikostí a spektrální třídou hvězd byla nalezena dánským astronomem Ejnarem Hertzsprungem již roku 1905 v tabulkové podobě, viz jeho publikace „Zur Strahlung der Sterne“ v „Zeitschrift für Wissenschaftliche Photographie“. Vynesení do diagramu, jak ho chápeme v současnosti, je dílem amerického astronoma Henryho Russella z roku 1913. Diagram je na počest tohoto důležitého počínu pojmenován po svých objevitelích – Hertzsprungův–Russellův diagram. Říká se mu stavová interpretace HR diagramu, sloužil k určování fyzikálního stavu hvězd.

Je nutné si uvědomit, že u HR diagramu efektivní teplota vynášená na vodorovnou osu neroste zleva doprava, ale klesá, tzn. nejvyšší teplota je vlevo. Jestliže je místo efektivní teploty použito barevného indexu ($B - V$), potom začíná od záporných hodnot (modrá) na levé straně a pokračuje do pozitivních hodnot (červená) na pravé straně. Třetí možností pro vodorovnou osu je použití spektrální třídy.

Na svislou osu je vynášen zářivý výkon hvězdy. Používá se buď poměrné číslo v porovnání s naším Sluncem, nebo absolutní hvězdná velikost M . Při používání absolutní hvězdné velikosti si je nutné uvědomit, že nižší nebo více záporná hodnota znamená hvězdu s vyšším zářivým výkonem. Nejjasnější hvězdy jsou proto v horní části HR diagramu, kde se na svislé ose objevuje nejzápornější hodnota absolutní hvězdné velikosti.

V případě hvězdokup je možné použít pozorovanou hvězdnou velikost m_V . Toto je možné z toho důvodu, že všechny hvězdy ve hvězdokupě jsou ve skutečnosti ve

stejně vzdálenosti a případné změny pozorované hvězdné velikosti odpovídají skutečným rozdílům v zářivém výkonu nebo hmotnosti. Diagram, kde je vynesena pozorovaná hvězdná velikost m_V a barevný index B–V, je také označován jako barevný diagram.



Obr. 5.9: HR diagram sestavený podle dat z katalogů hvězd (Hipparcos a Gliese)

Na vodorovné ose jsou vyneseny spektrální třídy, na svislých osách zářivý výkon a absolutní hvězdná velikost. Šikmo procházejí diagramem osy velikostí hvězd. Zřetelně jsou viditelné oddělené skupiny hvězd: veleobří, obří, hlavní posloupnost a trpaslíci. Z diagramu je možné vyčíst nejen hmotnosti, teploty apod., ale i stáří hvězd a jejich další vývoj.

Úhlopříčně probíhá diagramem nejnápadnější a nejpočetnější skupina hvězd – hlavní posloupnost. Patří do ní hvězdy, které jsou v nejlepších letech svého života – modří obří, žluté hvězdy typu Slunce a červení trpaslíci. Hvězdy hlavní posloupnosti mění ve svých jádrech vodík na helium. Patří sem asi 90 % všech hvězd. Do větve

obru se hvězda dostane, když spálí vodík, zvětší svůj objem, přitom klesne její povrchová teplota, ale zvýší se zářivý výkon. Do větve trpaslíků se hvězdy dostanou, když končí svůj život, podobně jako některé hvězdy končí svůj život ve větvi veleobrů. Zde hrají velkou roli počáteční podmínky při vzniku hvězdy.

5.3 Pracovní list: hledání nejjasnějších hvězd

Položme si na první pohled velmi jednoduchou otázku: najdete určitý počet nejjasnějších hvězd, které jsou na daném místě v daném čase vidět na noční obloze. Bez použití katalogu hvězd a počítačového planetária (nebo otočné mapy hvězdné oblohy) je řešení tohoto úkolu prakticky nemožné. S žáky nebo studenty lze i tak provést rozbor dalších možností (variant), předložit otázku formou problémové úlohy a až později rozdat pracovní listy. Žáci totiž mohou konfrontovat svůj názor s řešením uvedeným v pracovním listu.

Postup je zaznamenán v pracovním listu žáka a výsledky s doplňujícími informacemi lze najít v metodickém listu učitele. S výsledným seznamem hvězd je možné nadále pracovat. Můžeme určit, o jaké typy hvězd se jedná, v jaké se nacházejí vzdálenosti, případně vypočítat období jejich nejlepší pozorovatelnosti (studenti tak aplikují znalosti o pojmech hvězdný čas a rektascenze).

Úloha obsahuje velmi jednoduchou zpětnou vazbu, která žákům pomůže při kontrole správnosti výsledků. Při malém počtu hvězd si mohou žáci nalézt seznam nejjasnějších hvězd v počítačovém planetáriu. Úloha svou poslední otázkou plynule navazuje na druhou úlohu (sestrojení HR diagramu).

5.3.1 Předpokládaný přínos pro žáky

Žáci vytvářejí hypotézy, jak určit nejjasnější hvězdy v daném místě v daný čas.

Žáci se naučí hledat informace na internetu a usuzují nad jejich správností.

Žáci se naučí pracovat s programem Stellarium a zpracovávat data v aplikaci Excel.

Žáci aplikují znalosti o pojmech hvězdný čas a rektascenze při počítání viditelnosti objektu na obloze.

5.3.2 Cíle

Žák se seznámí s pojmy hvězdná velikost, spektrální třída, paralaxa, hvězdný čas, rektascenze, hvězda hlavní posloupnosti, červený obr, bílý trpaslík.

Žák si prohloubí znalosti pojmu souhvězdí.

Žák se naučí používat aplikaci Excel pro zpracování dat, jejich třídění.

Žák se naučí spojovat textové soubory v jeden soubor.

Žák vyhledává a třídí informace a na základě jejich pochopení, propojení a systematizaci je efektivně využívá v procesu učení, tvůrčích činnostech a praktickém životě.

Žák samostatně pracuje a experimentuje, získané výsledky porovnává, kriticky posuzuje a vyvozuje z nich závěry pro využití v budoucnosti.

5.3.3 Zadání

Určete pět nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den a čas na noční obloze.

O jaké typy hvězd se jedná a v jaké vzdálenosti se nacházejí?

Určete, do jakého patří souhvězdí.

Spočítejte a ověřte, kdy bude jejich nejlepší pozorovatelnost.

Postup

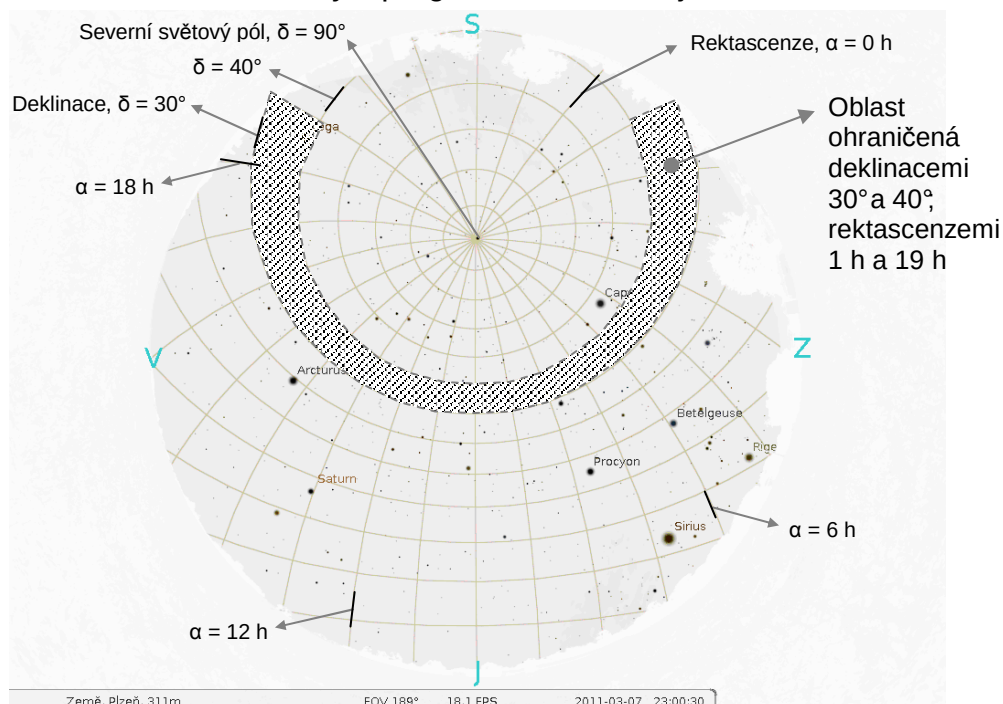
1. Spustíte program Stellarium a provedíte základní nastavení (pokud není nainstalován, lze najít na www.stellarium.org)

V menu „Poloha“ (F6) zadejte dané místo.

V menu „Datum a čas“ (F5) zadejte daný datum a čas.

V menu „Nastavení oblohy a pohledu“ (F4), záložka „Označení“ zapněte Ekvatoreální mřížku (E) a Světové strany (Q).

2. Zvolte zobrazení noční oblohy v programu Stellarium jako na obr. 1



Obr. 1: Zobrazení oblohy v programu Stellarium s vyznačením oblasti (obrázek je v negativu)

Otázka: Bude se lišit situace, pokud zadáte o rok více?
Jaká situace bude za půl roku? Zdůvodněte.

3. Zjistěte, jaké části (oblasti dané souřadnicovou sítí z obr. 1) noční oblohy jsou nad obzorem a do přiložené tabulky запиšte rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

Deklinace		Rektascenze (zaokrouhlete na celé hodiny)				Jméno souboru
od	do	od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0		24		data1.csv
30	40					data2.csv
						data3.csv
						data4.csv
						data5.csv
						data6.csv
						data7.csv
						data8.csv
						data9.csv

Tab. 1: Deklinace a rektascenze nad obzorem odečtené z obr. 1

Otázka: Jaký je převodní poměr mezi stupni a hodinami u rektascenze?

4. Pro jednotlivé oblasti z bodu 3 (tab. 1) zjistěte seznam deseti nejjasnějších hvězd. Použijte Rozšířené vyhledávání katalogu HIPPARCOS na adrese astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/138-katalog-hipparcos

KATALOG HIPPARCOS

Rozšířené vyhledávání

Zobrazit	Seřadit	Sloupec	Omezení	Vysvětlení
☐	☐	HIP	od do	Identifikátor (číslo HIP) (H1)
☐	☐	Souhvězdí		Souhvězdí (zkratka, český, latinský název)
☒	☒	Vmag	od do	mag Johnsonova hvězdná velikost V (H5)
☒	☐	RAdeg	od do	Rektascenze α ve ° (J1991.25) (H8)
☒	☐	DEdeg	od do	Deklinace δ ve ° (J1991.25) (H9)
☒	☐	Plx	od do	mas Trigonometrická paralaxa (H11)
☒	☐	pmRA	od do	mas/r Vlastní pohyb v RA μ s. cos(δ), ICRS (H12)
☒	☐	pmDE	od do	mas/r Vlastní pohyb v RA μ s, ICRS (H13)
☒	☐	B-V	od do	mag Johnsonův barevný index B-V (H37)
☒	☐	HD	od do	HD číslo III/135 (H71)
☒	☐	SpTyp		Spektrální typ (H76)

☐ všechny

Počet záznamů
 Řazení ☐ + ☐ -

Formát výstupních dat

Obr. 2: Rozšířené vyhledávání katalogu HIPPARCOS se zvýrazněnými oblastmi

Nastavte Seřadit podle Vmag, počet záznamů 10, řazení + (vzestupné) a formát výstupních dat CSV.

Souřadnice z tab. 1 postupně vkládejte do RAdeg (rektascenze ve stupních) a DEdeg (deklinace ve stupních).

Výsledek hledání v podobě CSV souboru ukládejte do zvolené složky, doporučuji volit krátké názvy souborů, např. data1.csv, data2.csv apod.

Otázka: Proč je nutné zvolit vzestupné řazení u hvězdné velikosti, pokud chceme získat seznam nejjasnějších objektů?

5. Jednotlivé soubory spojte v jeden, např. z příkazové řádky pomocí DOS příkazu „copy *.csv výsledek.csv“ a výsledný soubor výsledek.csv otevřete v aplikaci Excel.

V Excelu proveďte seřazení všech dat podle sloupce Vmag vzestupně.

Získáte seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze.

Pět nejjasnějších hvězd napište do tab. 2.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Spektrální třída	Souhvězdí	Viditelnost ***

Tab. 2: Seznam pěti nejjasnějších hvězd

* absolutní hvězdnou velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

*** viditelnost lze spočítat ze znalosti rektascenze daného objektu. Pro okamžik svrchní kulminace platí, že rektascenze se rovná hvězdnému času. Dne 1. ledna 0 h 0 m je hvězdný čas přibližně 6 h 42 m. Sluneční den je delší období než hvězdný den. 24 hvězdných hodin je 23 h 56 m 4 s střední sluneční.

6. U každé hvězdy najděte zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí – doplňte do tab. 2.

Otázka: Zdánlivá hvězdná velikost (Vmag), paralaxa (Plx) a spektrální třída (SpType) jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS. Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Uveďte příklad.

7. U každé hvězdy vypočítejte absolutní hvězdnou velikost M a vzdálenost r .
U každé hvězdy vypočítejte a ověřte období dobré viditelnosti.
Hodnoty lze spočítat v Excelu a výsledek zapište do tab. 2.

Otázka: Co je to absolutní hvězdná velikost?
Jak souvisí absolutní hvězdná velikost a spektrální třída hvězdy?

8. Výsledný (seřazený) soubor se seznamem hvězd uložte jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Sepište protokol a závěr.

Závěr

V závěru popište průběh řešení úlohy, zmiňte problematická místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné navrhnout vylepšení.

5.3.4 Pomůcky

Počítač připojený na internet s přístupem na astronomia.zcu.cz

Program Stellarium

Aplikace Microsoft Office Excel 2003 či novější verzi

Psací potřeby

Limitujícím faktorem může být dostupnost počítačové učebny nebo nedostatek počítačů v učebně. Tento nedostatek lze eliminovat prací žáků nebo studentů ve skupinách. Tato varianta může přinést oživení do hodiny a spolupráce může být přínosná a žádoucí. Účastníkům by se mohla hodit kalkulačka (pro přepočítání hodin na stupně u rektascenze), nicméně do seznamu pomůcek ji záměrně neuvádím, protože lze použít kalkulačku v počítači. Další alternativy by šlo použít u výběru tabulkového procesoru. Zde předpokládám použití aplikace Microsoft Office Excel 2003 či novější verze. Úloha je otestována ve verzích 2003, 2007 a 2010. Použil jsem alternativu v podobě aplikace OpenOffice Calc verze 3.3, která je pro tuto úlohu také použitelná. Další slabá místa a návrhy, jak jim předejít, nebo je řešit, jsou zmíněny v závěru kapitoly 5.3.6.

5.3.5 Postupný vývoj úlohy

Pracovní úloha byla testována na žácích středních škol a studentech vysoké školy (dle školského zákona²⁰ je žákem účastník vzdělávání na základní a střední škole, studentem pak účastník vzdělávání na vyšší odborné a vysoké škole, v tomto textu budu používat souhrnný pojem účastník, pokud bude nutné rozlišit, uvedu konkrétní typ dle školy). Na základě dílčích výsledků testování byla úloha průběžně upravována.

První verze pracovního listu byla rozdělena na 5 částí – zadání a pomůcky (na první straně), postup (na první až poslední straně), vypracování a závěr (na poslední straně).

Obr. 5.10: První verze pracovního listu na hledání nejjasnějších hvězd

Během praktického testování úlohy se ukázalo, že nejproblematictější místem je bod č. 3, vyplnění tabulky oblastí, které se nacházejí na daném místě v daný den nad obzorem. Proto jsem se rozhodl některé hodnoty deklinací vyplnit, a tím účastníkům ulehčit orientaci v tabulce Tab. 1 (v pracovním listu) a zobrazení noční oblohy v programu Stellarium. Dále se ukázalo, že účastníci nevědí, k čemu by mohla sloužit položka Poznámka nacházející se v posledním sloupci tabulky. Lze ji využít pro libovolnou poznámku, např. název souboru, jméno nejjasnější hvězdy dané oblasti odečtené z programu Stellarium apod. Abych účastníkům ulehčil rozhodování, vyplnil jsem u první řádky název souboru, přičemž jsem tím zároveň naznačil, že je vhodné používat krátké názvy souborů. U popisku tabulky Tab. 1 pracovního listu byla chyba na odkaz na obrázek (měl být obr. 1, nikoli obr. 2).

Pro zjednodušení úlohy se předpokládalo, že se budou hodnoty rektascenze zadávat zaokrouhlené na celé hodiny. Tato informace se ovšem v zadání nevyskytovala (a někteří žáci zbytečně odečítali hodnoty rektascenze s přesností na minuty), a proto jsem v další verzi tuto informaci v záhlaví tabulky Tab. 1 uvedl.

²⁰ Zákon č. 561/2004 Sb. o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon), ve znění pozdějších předpisů

3. Zjistěte, jaká část noční oblohy je nad obzorem a do přiložené tabulky zapište rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

Deklinace		Rektascenze (zaokrouhlete na celé hodiny)				Jméno souboru
od	do	od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0		24		data1.csv
20	30					

Tab. 1: Deklinace a rektascenze nad obzorem odečtené z obr. 1

Obr. 5.11: Upravený bod 3 v druhé verzi pracovního listu na straně 2

U bodu 4 jsem zdůraznil, že se rektascenze a deklinace v katalogu zadávají ve stupních. Toto je podstatné zejména u rektascenze, protože účastníci ji odečítají z počítačového planetária v hodinách a musí ji následně převést na stupně. Tomuto požadavku je přizpůsobena tabulka Tab. 1 v pracovním listu.

Nastavte Seřadit podle Vmag, počet záznamů 10, řazení + (vzestupné) a formát výstupních dat CSV.

Položky z tab. 1 postupně vkládejte do RAdeg a DEdeg.

Výsledek hledání v podobě CSV souboru ukládejte do zvolené složky.

Obr. 5.12: Původní verze textu v bodu 4

Nastavte Seřadit podle Vmag, počet záznamů 10, řazení + (vzestupné) a formát výstupních dat CSV.

Souřadnice z tab. 1 postupně vkládejte do RAdeg a DEdeg (ve stupních).

Výsledek hledání v podobě CSV souboru ukládejte do zvolené složky, doporučuji volit krátké názvy souborů, např. data1.csv, data2.csv apod.

Obr. 5.13: Upravená verze textu v bodu 4

Účastníci již (z pochopitelných důvodů, jednalo se zhruba o ročník narození 1989 a mladší, takže jejich operačním prostředím byly s největší pravděpodobností Windows) neznají prostředí MS DOS, a proto jim nic neříkají příkazy zadávané na příkazové řádce. Příkaz copy však lze použít pro velmi jednoduché a efektivní sloučení několika textových souborů v jeden textový soubor. Text jsem doplnil o informaci, že se jedná o příkaz zadávaný z příkazové řádky, a zdůraznil jsem, jaký výsledný soubor mají žáci otevřít v aplikaci Excel.

5. Jednotlivé soubory spojte v jeden, např. pomocí příkazu

„copy soubor1.csv+soubor2.csv+soubor3.csv soubor.csv“ a výsledný soubor otevřete v programu Excel.

V Excelu proveďte seřazení dat podle sloupce Vmag vzestupně.

Získáte seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze.

Pět nejjasnějších hvězd napište do tabulky 2.

Obr. 5.14: Původní verze textu v bodu 5

5. Jednotlivé soubory spojte v jeden, např. z příkazové řádky pomocí příkazu „copy data1.csv+data2.csv+data3.csv+... vysledek.csv“ a výsledný soubor vysledek.csv otevřete v programu Excel.
V Excelu proveďte seřazení dat podle sloupce Vmag vzestupně.
Získáte seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze.
Pět nejjasnějších hvězd napište do tabulky 2.

Obr. 5.15: Upravená verze textu v bodu 5

Zmateně mohl působit text v otázce v bodu 6, viz Obr. 5.16. Zejména věta „Výše uvedené údaje jsou uvedeny v tabulce“ není jednoznačná, pokud se jedná o „výše uvedené údaje“ a „tabulku“. Z tohoto důvodu jsem větu změnil na „Zdánlivá hvězdná velikost, paralaxa a spektrální třída jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS.“, viz Obr. 5.17.

6. U každé hvězdy najděte zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí.

Otázka: Výše uvedené údaje jsou uvedeny v tabulce.
Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Uveďte příklad.

Obr. 5.16: Původní verze textu u otázky z bodu 6

6. U každé hvězdy najděte zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí.

Otázka: Zdánlivá hvězdná velikost, paralaxa a spektrální třída jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS.
Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Uveďte příklad.

Obr. 5.17: Upravená verze textu u otázky z bodu 6

Během dalšího testování vzešly doplňující úpravy pracovního listu. Ukázalo se, že účastníci procházejí pracovní list postupně a hned otázka v bodu 1 (viz Obr. 5.18) předběhla podstatné nastavení programu Stellarium – zobrazení noční oblohy tak, aby byl viditelný celý obzor najednou, viz Obr. 5.27. Bod 1 obsahuje pouze nastavení programu Stellarium, bod 2 je na první stránce a obsahuje informaci o zobrazení noční oblohy, přičemž otázka, jak se bude lišit situace na obloze, teprve následuje. Pro účastníky je zobrazení celého obzoru výhodné, protože si mohou v programu simulovat různé situace na obloze (jak bude vypadat za půl roku, za rok), a tím i snáze odpovědět na otázky z bodu 2.

1. Spustíte program Stellarium a provedíte základní nastavení (pokud není nainstalován, lze najít na www.stellarium.org)

V menu „Poloha“ (F6) zadejte dané místo.

V menu „Datum a čas“ (F5) zadejte daný den a zvolte noční hodinu, např. 23. hodinu.

V menu „Nastavení oblohy a pohledu“ (F4), záložka „Označení“ zapněte Ekvatoreální mřížku (E) a Světové strany (Q).

Otázka: Bude se lišit situace, pokud zadáte o rok více?
Jaká situace bude za půl roku?

Obr. 5.18: Původní verze textu u otázky z bodu 1

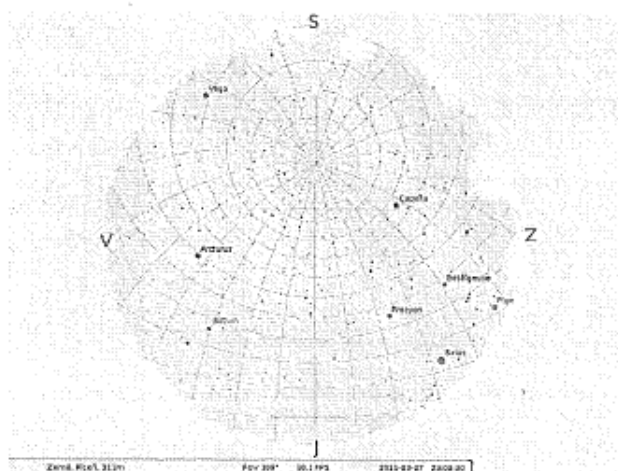
1. Spustíte program Stellarium a provedíte základní nastavení (pokud není nainstalován, lze najít na www.stellarium.org)

V menu „Poloha“ (F6) zadejte dané místo.

V menu „Datum a čas“ (F5) zadejte daný den a zvolte noční hodinu, např. 23 hod.

V menu „Nastavení oblohy a pohledu“ (F4), záložka „Označení“ zapněte Ekvatoreální mřížku (E) a Světové strany (Q).

2. Zvolte zobrazení noční oblohy v programu Stellarium jako na obr. 1



Obr. 1: Zobrazení noční oblohy v programu Stellarium, obrázek je v negativu

Obr. 5.19: Upravená verze textu u bodu 1 a 2

Bod 3 se jevil stále jako problematický, pokusil jsem se text nadále vylepšovat.

3. Zjistěte, jaká část noční oblohy je nad obzorem a do přiložené tabulky запиšte rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

Obr. 5.20: Původní text v bodu 3

3. Zjistěte, jaké části (oblasti dané souřadnicovou sítí) noční oblohy jsou nad obzorem a do přiložené tabulky запиšte rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

Obr. 5.21: Upravený text v bodu 3

Ukázalo se, že si účastníci pracovní list předem nepřečtou. Tím jsem dospěl k závěru, že část Vypracování, která se nacházela na poslední straně, postrádá smysl a informace obsažené v této části jsem rozptýlil do jednotlivých bodů pracovního listu. Šlo zejména o tabulku Tab. 2 z pracovního listu, kterou jsem přemístil do bodu 5, viz Obr. 5.22.

Účastníky mátl zápis logaritmické funkce (v poznámce pod tabulkou Tab. 2), kde jsem zdůrazňoval základ logaritmu. Proto jsem se rozhodl pro zápis bez uvedení základu, ten je stejně implicitně daný zápisem funkce ve tvaru $\log$. Účastníci si občas nevěděli ani rady se závorkami a jejich zápisem v aplikaci Excel (neuvědomovali si, že se v tabulkovém procesoru používají pouze jednoduché závorky, v matematickém zápisu se mohou použít i složené). Další úpravu vzorce pro výpočet absolutní hvězdné velikosti již nepovažuji za nutnou a s ohledem na přesnost matematického zápisu za vhodnou. Body 6 až 8 (viz Obr. 5.23) zůstávají bez větších změn, pouze je zde doplněna informace o vyplnění položek v tabulce Tab. 2.

5. Jednotlivé soubory spojte v jeden, např. z příkazové řádky pomocí DOS příkazu „copy data1.csv+data2.csv+data3.csv+... vysledek.csv“ a výsledný soubor vysledek.csv otevřete v programu Excel.
V Excelu proveďte seřazení všech dat podle sloupce Vmag vzestupně.
Získáte seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze.
Pět nejjasnějších hvězd napište do tab. 2.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Spektrální třída	Souhvězdí	Viditelnost ***

Tab. 2: Seznam pěti nejjasnějších hvězd

- * absolutní hvězdnou velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

- ** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

- *** viditelnost lze spočítat ze znalosti rektascenze daného objektu. Pro okamžik svrchní kulminace platí, že rektascenze se rovná hvězdnému času. Dne 1. ledna 0 h 0 m je hvězdný čas přibližně 6 h 42 m. Sluneční den je delší období než hvězdný den. 24 hvězdných hodin je 23 h 56 m 4 s střední sluneční.

Obr. 5.22: Bod 5 doplněný o tab. 2

6. U každé hvězdy najděte zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí – doplňte do tab. 2.

Otázka: Zdánlivá hvězdná velikost (V_{mag}), paralaxa (Plx) a spektrální třída (SpType) jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS.
Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Uveďte příklad.

7. U každé hvězdy vypočítejte absolutní hvězdnou velikost M a vzdálenost r .
U každé hvězdy vypočítejte a ověřte období dobré viditelnosti.
Hodnoty lze spočítat v Excelu a výsledek zapište do tab. 2.

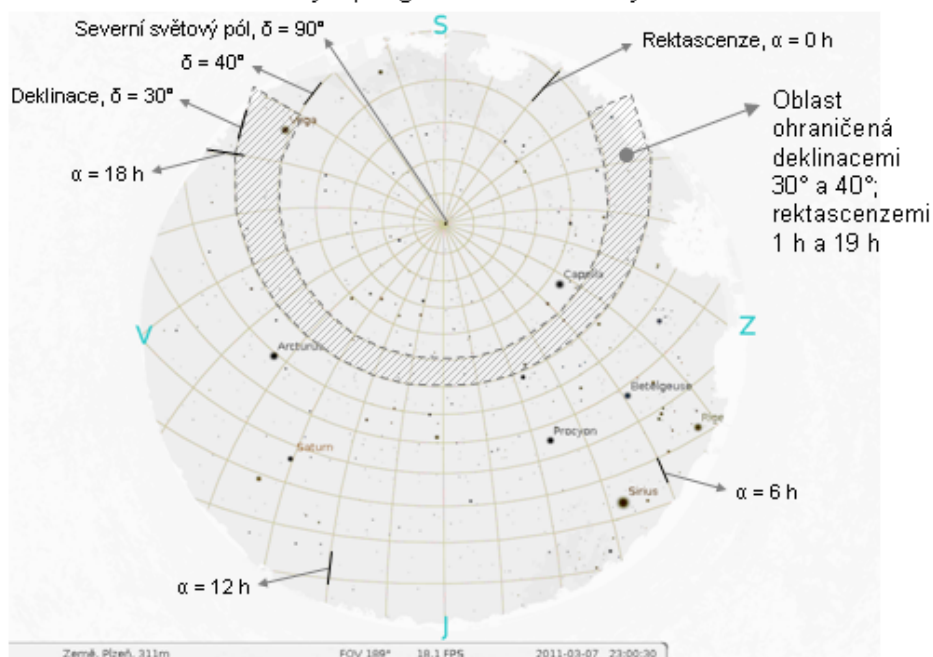
Otázka: Co je to absolutní hvězdná velikost?
Jak souvisí absolutní hvězdná velikost a spektrální třída hvězdy?

8. Výsledný (seřazený) soubor se seznamem hvězd uložte jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Sepište protokol a závěr.

Obr. 5.23: Upravené body 6–8

Další pokus o vylepšení pracovního listu byl inspirován Obr. 5.29, který by mohl přispět ke zlepšení srozumitelnosti vyznačení oblastí na noční obloze daných souřadnicovým systémem. Na obrázku 1 (v pracovním listu) jsem na ukázkou zvýraznil jednu oblast (výseč mezikruží) ohraničenou souřadnicovým systémem a vyznačil jednotlivé souřadnice, které ji vymezují. Na 50° severní šířky lze oblohu nad obzorem rozdělit na jeden kruh a osm výsečí mezikruží.

2. Zvolte zobrazení noční oblohy v programu Stellarium jako na obr. 1



Obr. 1: Zobrazení oblohy v programu Stellarium s vyznačením oblasti (obrázek je v negativu)

Obr. 5.24: Změna obr. 1 na pracovním listě

U bodu 3 došlo k upřesnění textu, doplnění odkazu na obr. 1. U deklinace jsem vyplnil místo hodnot 20–30 hodnoty 30–40. Původně se poslední sloupec jmenoval „Poznámky“, později jsem změnil na lépe vystihující „Jméno souboru“ a v poslední verzi pracovního listu jsem doplnil jména všech souborů. Množství souborů se vztahuje na situaci okolo března, kdy nedojde k přesahu oblastí přes 0 h rektascenze, v tomto případě by bylo souborů více.

3. Zjistěte, jaké části (oblasti dané souřadnicovou sítí z obr. 1) noční oblohy jsou nad obzorem a do přiložené tabulky запиšte rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

Deklinace		Rektascenze (zaokrouhlete na celé hodiny)				Jméno souboru
od	do	od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0		24		data1.csv
30	40					data2.csv
						data3.csv
						data4.csv
						data5.csv
						data6.csv
						data7.csv
						data8.csv
						data9.csv

Tab. 1: Deklinace a rektascenze nad obzorem odečtené z obr. 1

Obr. 5.25: Upravený bod 3 s tab. 1

Text v bodu 4 (původní verze textu na Obr. 5.13) obsahuje v astronomii sice běžně používané zkratky – RA a DE, nicméně účastníkům mohou být z různých důvodů neznámé, krom toho je vhodné se zkratkám obecně vyvarovat. Proto jsem text doplnil o význam zkratk, tzn. RAdeg (rektascenze ve stupních) a DEdeg (deklinace ve stupních).

Nastavte Seřadit podle Vmag, počet záznamů 10, řazení + (vzestupné) a formát výstupních dat CSV.
 Souřadnice z tab. 1 postupně vkládejte do RAdeg (rektascenze ve stupních) a DEdeg (deklinace ve stupních).
 Výsledek hledání v podobě CSV souboru ukládejte do zvolené složky, doporučuji volit krátké názvy souborů, např. data1.csv, data2.csv apod.

Obr. 5.26: Upravený text u bodu 4, doplněný o význam zkratk

5.3.6 Metodické informace k úloze

- 1) Žáci spustí program Stellarium (pokud není program nainstalován, lze najít na www.stellarium.org/cs/) a provedou základní nastavení (níže uvedené zkratky a názvy menu a záložek jsou platné pro verzi 0.10.6, v jiných verzích se může mírně lišit). Je vhodné, pokud jsou žáci s tímto programem seznámeni a umějí jej používat před tím, než řeší praktickou úlohu.

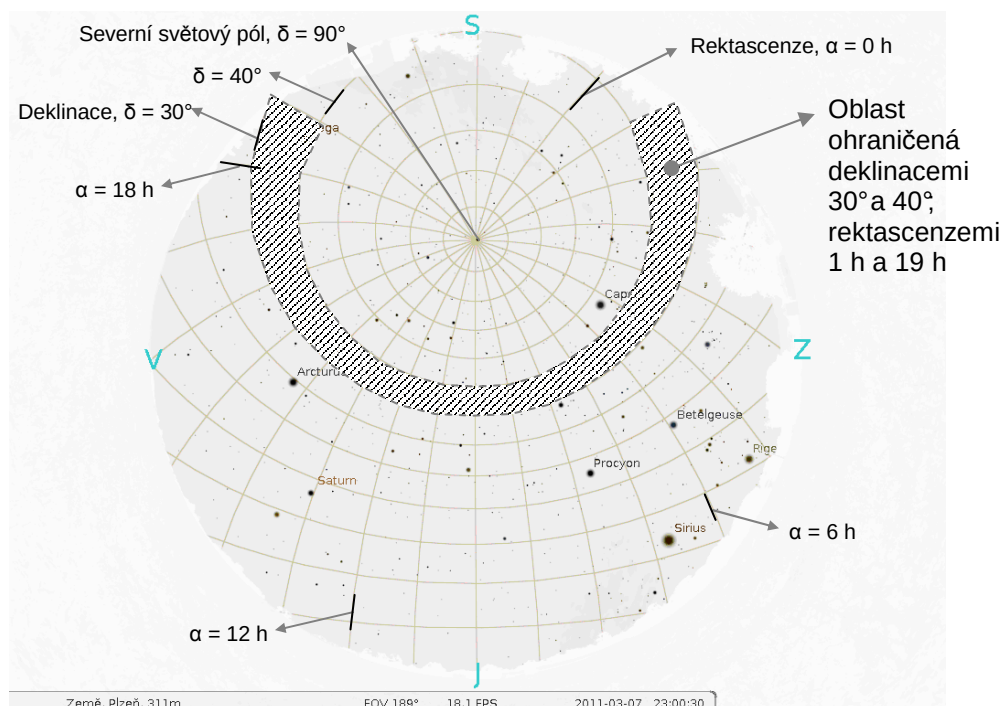
V menu „Poloha“ (F6) zadají dané místo, lze zvolit z přednastavených měst nebo zadat zeměpisné souřadnice místa.

V menu „Datum a čas“ (F5) zadají daný den a zvolí noční hodinu (např. 23 hod.).

V menu „Nastavení oblohy a pohledu“ (F4), záložka „Označení“ zapnou Ekvatoreální mřížku (E) a Světové strany (Q).

Program se ukončí stiskem Ctrl+Q.

- 2) Žáci zvolí zobrazení noční oblohy v programu Stellarium podle Obr. 5.27. Toto zobrazení je vhodné z důvodu zobrazení celého horizontu na jednom obrázku. Lze snadno určit oblasti ohraničené ekvatoreálními (rovníkovými) souřadnicemi, které se nacházejí nad obzorem.



Obr. 5.27: Zobrazení noční oblohy v programu Stellarium s vyznačením oblasti, obrázek je v negativu, toto zobrazení je platné pro březen

Aby si žáci lépe uvědomili zdánlivou proměnlivost noční oblohy, je tento bod doplněn o otázku, která se žáků ptá na polohu hvězd na obloze v různém ročním období.

*Otázka: Bude se lišit situace, pokud zadáte o rok více?
Jaká situace bude za půl roku?*

Pokud zadáme o rok více a uvažujeme pouze hvězdy, situace na obloze se nezmění. Země se totiž dostane na své oběžné trajektorii do stejného místa a noční obloha bude stejná jako před rokem. Planety se samozřejmě nacházejí na jiných místech z důvodu různých oběžných dob, změnu jejich polohy neuvažujeme, není pro tento případ podstatná.

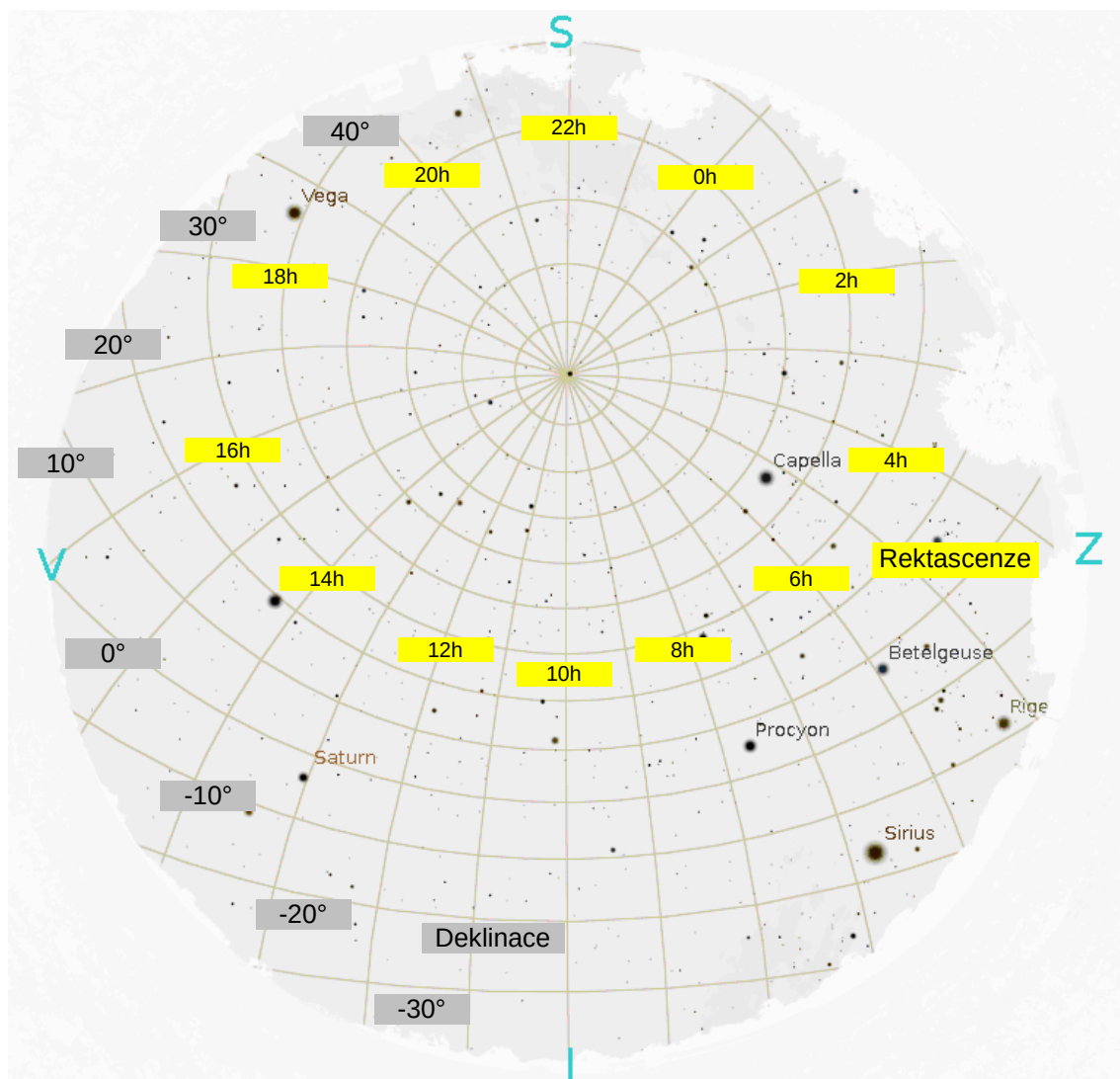
Za půl roku bude situace naprosto odlišná, Země bude v jiné části své oběžné trajektorie, budeme se v noci dívat jiným směrem a noční obloha se bude zásadně lišit.

Situace se může zdánlivě lišit i jasností noční oblohy, případně osvětlením okolního terénu. To je způsobené výskytem Měsíce v různých fázích nad obzorem a žáci by si měli tento vliv uvědomit.

- 3) Žáci zjistí, jaké části (oblasti dané souřadnicovou sítí) noční oblohy jsou nad obzorem a do přiložené tabulky zapíší rovníkové souřadnice (rektascenze, deklinace) jednotlivých oblastí.

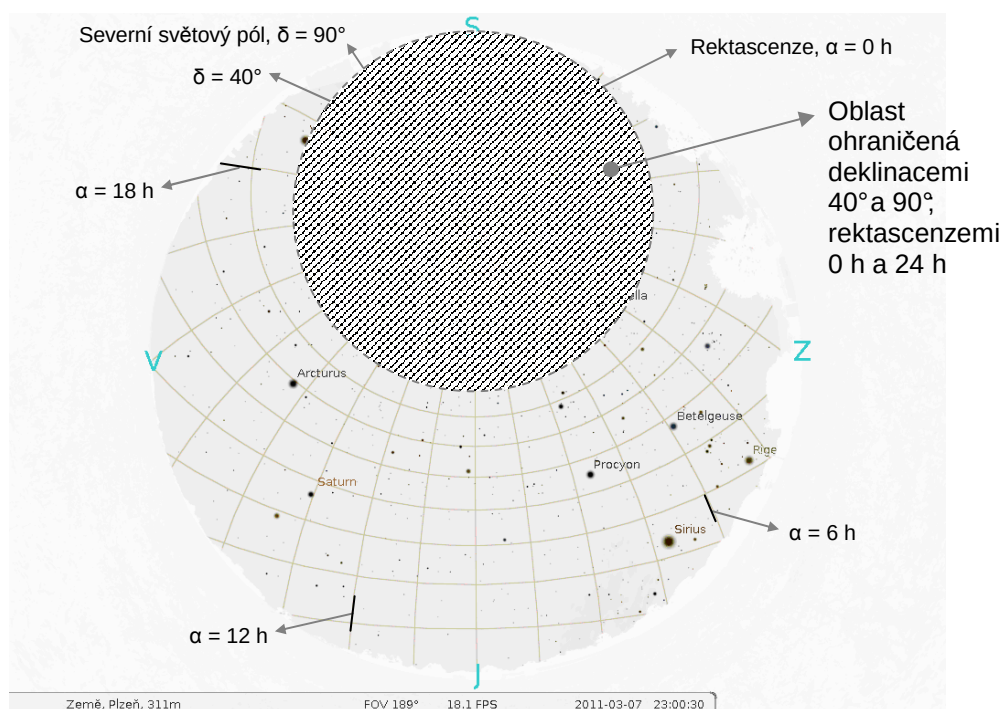
Nejdříve si mohou popsat Obr. 5.27 (v počítači nebo na papíře) tak, aby bylo možné lépe odečítat jednotlivé souřadnice.

Žákům lze promítnout Obr. 5.29 a pak Obr. 5.27, které mohou napomoci lepšímu porozumění tohoto bodu. Z výsledků testování (viz dále) se ukázalo, že tento bod je nejproblematictější a většinou vyžaduje další vysvětlení.



Obr. 5.28: Doplněné ekvatorální souřadnice – rektascenze a deklinace

Při ukázce Obr. 5.29 lze žákům zmínit existenci cirkumpolárních (obtočnových) objektů. Jedná se o objekty, které nikdy nezapadají pod obzor, typickým příkladem hvězdy pro severní polokouli je Polárka, v Evropě patří mezi cirkumpolární souhvězdí např. Malý medvěd, Velká medvědice nebo Cassiopea. Cirkumpolární jsou takové hvězdy a souhvězdí, které leží blízko nebeských pólů. O které jde konkrétně, závisí na poloze pozorovatele (na jeho zeměpisné šířce). Úhlová vzdálenost hvězdy musí být menší než 90° minus zeměpisná šířka pozorovatele. U souhvězdí platí, že je cirkumpolární tehdy, když žádná jeho část nezapadá.



Obr. 5.29: Zobrazení první oblasti

Následuje ukázka další oblasti (v tomto případě se již nejedná o kruh, ale o výseč mezikruží) dle Obr. 5.27. Jedná se o druhý řádek v Tab. 5.1. Další výseče mezikruží se tvoří a jejich souřadnice odečítají analogicky.

Deklinace		Rektascenze (zaokrouhlete na celé hodiny)				Jméno souboru
od	do	od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0	0	24	360	data1.csv
30	40	1	15	19	285	data2.csv
20	30	2	30	18	270	data3.csv
10	20	3	45	17	255	data4.csv
0	10	4	60	16	240	data5.csv
-10	0	5	75	15	225	data6.csv
-20	-10	6	90	14	210	data7.csv
-30	-20	7	105	13	195	data8.csv
-40	-30	8	120	12	180	data9.csv

Tab. 5.1: Deklinace a rektascenze nad obzorem odečtené z Obr. 5.28

Otázka: Jaký je převodní poměr mezi stupni a hodinami u rektascenze?

Nebeský ekvivalent zeměpisné délky se nazývá rektascenze, zkratka RA. Rektascenze je souřadnice, která udává úhel mezi rovinou deklinační kružnice hvězdy (objektu) a rovinou deklinační kružnice procházející jarním bodem. Jarní bod je průsečík ekliptiky (průmět roviny oběžné dráhy Země kolem Slunce na nebeskou sféru) se světovým rovníkem v souhvězdí Ryb. Stejně jako čáry zeměpisné délky jsou od sebe i čáry rektascenze posunuté rovnoměrně o 15°. Čáry rektascenze jsou zároveň měřítkem času. Každá z nich je totiž posunutá o jednu hodinu od sousední. Protože se Země otočí okolo své osy za 24 hodin, je

jich celkem 24. Ve výsledku je rektascenze uváděná v jednotkách času. Převodní poměr je $360^\circ = 24 \text{ h}$, a z toho plyne, že $1 \text{ h} = 15^\circ$.

- 4) Žáci pro jednotlivé oblasti z bodu 3 (Tab. 5.1) zjistí seznam 10 nejjasnějších hvězd, přičemž použijí Rozšířené vyhledávání katalogu HIPPARCOS na stránce Astronomia – Hvězdy – Katalog Hipparcos – Rozšířené vyhledávání, dostupné na přímé adrese astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/138-katalog-hipparcos.

KATALOG HIPPARCOS

Rozšířené vyhledávání

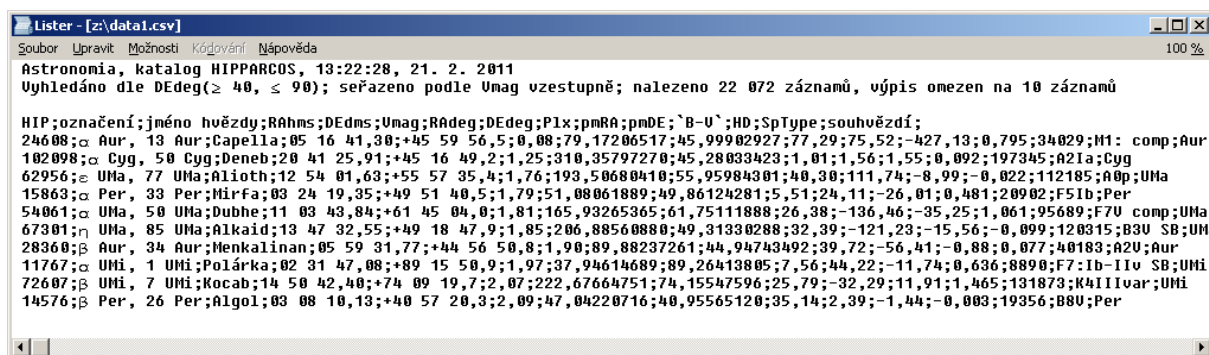
Zobrazit	Seřadit	Sloupec	Omezení	Vysvětlení
☐	☐	HIP	od do	Identifikátor (číslo HIP) (H1)
☐	☐	Souhvězdí		Souhvězdí (zkratka, český, latinský název)
☒	☒	Vmag	od do	mag Johnsonova hvězdná velikost V (H5)
☒	☐	RAdeg	od do	Rektascenze α ve $^\circ$ (J1991.25) (H8)
☒	☐	DEdeg	od do	Deklinace δ ve $^\circ$ (J1991.25) (H9)
☒	☐	Plx	od do	mas Trigonometrická paralaxa (H11)
☒	☐	pmRA	od do	mas/r Vlastní pohyb v RA $\mu\text{as/rok}$ (H12)
☒	☐	pmDE	od do	mas/r Vlastní pohyb v DE $\mu\text{as/rok}$ (H13)
☒	☐	B-V	od do	mag Johnsonův barevný index B-V (H37)
☒	☐	HD	od do	HD číslo III/135 (H71)
☒	☐	SpType		Spektrální typ (H76)
☐ Vymazat		Smazat		
☐ všechny				
Hledej				
				Počet záznamů 10 Řazení ☐ + ☐ - Formát výstupních dat CSV

Obr. 5.30: Formulář Rozšířené vyhledávání katalogu HIPPARCOS se zvýrazněnými oblastmi

Žáci ve formuláři nastaví následující položky: Seřadit podle Vmag, počet záznamů na 10, řazení vzestupné (+) a formát výstupních dat bude CSV.

Hodnoty souřadnic z Tab. 5.1 žáci postupně vkládají do položek RAdeg a DEdeg ve formuláři. Hodnoty ve formuláři jsou ve stupních, a proto je nutné převést rektascenzi běžně uváděnou v hodinách na stupně.

Výsledek hledání v podobě CSV souborů žáci ukládají do zvolené složky, přičemž je doporučeno volit krátké názvy souborů, např. data1.csv, data2.csv apod.



Obr. 5.31: Ukázka výsledku hledání v podobě CSV souboru, náhled v poznámkovém bloku, výsledný soubor je v kódování UTF-8

Otázka: Proč je nutné zvolit vzestupné řazení u hvězdné velikosti, pokud chceme získat seznam nejjasnějších objektů?

Pouhým okem je vidět, že některé hvězdy jsou jasnější a jiné méně jasné. Starověký astronom Ptolemaios jako první sestavil katalog hvězd, v něm každé

hvězdě přiřadil hvězdnou velikost: nejjasnější označil jako hvězdy první velikosti, nejslabší jako hvězdy šesté velikosti. Slovem velikost v tomto smyslu myslel rozměry hvězd, protože (nesprávně) předpokládal shodnou vzdálenost všech hvězd, i když správně je jasnost hvězd na obloze. Ptolemaiova veličina „hvězdná velikost“ se užívá i dnes, pouze je přesně definována pomocí množství zářivé energie, která k nám od hvězdy přichází. Protože tím vyjadřujeme, jak jasná se hvězda jeví při pohledu ze Země, říkáme takové hvězdné velikosti pozorovaná (zdánlivá); později budeme mluvit i o absolutní hvězdné velikosti, která určuje „skutečnou“ jasnost hvězdy, nezávisle na její vzdálenosti od nás. Zdánlivá hvězdná velikost může nabýt libovolných reálných hodnot (celých i necelých, kladných i záporných), nejen šesti celočíselných hodnot jako u Ptolemaia. Například Slunce má zdánlivou hvězdnou velikost $-26,74$ mag a Měsíc $-12,7$ mag. To, že jasnější nebeská tělesa mají menší hvězdnou velikost, má historické důvody. Jak jsme viděli, Ptolemaios označil nejjasnější hvězdy jako hvězdy první velikosti a nejslabší jako hvězdy šesté velikosti. Pokud chceme získat seznam nejjasnějších objektů, musíme zvolit řazení od nejmenších čísel, tzn. vzestupně.

- 5) Žáci jednotlivé CSV soubory spojí v jeden soubor, např. z příkazové řádky pomocí DOS příkazu „copy *.csv výsledek.csv“ a výsledný CSV soubor otevřou v aplikaci Excel.

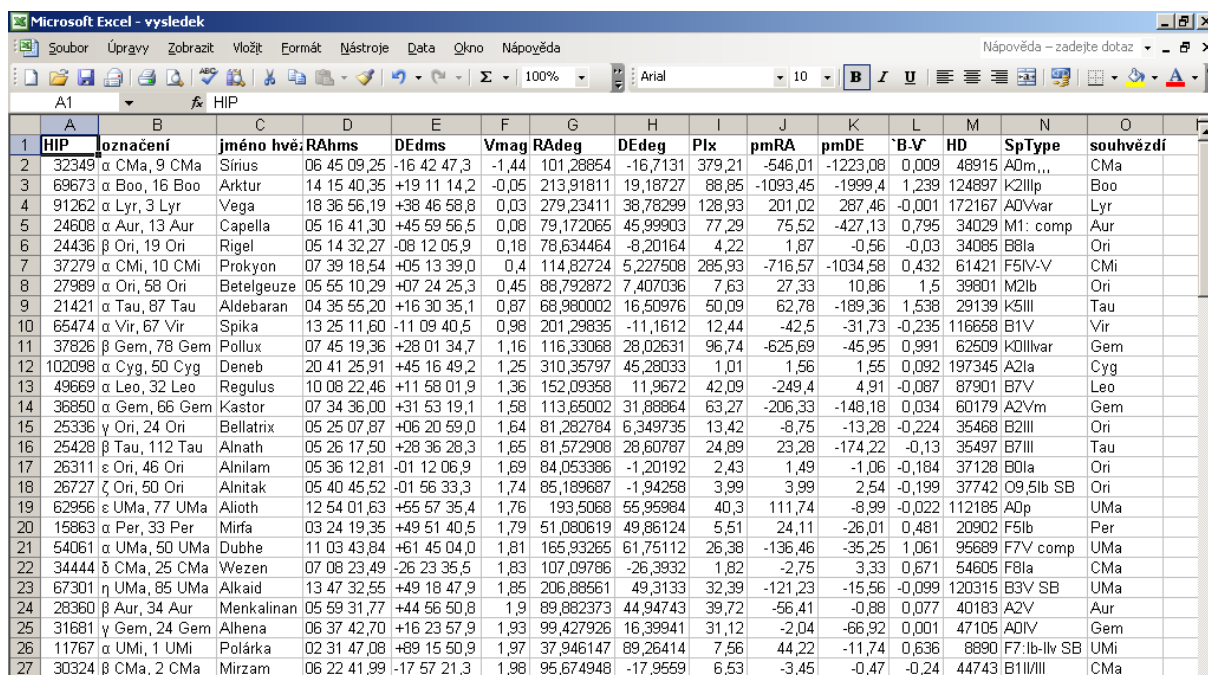
U slučování souborů lze použít hvězdičkovou konvenci, přičemž pracovní listy obsahují sčítání souborů formou rozepsání jednotlivých názvů souborů ve tvaru: „copy data1.csv+data2.csv+...+data9.csv výsledek.csv“.

K sečtení několika souborů lze použít i správce souborů, např. Total Commander nebo Altap Salamander.

V aplikaci Excel žáci smažou hlavičky z jednotlivých souborů a pak provedou seřazení dat podle sloupce Vmag vzestupně. Je možné označit celý list a pak provést seřazení podle sloupce F.

Získají seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze.

Pět nejjasnějších hvězd zapíšou do tab. 2 v pracovním listě.



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	HIP	označení	jméno hvě:RAhms	DEdms	Vmag	RAdeg	DEdeg	Plx	pmRA	pmDE	B-V	HD	SpType	souhvězdí
2	32349	α CMa, 9 CMa	Sirius	06 45 09,25	-16 42 47,3	-1,44	101,28854	-16,7131	379,21	-546,01	-1223,08	0,009	48915	A0m...
3	69673	α Boo, 16 Boo	Arktur	14 15 40,35	+19 11 14,2	-0,05	213,91811	19,18727	88,85	-1093,45	-1999,4	1,239	124897	K2IIIp
4	91262	α Lyr, 3 Lyr	Vega	18 36 56,19	+38 46 58,8	0,03	279,23411	38,78299	128,93	201,02	287,46	-0,001	172167	A0Vvar
5	24608	α Aur, 13 Aur	Capella	05 16 41,30	+45 59 56,5	0,08	79,172065	45,99903	77,29	75,52	-427,13	0,795	34029	M1: comp
6	24436	β Ori, 19 Ori	Rigel	05 14 32,27	-08 12 05,9	0,18	78,634464	-8,20164	4,22	1,87	-0,56	-0,03	34085	B8Ia
7	37279	α CMi, 10 CMi	Prokyon	07 39 18,54	+05 13 39,0	0,4	114,82724	5,227508	285,93	-716,57	-1034,58	0,432	61421	F5IV-V
8	27989	α Ori, 58 Ori	Betelgeuze	05 55 10,29	+07 24 25,3	0,45	88,792872	7,407036	7,63	27,33	10,86	1,5	39801	M2Ib
9	21421	α Tau, 87 Tau	Aldebaran	04 35 55,20	+16 30 35,1	0,87	68,980002	16,50976	50,09	62,78	-189,36	1,538	29139	K5III
10	65474	α Vir, 67 Vir	Spika	13 25 11,60	-11 09 40,5	0,98	201,29835	-11,1612	12,44	-42,5	-31,73	-0,235	116658	B1V
11	37826	β Gem, 78 Gem	Pollux	07 45 19,36	+28 01 34,7	1,16	116,33068	28,02631	96,74	-625,69	-45,95	0,991	62509	K0IIvar
12	102098	α Cyg, 50 Cyg	Deneb	20 41 25,91	+45 16 49,2	1,25	310,35797	45,28033	1,01	1,56	1,55	0,092	197345	A2Ia
13	49669	α Leo, 32 Leo	Regulus	10 08 22,46	+11 58 01,9	1,36	152,09358	11,9672	42,09	-249,4	4,91	-0,087	87901	B7V
14	36850	α Gem, 66 Gem	Kastor	07 34 36,00	+31 53 19,1	1,58	113,65002	31,88864	63,27	-206,33	-148,18	0,034	60179	A2Vm
15	25336	γ Ori, 24 Ori	Bellatrix	05 25 07,87	+06 20 59,0	1,64	81,282784	6,349735	13,42	-8,75	-13,28	-0,224	35468	B2III
16	25428	β Tau, 112 Tau	Alnath	05 26 17,50	+28 36 28,3	1,65	81,572908	28,60787	24,89	23,28	-174,22	-0,13	35497	B7III
17	26311	ε Ori, 46 Ori	Alnilam	05 36 12,81	-01 12 06,9	1,69	84,053386	-1,20192	2,43	1,49	-1,06	-0,184	37128	B0Ia
18	26727	ζ Ori, 50 Ori	Alnitak	05 40 45,52	-01 56 33,3	1,74	85,189687	-1,94258	3,99	3,99	2,54	-0,199	37742	O9,5Ib SB
19	62956	ε UMa, 77 UMa	Alioth	12 54 01,63	+55 57 35,4	1,76	193,5068	55,95984	40,3	111,74	-8,99	-0,022	112185	A0p
20	15863	α Per, 33 Per	Mirfa	03 24 19,35	+49 51 40,5	1,79	51,080619	49,86124	5,51	24,11	-26,01	0,481	20902	F5Ib
21	54061	α UMa, 50 UMa	Dubhe	11 03 43,84	+61 45 04,0	1,81	165,93265	61,75112	26,38	-136,46	-35,25	1,061	95689	F7V comp
22	34444	δ CMa, 25 CMa	Wezen	07 08 23,49	-26 23 35,5	1,83	107,09786	-26,3932	1,82	-2,75	3,33	0,671	54605	F8Ia
23	67301	η UMa, 85 UMa	Alkaid	13 47 32,55	+49 18 47,9	1,85	206,88561	49,3133	32,39	-121,23	-15,56	-0,099	120315	B3V SB
24	28360	β Aur, 34 Aur	Menkalinan	05 59 31,77	+44 56 50,8	1,9	89,882373	44,94743	39,72	-56,41	-0,88	0,077	40183	A2V
25	31681	γ Gem, 24 Gem	Alhena	06 37 42,70	+16 23 57,9	1,93	99,427926	16,39941	31,12	-2,04	-66,92	0,001	47105	A0IV
26	11767	α UMi, 1 UMi	Polárka	02 31 47,08	+89 15 50,9	1,97	37,946147	89,26414	7,56	44,22	-11,74	0,636	8890	F7:lb-llv SB
27	30324	β CMa, 2 CMa	Mirzam	06 22 41,99	-17 57 21,3	1,98	95,674948	-17,9559	6,53	-3,45	-0,47	-0,24	44743	B1II/III

Obr. 5.32: Seznam nejjasnějších hvězd v daném místě v daný den na noční obloze v Excelu

- 6) U každé hvězdy najděte zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí (český název).

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag]	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc]	Spektrální třída	Souhvězdí	Viditelnost
Sírius	-1,44		0,3792		A0m	Velký pes	
Arktur	-0,05		0,0889		K2IIIp	Pastýř	
Vega	0,03		0,1289		A0Vvar	Lyra	
Capella	0,08		0,0773		M1	Vozka	
Rigel	0,18		0,0042		B8Ia	Orion	

Tab. 5.2: Seznam nejjasnějších hvězd;
pozor na paralaxu, v katalogu je hodnota uvedena v milivteřících

Otázka: Zdánlivá hvězdná velikost, paralaxa a spektrální třída jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS.

Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Žáci uvedou příklad.

Tyto údaje charakterizující hvězdu lze najít např. v astronomické databázi SIMBAD, jejíž aktualizovaná offline verze (kontrola je provedena jednou týdně²¹) je i na stránkách Astronomia u téměř každé²² hvězdy z katalogu HIPPARCOS.

Katalogy > Katalog Hipparcos > Výsledek vyhledávání

VÝSLEDEK VYHLEDÁVÁNÍ

Vyhledávám "Sirius" Nalezeno 1 záznamů (0,4544 s)

Katalog HIPPARCOS

HIP	Označení	Jméno	RAhms	DEdms	Vmag	RAdeg	DEdeg	Plx	pmRA	pmDE	B-V	SpTyp
			h m s	d m s	mag	°	°	mas	mas/r	mas/r	mag	
32349	α CMa, 9 CMa	Sírius	06 45 09,25	-16 42 47,3	-1,44	101,288 541 05	-16,713 143 06	379,21	-546,01	-1 223,08	0,009	A0m... úplný

Další alternativní jména: Sirius, Canicula, Aschere

Astronomická databáze SIMBAD (s písemným souhlasem CDS, Strasbourg)

HIP	Typ	Souřadnice		Vlastní pohyb		Plx	Hvězdná velikost			SpTyp
		h m s	d m s	mas/r	mas		mag			
32349	SB*	ICRS (J2000) RA: 06 45 08,9173 DE: -16 42 58,017		RA: -546,05	379,21	U: ~	B: -1,46	V: -1,47		A1V
		FK5 (J2000) RA: 06 45 08,917 DE: -16 42 58,02		DE: -1 223,14		R: ~	I: ~	J: -1,391		
		FK4 (B1950) RA: 06 42 56,72 DE: -16 38 45,4				H: -1,391	K: -1,390			

Pozn. kontrola SIMBAD databáze provedena 17. 2. 2011, 10:10; poslední aktualizace dat proběhla 17. 2. 2011, 10:10

Obr. 5.33: Ukázka výpisu informací o hvězdě (katalog HIPPARCOS a databáze SIMBAD)

²¹ Z technických důvodů nedochází ke kontrole všech hvězd najednou. Každý den je provedena kontrola 20 000 hvězd. Celý katalog je tak zkontrolován za necelý týden. Více o katalozích v kapitole 3.2.2.

²² Porovnáním katalogu Hipparcos (verze z roku 1997) a astronomické databáze SIMBAD (stav k dubnu 2011) najdeme 47 hvězd (HIP 1902, 14275, 14277, 21185, 28121, 32914, 38014, ...), které se v databázi SIMBAD nevyskytují.

- 7) U každé hvězdy vypočítejte absolutní hvězdnou velikost M a vzdálenost r .
U každé hvězdy vypočítejte a ověřte období dobré viditelnosti.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Spektrální třída (v závorce z databáze SIMBAD)	Souhvězdí	Viditelnost ***
Sírius	-1,44	1,45	0,3792	2,64	A0m... (A1V)	Velký pes	1. 1.
Arktur	-0,05	-0,31	0,0889	11,25	K2IIIp (K1.5III)	Pastýř	26. 4.
Vega	0,03	0,58	0,1289	7,76	A0Vvar (A0V)	Lyra	1. 7.
Capella	0,08	-0,48	0,0773	12,94	M1 (G5IIIe+...)	Vozka	10. 12.
Rigel	0,18	-6,69	0,0042	237,0	B8Ia (B8Iab:)	Orion	9. 12.

Tab. 5.3: Seznam nejjasnějších hvězd doplněný o absolutní hvězdnou velikost, vzdálenost a viditelnost

- * absolutní hvězdnou velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

- ** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

- *** viditelnost lze spočítat ze znalosti rektascenze daného objektu. Pro okamžik svrchní kulminace platí, že rektascenze se rovná hvězdnému času. Dne 1. ledna 0 h 0 m je hvězdný čas přibližně 6 h 42 m. Sluneční den je delší období než hvězdný den. 24 hvězdných hodin je 23 h 56 m 4 s střední sluneční.

Výpočet dobré viditelnosti provedeme přes rektascenzi objektu α a hvězdný čas Θ , který je definován jako hodinový úhel t jarního bodu. Pro libovolnou hvězdu v okamžiku její svrchní kulminace platí, že její rektascenze se rovná hvězdnému času: $\alpha = \Theta$, tj. hvězdný čas je kulminující rektascenzí. Nyní stačí zjistit, který den v roce bude daný hvězdný čas o půlnoci. Zde využijeme skutečnosti²³, že 1. ledna v 0 h 0 m světového času je hvězdný čas roven přibližně hodnotě 6 h 42 m (= 6,7 h). Hvězdný čas i střední sluneční čas plynou rovnoměrně, každý má svoji základní jednotku (den) jinak dlouhou, což je způsobeno ročním pohybem Země po ekliptice. Sluneční den je delší období než hvězdný den. Je potřeba přesně jednoho hvězdného dne navíc. Platí, že 1 tropický rok je 365,242 187 29 středního slunečního dne, toto období obsahuje přesně o 1 hvězdný den více, 366,242 187 29 hvězdného dne. Hvězdné dny plynou 1,002 737 91krát rychleji než dny střední sluneční. 24 hvězdných hodin je 23 hodiny 56 minut 04,090 sekundy střední sluneční.

Platí, že 1 střední sluneční den (24 h) má 86 400 s a 1 hvězdný den (23 h 56 m 4 s) má 86 164 s, je tedy o 236 s (= 0,065 556 h) kratší.

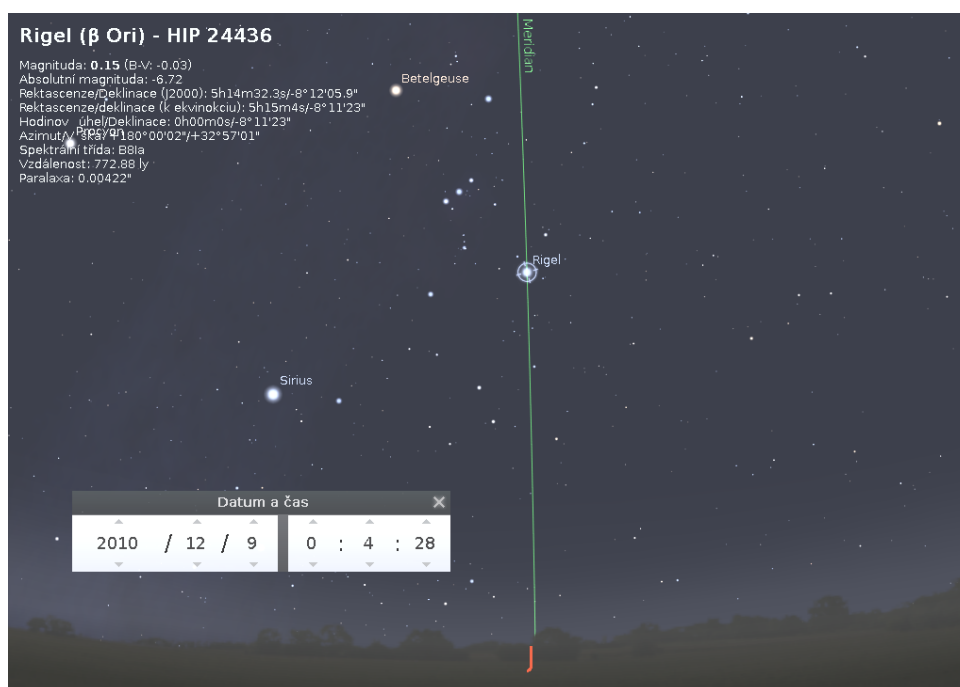
$$\Theta = 6,7 + n \cdot 0,065556$$

kde n je počet dnů od 1. ledna.

Př. hvězda Rigel má rektascenzi 5 h 14 m. Po dosazení do výše uvedené rovnice nám vyjde $n = -22,4$. Po přičtení 365 dnů získáme 342,6. den od 1. ledna, to je 9. prosince, což je den, kdy Rigel prochází o půlnoci místním poledníkem.

Ověření lze udělat v programu Stellarium. Zde si zapneme místní poledník (klávesou „;“ – středník) a najdeme den, kdy bude o půlnoci daná hvězda procházet místním poledníkem. Pozor na letní čas, při jeho platnosti je nutné hledat průchod hvězdy nikoli o půlnoci, ale v 1 hodinu po půlnoci.

²³ Lze zjistit například z Hvězdářské ročenky.



Obr. 5.34: Průchod hvězdy Rigel místním poledníkem na 15° východní délky, pořizeno programem Stellarium.

Otázka: Co je to absolutní hvězdná velikost?
 Jak souvisí absolutní hvězdná velikost a spektrální třída hvězdy?

Absolutní hvězdná velikost je veličina určující hvězdnou velikost vztaženou na standardní pozorovací podmínky. Rozlišujeme dva případy. U hvězd a objektů podobných hvězdám označujeme tuto veličinu symbolem M . U malých těles sluneční soustavy ji označujeme symbolem H .

V tomto případě se budeme pouze zabývat absolutní hvězdnou velikostí hvězd a objektů jim podobných. Definujeme ji jako hvězdnou velikost, jakou by tato hvězda měla při pozorování ze vzdálenosti 10 pc (parseků) čili 32,6 světelných roků. Vztah mezi absolutní hvězdnou velikostí M a zdánlivou hvězdnou velikostí m je dán rovnicí

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)],$$

kde r je vzdálenost hvězdy v pc od pozorovatele (od Země).

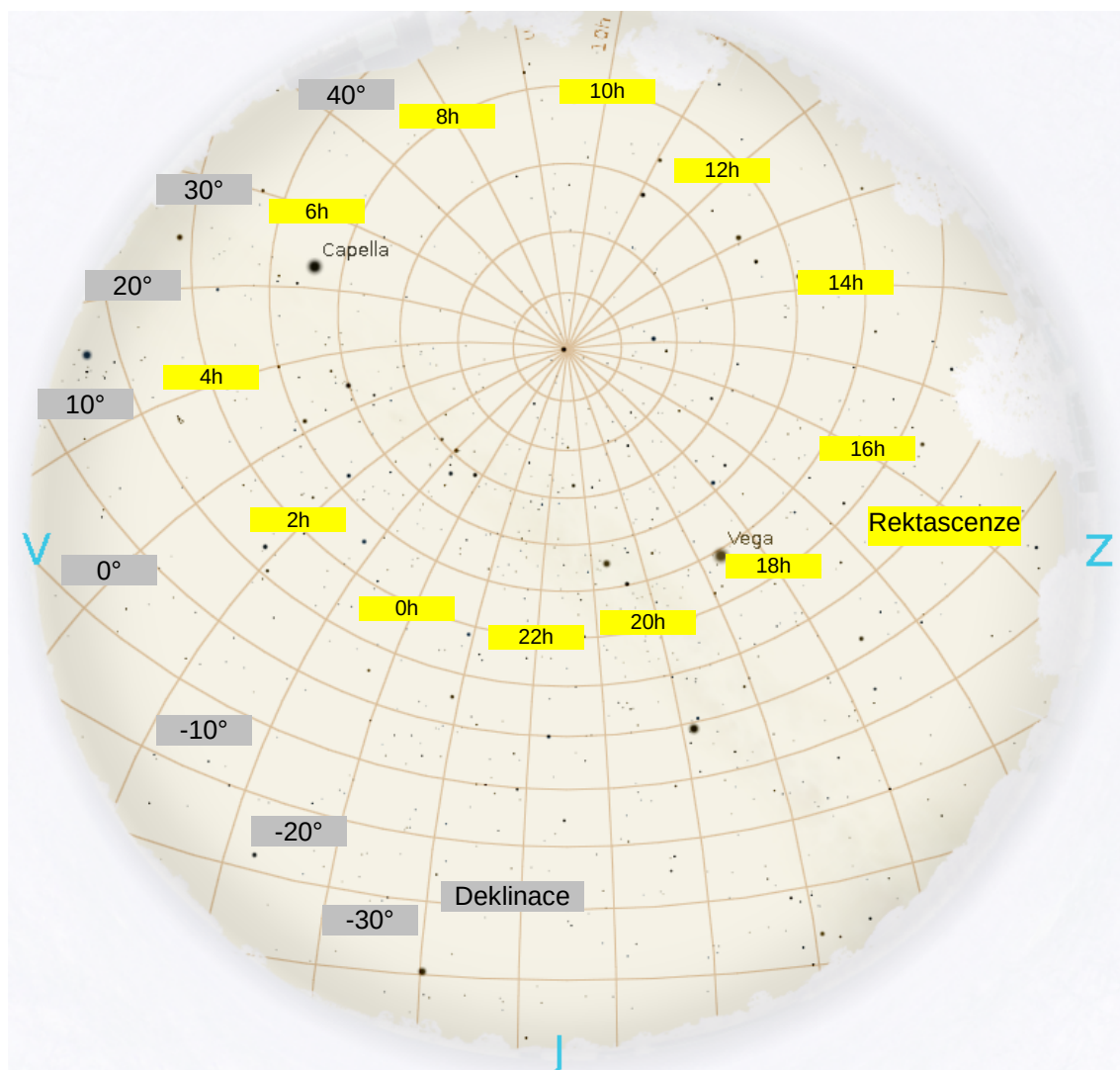
Mnoho hvězd viditelných pouhým okem má natolik nízké absolutní hvězdné velikosti, že by byly dostatečně jasné, aby vrhaly stíny, pokud by se nacházely ve vzdálenosti 10 pc od Země: Deneb (-7,0), Rigel (-6,7), Naos (-6,0) a Betelgeuse (-6,0). Pro porovnání, nejjasnější hvězda noční oblohy Sirius má absolutní hvězdnou velikost +1,4, což je více než absolutní hvězdná velikost Slunce, +4,83. Absolutní hvězdná velikost hvězd dosahuje obecně hodnot od -10 do +17.

Závislost absolutní hvězdné velikosti (zářivý výkon) a spektrální třídy (efektivní teploty) vyjadřuje Hertzsprungův – Russellův diagram. Tuto závislost objevil v roce 1909 E. Hertzsprung a později zdokonalil H. N. Russell. Více na astronomia.zcu.cz/hvezdy/diagram/.

- 8) Výsledný (seřazený) soubor se seznamem hvězd žáci uloží jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Žáci sepiší protokol a závěr.

V závěru žáci popíší průběh řešení úlohy, zmíní problematická místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné, že žáci navrhnou vylepšení úlohy či jiný postup, než je popsán v tomto návodu.

V metodickém návodu je podrobně rozvedena varianta hledání nejjasnějších hvězd pro březen (a jeho nejbližší okolí). Dále jsou uvedeny výsledky pro situaci v září libovolného roku pro 50° severní šířky. Varianta pro září je však časově náročnější, protože vznikne více oblastí, neboť se přechází přes 0 h a jednotlivé oblasti je nutné rozdělit.



Obr. 5.35: Doplněné ekvatoreální souřadnice pro situaci v září

Deklinace		Rektascenze								Poznámka
od	do	od		do		od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0	0	24	360	-	-	-	-	data1.csv
30	40	0	0	7	105	11	165	24	360	data2a+b.csv
20	30	0	0	5	75	14	210	24	360	data3a+b.csv
10	20	0	0	4	60	15	225	24	360	data4a+b.csv
0	10	0	0	3	45	16	240	24	360	data5a+b.csv
-10	0	0	0	2	30	16	240	24	360	data6a+b.csv
-20	-10	0	0	2	30	17	255	24	360	data7a+b.csv
-30	-20	0	0	1	15	18	270	24	360	data8a+b.csv
-40	-30	-	-	-	-	19	285	24	360	data9.csv

Tab. 5.4: Souřadnice oblastí platné pro září

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
HIP	označení	jméno hvězdy	RAhms	DEdms	Vmag	RAdeg	DEdeg	Plx	pmRA	pmDE	B-V	HD	SpType	souhvězdí	
91262	α Lyr, 3 Lyr	Vega	18 36 56,19	+38 46 58,8	0,03	279,23	38,78	128,93	201	287,5	-0,001	172167	A0Vvar	Lyr	
24608	α Aur, 13 Aur	Capella	05 16 41,30	+45 59 56,5	0,08	79,172	46	77,29	75,52	-427,1	0,795	34029	M1: comp	Aur	
97649	α Aql, 53 Aql	Altair	19 50 46,68	+08 52 02,6	0,76	297,69	8,867	194,44	536,8	385,5	0,221	187642	A7IV-V	Aql	
113368	α PsA, 24 PsA	Fomalhaut	22 57 38,83	-29 37 18,6	1,17	344,41	-29,62	130,08	329,2	-164,2	0,145	216956	A3V	PsA	
102098	α Cyg, 50 Cyg	Deneb	20 41 25,91	+45 16 49,2	1,25	310,36	45,28	1,01	1,56	1,55	0,092	197345	A2Ia	Cyg	
62956	ε UMa, 77 UMa	Alioth	12 54 01,63	+55 57 35,4	1,76	193,51	55,96	40,3	111,7	-8,99	-0,022	112185	A0p	UMa	
15863	α Per, 33 Per	Mirfa	03 24 19,35	+49 51 40,5	1,79	51,081	49,86	5,51	24,11	-26,01	0,481	20902	F5Ib	Per	
54061	α UMa, 50 UMa	Dubhe	11 03 43,84	+61 45 04,0	1,81	165,93	61,75	26,38	-136,5	-35,25	1,061	95689	F7V comp	UMa	
67301	η UMa, 85 UMa	Alkaid	13 47 32,55	+49 18 47,9	1,85	206,89	49,31	32,39	-121,2	-15,56	-0,099	120315	B3V SB	UMa	

Obr. 5.36: Seznam nejjasnějších hvězd v termínu v září

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost <i>m</i> [mag]	Absolutní hvězdná velikost <i>M</i> [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost <i>r</i> [pc] **	Spektrální třída (v závorce z databáze SIMBAD)	Souhvězdí	Viditelnost ***
Vega	0,03	0,58	0,1289	7,76	A0Vvar (A0V)	Lyra	1. 7.
Capella	0,08	-0,48	0,0773	12,9	M1: comp (G5IIIe+...)	Vozka	10. 12.
Altair	0,76	2,20	0,1944	5,14	A7IV-V (A7V)	Orel	20. 7.
Fomalhaut	1,17	1,74	0,1301	7,69	A3V (A4V)	Jižní ryba	6. 9.
Deneb	1,25	-8,73	0,0010	990,1	A2Ia (A2Iae)	Labuť	2. 8.

Tab. 5.5: Seznam nejjasnějších hvězd doplněný o absolutní hvězdnou velikost, vzdálenost a viditelnost

Během provádění praktické úlohy mohou nastat některé nepříjemné situace, na které by se měl učitel připravit:

Nedostatek času

- žáci mohou dodělat některé části (např. výpočet období dobré viditelnosti) jako domácí úkol

Nefunkční internet nebo webové stránky Astronomia

- je vhodné mít připravené např. na flash disku nebo intranetu CSV soubory získané z katalogu, tzn. soubory „data*.csv“; žáci by pak během hodiny pouze počítali parametry u hvězd a období dobré viditelnosti

Nedostupnost počítačové učebny

- bez výpočetní techniky je tato úloha prakticky neřešitelná, hlavní význam spočívá v použití programu Stellarium, katalogů astronomických objektů a následná práce s daty; modifikace úlohy bez použití počítače by byla v zadání předem vyplněné Tab. 5.1 společně s rektascenzí hvězd a dopočítání sloupců absolutní hvězdná velikost, vzdálenost a viditelnost

Na žáky nejsou obecně kladeny vysoké nároky na znalosti, nicméně pro hladký průběh hodiny doporučuji následující vědomosti:

- základní znalost práce s prohlížečem a internetem (vlození adresy, uložení souboru, práce se složkami)
- základní znalost aplikace Excel (seřazení dat, vložení vzorce do buňky)
- základní znalost astronomických pojmů (rektascenze, deklinace, hvězdná velikost, paralaxa, hvězdný čas)

5.4 Pracovní list: sestrojení HR diagramu

HR (Hertzsprungův–Russellův) diagram měl velký význam pro objasnění stavby a evoluce hvězd. HR diagram jednak zachycuje momentální statický obrázek zastoupení jednotlivých typů hvězd v daném prostoru, s ohledem na dynamiku hvězdné evoluce však ukazuje na další souvislosti. Pozice každé hvězdy v HR diagramu není stálá a neměnná, ale pouze dočasná. V průběhu hvězdného vývoje se mění efektivní teplota hvězd, tím i jejich svítivost a hvězdy se v HR diagramu posouvají. Poměrně dlouhou dobu zůstávají na hlavní posloupnosti, postupem času se ovšem přesouvají do oblasti obrů a po skončení termojaderných reakcí končí jako bílí trpaslíci nebo neutronové hvězdy či černé díry, přičemž dvě posledně jmenovaná závěrečná stadia hvězd již v HR diagramu zachycena nejsou. Je zřejmé, že HR diagram má ve výuce jistě klíčovou roli v tématu hvězdy a jejich evoluce. Kromě nezáživných ukázek HR diagramů je určitě mnohem přínosnější, pokud si studenti HR diagram sestojí samostatně.

Při analýze (zejména porovnání) vzniklých HR diagramů studenti narazí na výběrový efekt a měli by si jeho přítomnost uvědomit. Úlohu lze nadále rozdělit na dvě části. Při sestrování HR diagramu nejbližších hvězd (do 100 pc) je možné studentům poradit a ukázat jim postup. Zda studenti výklad v první části pochopili, lze aplikovat ve druhé části, kde se studenti pokusí o sestrojení HR diagramu vzdálenějších hvězd, což je s ohledem na omezení v tabulkových procesorech náročnější úloha. I zde mohou studenti uplatnit zpětnou vazbu, z teoretického výkladu z hodiny totiž vědí, jak má HR diagram vypadat.

5.4.1 Předpokládaný přínos pro žáky

Žák se naučí pracovat s velkým množstvím dat a musí se vypořádat s nástrahy (aplikace mají různá omezení), které to přináší.

Žáci se naučí hledat informace na internetu a usuzují nad jejich správností.

Žáci aplikují znalosti z informatiky při používání výpočetní techniky.

5.4.2 Cíle

Žák získá správnou představu o stavové podobě HR diagramu.

Žák pochopí závislost mezi zářivým výkonem, efektivní teplotou a poloměrem hvězdy.

Žák se seznámí s pojmy hvězdná velikost, zářivý výkon.

Žák se seznámí s novými pojmy: hvězda hlavní posloupnosti, červený obr, bílý trpaslík

5.4.3 Zadání

Nakreslete HR diagram nejbližších hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc.

Nakreslete HR diagram hvězd nacházejících se ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc.

Ve vytvořených diagramech vyznačte jednotlivé oblasti a popište je.

Porovnejte vytvořené diagramy mezi sebou, v čem se liší a proč?

Vyznačte v HR diagramu (do 100 pc) polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Postup

- 1) Seznamte se s katalogem HIPPARCOS na stránkách Astronomia na adrese astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/137-katalog-hipparcos,

případně Rozšířeného vyhledávání na adrese
astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/138-katalog-hipparcos.

Otázka: Jaké hodnoty budeme potřebovat pro sestrojení HR diagramu?
 Informace o HR diagramu jsou k dispozici na adrese
astronomia.zcu.cz/hvezdy/diagram/

- 2) Pomocí Rozšířeného vyhledávání katalogu HIPPARCOS vybereme vhodné hvězdy pro vytvoření HR diagramu.

KATALOG HIPPARCOS

Rozšířené vyhledávání

Zobrazit	Seřadit	Sloupec	Omezení	Vysvětlení
☐	☐	HIP od	do	Identifikátor (číslo HIP) (H1)
☐	☐	Souhvězdí		Souhvězdí (zkratka, český, latinský název)
☒	☐	Vmag od	do	mag Johnsonova hvězdná velikost V (H5)
☒	☐	RAdeg od	do	° Rektascenze α ve " (J1991.25) (H8)
☒	☐	DEdeg od	do	° Deklinace δ ve " (J1991.25) (H9)
☒	☐	Plx od	do	mas Trigonometrická paralaxa (H11)
☒	☐	pmRA od	do	mas/r Vlastní pohyb v RA μ s cos(δ), ICRS (H12)
☒	☐	pmDE od	do	mas/r Vlastní pohyb v RA μ s, ICRS (H13)
☒	☐	B-V od	do	mag Johnsonův barevný index B-V (H37)
☒	☐	HD od	do	HD číslo III/135 (H71)
☒	☐	SpTyp		Spektrální typ (H76)

☐ všechny

Počet záznamů:
 Řazení:

Formát výstupních dat:

Obr. 1: Rozšířené vyhledávání katalogu HIPPARCOS se zvýrazněnými oblastmi

Nastavte položku „od“ u Plx na 10, formát výstupních dat CSV a počet záznamů „vše“. Výsledek hledání ukládejte v podobě CSV souboru do zvolené složky.

Otázka: Proč je položka „od“ paralaxy nastavena na hodnotu 10?

- 3) CSV soubor otevřeme v tabulkovém procesoru Excel. Abychom mohli sestrojit HR diagram, potřebujeme znát zářivý výkon hvězdy (nebo absolutní hvězdnou velikost) a efektivní teplotu (nebo spektrální třídu nebo barevný index).

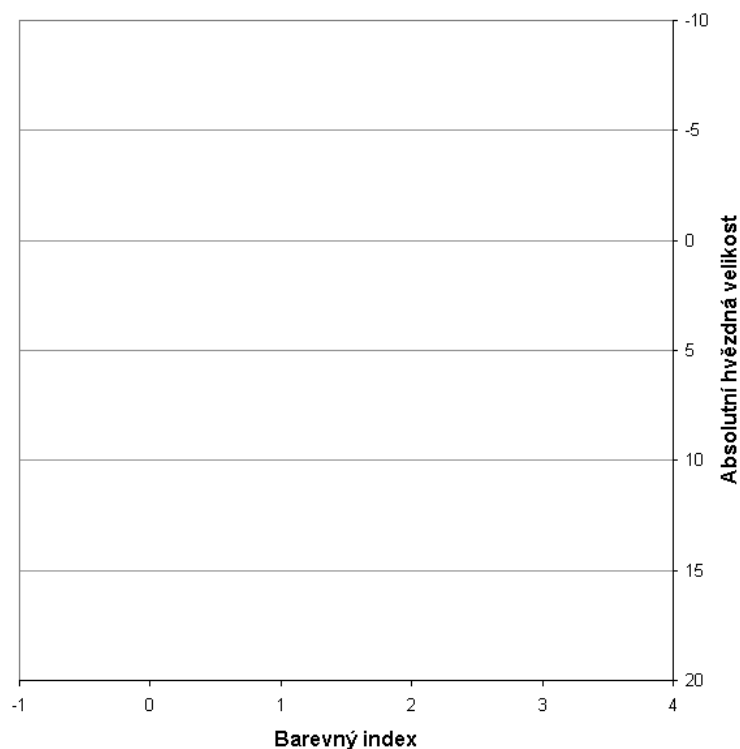
My použijeme absolutní hvězdnou velikost (musíme vypočítat ze zdánlivé hvězdné velikosti – sloupec Vmag a vzdálenosti hvězdy, kterou vypočítáme z paralaxy – sloupec Plx) a barevný index (sloupec B-V).

Vzdálenost hvězdy r zjistíme z paralaxy π pomocí vztahu $r = 1/\pi$, přičemž výsledná hodnota je v parsecích (pc) a π (ve vteřinách) najdeme ve sloupci Plx (pozor, hodnota je uvedena v milivteřinách).

Absolutní hvězdnou velikost M spočítáme ze vztahu $M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$, přičemž zdánlivá hvězdná velikost m je ve sloupci Vmag.

Otázka: Jakých hodnot může nabývat paralaxa? Zdůvodněte.

- 4) V Excelu vytvořte XY bodový graf, na vodorovnou osu vyneste „Barevný index“ (sloupec B-V) a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“ (sloupec M), měřítko os přizpůsobte obr. 2. Zvolte vhodnou barvu, tvar a velikost značky.



Obr. 2: HR diagram, popis a měřítko os

Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu?
Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

- 5) Stejný postup zvolte pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Zvolte správné omezení u Plx. Měřítka os zvolte stejná jako na obr. 2.

Dejte pozor na omezení Excelu 2003, max. 65 535 řádek na listu, 32 000 položek pro 2D graf. U Excelu 2007 a 2010 je omezení 1 048 576 řádků, omezení u počtu položek ve 2D grafu zůstává. U Excelu 2007 používejte pouze automatické měřítko os, protože se jinak Excel zasekne!

Otázka: Je mezi HR diagramy blízkých a vzdálených hvězd rozdíl? Proč?

- 6) Do HR diagramu nejbližších hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc zaneste polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Barevný index	Spektrální třída	Souhvězdí
Slunce							

Tab. 1: Seznam pěti nejjasnějších hvězd a Slunce

* absolutní hvězdná velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

- 7) Výsledné soubory s HR diagramy uložte jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Sepište protokol a závěr.

Závěr

V závěru popište průběh řešení úlohy, zmiňte problematika místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné navrhnout vylepšení.

5.4.4 Pomůcky

Počítač připojený na internet s přístupem na astronomia.zcu.cz
 Aplikace Microsoft Office Excel 2003 či novější verzi
 Psací potřeby

U výběru tabulkového procesoru předpokládám použití aplikace Microsoft Office Excel 2003 či novější verze. Úloha je otestována ve verzích 2003, 2007 a 2010. Použil jsem i alternativu v podobě aplikace OpenOffice Calc verze 3.3, která ovšem není pro tuto úlohu použitelná s ohledem na rychlost práce s větším množstvím dat. Další slabá místa a návrhy, jak jim předejít nebo je řešit, jsou zmíněny v závěru kapitoly 5.4.6.

5.4.5 Postupný vývoj úlohy

Pracovní úloha byla testována na žácích středních škol a studentech vysoké školy. Na základě dílčích výsledků testování byla úloha průběžně upravována.

První verze pracovního listu (Obr. 5.37) byla rozdělena na 5 částí – zadání a pomůcky (na první straně), postup (na první až poslední straně), vypracování a závěr (na poslední straně).

Pracovní list

Jméno a příjmení: _____ Datum: _____
 Škola, ročník: _____ Hodnocení: _____

Zadání

Nakreslete HR diagram nejblíže hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc.
 Nakreslete HR diagram hvězd nacházejících se ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc.
 Ve vytvořených diagramech vyznačte jednotlivé oblasti a popište je.
 Vytvořte výpočetní diagramy masí sboru, v čem se liší a proč?
 Vytvořte v HR diagramu dle 100 pc polohu Slunce a pět nejbližších hvězd.

Pomůcky

Počítač připojený na internet s přístupem na astronomia.zcu.cz
 Program Excel
 Psací potřeby

Postup

1. Seznamte se s katalogem HIPPARCOS na stránkách Astronomie na adrese astronomia.zcu.cz/hw/hw/hipparcos/137-satitka-hipparcos.
 Připravte si potřebné výstupy dle adresy astronomia.zcu.cz/hw/hw/hipparcos/138-satitka-hipparcos.
 Otázka: Jaké hodnoty budete potřebovat pro sestavení HR diagramu? Informace o HR diagramu jsou k dispozici na adrese astronomia.zcu.cz/hw/hw/diagram/.

2. Pomocí rozšířeného vyhledávání katalogu HIPPARCOS vybereme vhodné hvězdy pro vytvoření HR diagramu.
 Otázka: Proč je položka „off“ parametry nastavena na hodnotu 10?

3. CSV soubor otevřeme v tabulkovém procesoru Excel. Abychom mohli sestavit HR diagram, potřebujeme znát zářiv výkon hvězdy (nebo absolutní hvězdnou velikost) a efektivní teplotu (nebo spektrální třídu nebo barevný index). Z katalogu použijeme absolutní hvězdnou velikost (musíme vypočítat ze zdánlivé hvězdné velikosti – polohu hvězdy a vzdálenost hvězdy) a barevný index (jednotka B-V).
 Vzdálenost hvězdy r zjistíme z parametru r pomocí vztahu $r = \sqrt{r^2}$, přičemž výsledná hodnota je v parsecích (pc) a r je ve světelných letech ve sloupci Plu (hodnota je uvedena v miliónech).
 Absolutní hvězdnou velikost M spočítáme ze vztahu $M = m + 5 - 5 \log_{10}(r)$, přičemž zdánlivá hvězdná velikost m je ve sloupci $Vmag$.
 Otázka: Jakých hodnot může nabývat parametr?

4. V Excelu vytvoříte XY tabulový graf, na vodorovnou osu vynesete „barevný index“ a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“, měřítko os přizpůsobíte dle 2. Zvolte vhodnou barvu, tvar a velikost značky.
 Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu? Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

5. Stejný postup zvolte pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Zvolte správné označení v Plu . Dále pozor na omezení Excelu 2003 (max. 65 535 řádek na listu, 32 000 položek pro 3D graf). U Excelu 2007 nebo 2010 je omezení 1 048 576 řádků.
 Otázka: Je mezi HR diagramy blízkých a vzdálených hvězd rozdíl? Proč?

6. Do HR diagramu nejblíže hvězd zařazte polohu Slunce a pět nejbližších hvězd.
 Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

7. Sepište protokol a závěr.
 Vypracování
 Vytvořte HR diagram nejblíže hvězd (do 100 pc) a uložte soubor do složky.

Závěr

V závěru popište průběh řešení úlohy, zmiňte problematika místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné navrhnout vylepšení.

Obr. 5.37: První verze pracovního listu na sestavení HR diagramu

Během praktického testování (nejenom této úlohy, ale i úlohy na zjišťování nejjasnějších hvězd) se ukázalo, že účastníci si pracovní list nepřechteli jako celek, ale začnou postupně vykonávat jednotlivé úkony a vyplňovat odpovědi na otázky. Z tohoto důvodu je zbytečná část Vypracování a informace obsažené v této části jsem přesunul k jednotlivým bodům.

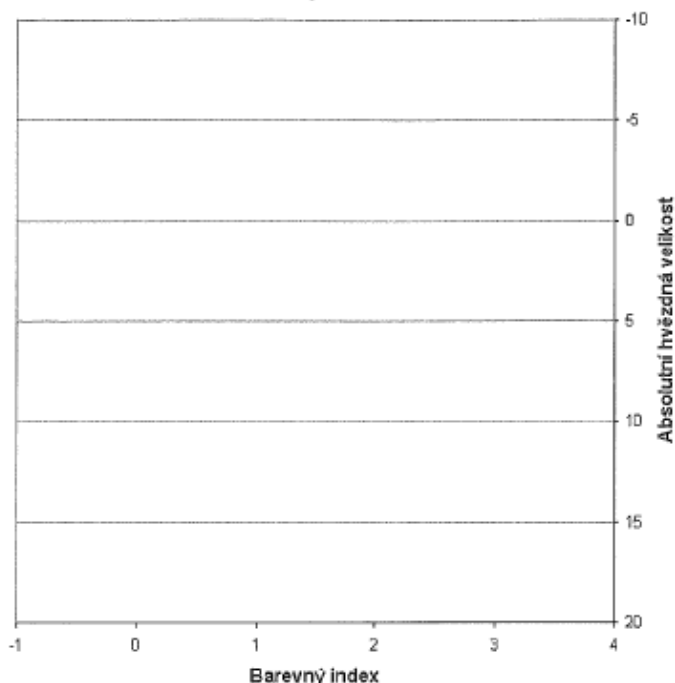
4. V Excelu vytvořte XY bodový graf, na vodorovnou osu vyneste „Barevný index“ a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“, měřítka os přizpůsobte obr. 2. Zvolte vhodnou barvu, tvar a velikost značky.

Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu?
Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

Obr. 5.38: Původní verze bodu 4, obr. 2 se nachází v části Vypracování na další straně

Do bodu 4 jsem přesunul z části Vypracování obr. 2 (značení obrázku v pracovním listu) nacházející se na poslední straně pracovního listu. Na novém místě si ho účastníci ihned všimnou.

4. V Excelu vytvořte XY bodový graf, na vodorovnou osu vyneste „Barevný index“ a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“, měřítka os přizpůsobte obr. 2. Zvolte vhodnou barvu, tvar a velikost značky.



Obr. 2: HR diagram, popis a měřítka os

Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu?
Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

Obr. 5.39: Upravená podoba bodu 4 včetně obr. 2

V aplikaci Excel jsou různá omezení. V textu pracovního listu na ně upozorňuji, protože by s tím měli účastníci počítat a přizpůsobit tomu další úkony.

5. Stejný postup zvolte pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Zvolte správné omezení u Plx. Dejte pozor na omezení Excelu 2003 (max. 65 535 řádek na listu, 32 000 položek pro 2D graf). U Excelu 2007 nebo 2010 je omezení 1 048 576 řádků.

Obr. 5.40: Původní verze textu u bodu 5

Ve výše uvedeném textu byla nepřesnost, omezení na počet položek ve 2D grafu zůstává ve všech verzích aplikace Excel. Zároveň jsem doplnil informaci o tom, aby

účastníci nastavili stejná měřítka jako v předchozím bodu. To je výhodné, aby se daly vytvořené grafy mezi sebou porovnat.

5. Stejný postup zvolte pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Zvolte správné omezení u Plx. Dejte pozor na omezení Excelu 2003 (max. 65 535 řádek na listu, 32 000 položek pro 2D graf). U Excelu 2007 nebo 2010 je omezení 1 048 576 řádků, omezení u počtu položek ve 2D grafu zůstává. Měřítka os zvolte stejná jako na obr. 2.

Obr. 5.41: Upravená verze textu u bodu 5

Pro zanesení polohy Slunce a pěti nejjasnějších hvězd musí účastníci vypočítat absolutní hvězdnou velikost. V pracovním listě je tabulka, kam si účastníci mohou napsat vypočítané hodnoty. Výpočet mohou provést i v aplikaci Excel. Tabulka se dříve nacházela v části Vypracování, po zrušení této části jsem tabulku přesunul do místa, kde se s ní pracuje.

6. Do HR diagramu nejbližších hvězd zanešte polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

Obr. 5.42: Původní verze textu u bodu 6

Text bodu jsem ještě doplnil o informaci, v jaké vzdálenosti se nacházejí nejbližší hvězdy, tzn., jedná se o HR diagram nejbližších hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc.

6. Do HR diagramu nejbližších hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc zanešte polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Barevný index	Spektrální třída	Souhvězdí
Slunce							

Tab. 1: Seznam pěti nejjasnějších hvězd a Slunce

* absolutní hvězdná velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

Obr. 5.43: Upravená verze textu u bodu 6 doplněná o tab. 1

Účastníci v aplikaci Excel otevírají CSV soubor a nadále v aplikaci pracují, doplňují vzorce a vytvářejí grafy. Pokud by chtěli soubor uložit, je nutné změnit typ souboru na sešit aplikace Excel. Považuji to za důležité v pracovním listě zmínit, aby si účastníci uvědomili různé typy souborů (a jejich omezení, možnosti), přičemž právě CSV soubor neumožňuje uložit veškeré informace, které účastníci v sešitě provedou.

7. Výsledný soubor se HR diagramem uložte jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Sepište protokol a závěr.

Obr. 5.44: Upravený text v bodu 7

3. CSV soubor otevřeme v tabulkovém procesoru Excel. Abychom mohli sestřít HR diagram, potřebujeme znát zářivý výkon hvězdy (nebo absolutní hvězdnou velikost) a efektivní teplotu (nebo spektrální třídu nebo barevný index). Z katalogu použijeme absolutní hvězdnou velikost (musíme vypočítat ze zdánlivé hvězdné velikosti – položka Vmag a vzdálenosti hvězdy) a barevný index (položka B-V).

Vzdálenost hvězdy r zjistíme z paralaxy π pomocí vztahu $r = 1/\pi$, přičemž výsledná hodnota je v parsecích (pc) a π (ve vteřinách) najdeme ve sloupci Plx (hodnota je uvedena v milivteřinách).

Absolutní hvězdnou velikost M spočítáme ze vztahu $M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$, přičemž zdánlivá hvězdná velikost m je ve sloupci Vmag.

Otázka: Jakých hodnot může nabývat paralaxa?

Obr. 5.45: Původní verze textu v bodu 3

Původní verze textu obsahovala pojem „položky“, přestože měly spíše význam názvů sloupců, které obsahovaly příslušné hodnoty. Proto jsem slovo zaměnil za „sloupec“ a u vzdálenosti dopsal informaci o jejím výpočtu z paralaxy, která se nachází ve sloupci Plx.

3. CSV soubor otevřeme v tabulkovém procesoru Excel. Abychom mohli sestřít HR diagram, potřebujeme znát zářivý výkon hvězdy (nebo absolutní hvězdnou velikost) a efektivní teplotu (nebo spektrální třídu nebo barevný index). My použijeme absolutní hvězdnou velikost (musíme vypočítat ze zdánlivé hvězdné velikosti – sloupec Vmag a vzdálenosti hvězdy, kterou vypočítáme z paralaxy – sloupec Plx) a barevný index (sloupec B-V).

Vzdálenost hvězdy r zjistíme z paralaxy π pomocí vztahu $r = 1/\pi$, přičemž výsledná hodnota je v parsecích (pc) a π (ve vteřinách) najdeme ve sloupci Plx (pozor, hodnota je uvedena v milivteřinách).

Absolutní hvězdnou velikost M spočítáme ze vztahu $M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$, přičemž zdánlivá hvězdná velikost m je ve sloupci Vmag.

Otázka: Jakých hodnot může nabývat paralaxa? Zdůvodněte.

Obr. 5.46: Upravená verze textu v bodu 3

Došlo i na upravení, přesněji doplnění otázky v bodu 3. Na základě průzkumu se ukázalo, že účastníci uvedou interval, jakých hodnot může nabývat paralaxa, ale už nedoplní zdůvodnění. Při zdůvodnění by se totiž zamysleli nad správností své odpovědi a nemusely by se objevovat v tak hojně míře nesprávné odpovědi.

4. V Excelu vytvořte XY bodový graf, na vodorovnou osu vyneste „Barevný index“ (sloupec B-V) a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“ (sloupec M), měřítko os přizpůsobte obr. 2. Zvolte vhodnou barvu, tvar a velikost značky.

Obr. 5.47: Upravený text v bodu 4 doplněný o sloupce

V bodu 4 začínají účastníci konstruovat HR diagram. U jednotlivých položek nutných pro sestavení diagramu jsem doplnil informaci o tom, v jakém sloupci účastníci danou hodnotu najdou.

5. Stejný postup zvolte pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Zvolte správné omezení u Plx. Měřítka os zvolte stejná jako na obr. 2.
Dejte pozor na omezení Excelu 2003, max. 65 535 řádek na listu, 32 000 položek pro 2D graf. U Excelu 2007 a 2010 je omezení 1 048 576 řádků, omezení u počtu položek ve 2D grafu zůstává. U Excelu 2007 použijte pouze automatické měřítka os, protože se jinak Excel zasekne!

Obr. 5.48: Text u bodu 5 doplněný o varování na chyby v Excelu

Během přípravy úloh a testování na různých verzích aplikace Excel jsem narazil na některá problematická místa nebo omezení. Považuji za důležité, aby se ty nejdůležitější objevily v pracovním listu, aby se na ně účastníci mohli připravit, x nebo se jim vyvarovat. Jelikož se jedná pouze o dodatečnou informaci, změnil jsem velikost písma, aby se tento text odlišoval od zadání úkolu v bodu 5.

5.4.6 Metodické informace k úloze

1. Žáci se seznámí s katalogem Hipparcos na stránkách Astronomie – Hvězdy – Katalog Hipparcos (astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/137), případně s rozšířeným vyhledáváním v katalogu Hipparcos na stránkách Astronomie – Hvězdy – Katalog Hipparcos – Rozšířené vyhledávání (astronomia.zcu.cz/hvezdy/hipparcos/138).

Vyhledávací formulář obsahuje našeptávač, který může usnadnit nalezení jména (označení) hvězdy. Stránka s jednoduchým formulářem (jedná se pouze o jednu položku – zadání textu) obsahuje i nápovědu, jakým způsobem lze hvězdy vyhledávat. Je možné zadat jméno hvězdy, řecké písmeno a zkratku souhvězdí, číslíci a zkratku souhvězdí nebo název katalogu a číslo.



Obr. 5.49: Úvodní stránka katalogu Hipparcos

Ve výsledku hledání se při nalezení jen jedné hvězdy zobrazí nejenom základní tabulka hodnot z katalogu Hipparcos, ale i výpis z astronomické databáze SIMBAD. Zeleně podbarvené hodnoty jsou mezi katalogy shodné, červeně (nebo bez podbarvení) se hodnoty liší. Astronomická databáze SIMBAD obsahuje aktuální údaje o hvězdách.

Astronomie
ASTRONOMIE PRO KAŽDÉHO

HVĚZDY

Charakteristiky Vývoj hvězd Závěrečná stadia Seskupení Souhvězdí Slunce Katalogy

Obtížnost Testy

VÝSLEDEK VYHLEDÁVÁNÍ

Vyhledávám "Polaris" Nalezeno 1 záznamů (0,7903 s)

Katalog HIPPARCOS

HIP	Označení	Jméno	RAhms	DEdms	Vmag	RAdeg	DEdeg	Plx	pmRA	pmDE	B-V	SpTyp
			h m s	d m s	mag			mas	mas	mas	mag	
11767	α UMI, 1 UMI	Polárka	02 31 47,08	+89 15 50,9	1,97	37,945 146 89	89,264 138 05	7,56	-44,22	-11,74	0,636	F7-III-IV SB

Další alternativní jména: Polaris, Cynosura, Alruccaba, Alruccabah, Phoenix, Lodestar, Pole Star, Tramontana, Angel Stern, Navigatoria, Star of Arcady, Yilduz, Misma, Polymaya, Alrukaba, Kinosura

Astronomická databáze SIMBAD (s písemným souhlasem CDS, Strasbourg)

HIP	Typ	Souřadnice		Vlastní pohyb		Plx	Hvězdná velikost		SpTyp	
		h m s	d m s	mas	mag		mag			
11767	CC*	ICRS (J2000)	RA: 02 31 49,0837	DE: +89 15 50,794	RA: -44,22	7,56	U: -	B: 2,551	V: 2,005	F7-III-IV
		FNS (J2000)	RA: 02 31 49,084	DE: +89 15 50,79	DE: -11,75		R: -	I: -	J: -	
		FK4 (B1950)	RA: 01 49 47,93	DE: +89 01 43,8			H: -	K: -		

Pozn. kontrola SIMBAD databáze provedena 17. 2. 2011, 10:09; poslední aktualizace dat proběhla 17. 2. 2011, 10:09

Obr. 5.50: Výsledek vyhledávání v katalogu Hipparcos

Pro vyhledání většího počtu hvězd lze použít rozšířené vyhledávání v katalogu Hipparcos. Výsledek vyhledávání lze omezit různými parametry, řazení může být podle libovolného parametru vzestupně nebo sestupně. Výsledek lze zobrazit ve formě tabulky nebo uložit jako CSV soubor.

Astronomie
ASTRONOMIE PRO KAŽDÉHO

HVĚZDY

Charakteristiky Vývoj hvězd Závěrečná stadia Seskupení Souhvězdí Slunce Katalogy

Obtížnost Testy

KATALOG HIPPARCOS

Rozšířené vyhledávání

Zobrazit	Seřadit	Sloupec	Omezení	Vysvětlení
☐	☐	HIP	od do	Identifikátor (číslo HIP) (H1)
☐	☐	Souhvězdí		Souhvězdí (zkratka, český, latinský název)
☒	☐	Vmag	od do	mag Johnsonova hvězdná velikost V (H5)
☒	☐	RAdeg	od do	° Rektascenze α ve ° (J1991.25) (H6)
☒	☐	DEdeg	od do	° Deklinace δ ve ° (J1991.25) (H6)
☒	☐	Plx	od do	mas Trigonometrická paralaxa (H11)
☒	☐	pmRA	od do	mas/r Vlastní pohyb v RA (u cos δ) (H12)
☒	☐	pmDE	od do	mas/r Vlastní pohyb v RA δ, ICRS (H13)
☒	☐	B-V	od do	mag Johnsonův barevný index B-V (H7)
☒	☐	HD	od do	HD číslo III/135 (H71)
☒	☐	SpTyp		Spektrální typ (H76)

☐ všechny

Průběh záznamů 50 Řazení

Formát výstupních dat

Obr. 5.51: Rozšířené vyhledávání v katalogu Hipparcos

Otázka: Jaké hodnoty budeme potřebovat pro sestavení HR diagramu?
Informace o HR diagramu jsou k dispozici na adrese
astronomie.zcu.cz/hvezdy/diagram/

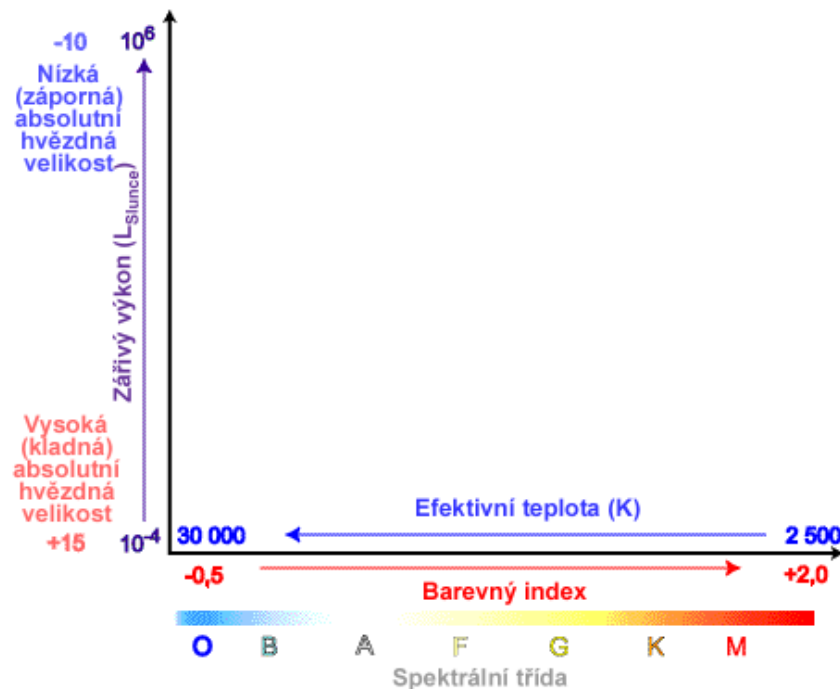
Určitá závislost mezi absolutní hvězdnou velikostí a spektrální třídou hvězd byla nalezena dánským astronomem E. Hertzsprungem již roku 1905 v tabulkové podobě. Vynesení do diagramu, jak ho chápeme v současnosti, je dílem amerického astronoma H. Russella z roku 1913. Diagram je na počest tohoto důležitého počínu pojmenován po svých objevitelích – Hertzsprungův–Russellův diagram. Říká se mu stavová interpretace HR diagramu, sloužil k určování fyzikálního stavu hvězd.

Na vodorovnou osu lze vynášet efektivní teplotu, přičemž je nutné si uvědomit, že neroste zleva doprava, ale klesá, tzn. nejvyšší teplota je vlevo. Jestliže je místo efektivní teploty použito barevného indexu (B–V), potom začíná od záporných hodnot (modrá) na levé straně a pokračuje do pozitivních hodnot (červená) na pravé straně. Třetí možností pro vodorovnou osu je použití spektrální třídy.

Na svislou osu je vynášen zářivý výkon hvězdy. Používá se buď poměrné číslo v porovnání s naším Sluncem, nebo absolutní hvězdná velikost M . Při

používání absolutní hvězdné velikosti si je nutné uvědomit, že nižší nebo více záporná hodnota znamená hvězdu s vyšším zářivým výkonem. Nejjasnější hvězdy jsou proto v horní části HR diagramu, kde se na svislé ose objevuje nejzápornější hodnota absolutní hvězdné velikosti.

V případě hvězdokup je možné použít pozorovanou (zdánlivou) hvězdnou velikost m_V . Toto je možné z toho důvodu, že všechny hvězdy ve hvězdokupě jsou ve skutečnosti ve stejné vzdálenosti a případné změny pozorované hvězdné velikosti odpovídají skutečným rozdílům v zářivém výkonu nebo hmotnosti. Diagram, kde je vynesena pozorovaná hvězdná velikost m_V a barevný index B–V, je také označován jako barevný diagram.



Obr. 5.52: Osy HR diagramu

2. Žáci pomocí Rozšířeného vyhledávání v katalogu Hipparcos vyberou vhodné hvězdy pro vytvoření HR diagramu.

KATALOG HIPPARCOS					
Rozšířené vyhledávání					
Zobrazit	Seřadit	Sloupec	Omezení	Vysvětlení	
☐	☐	HIP	od do	Identifikátor (číslo HIP) (H1)	
☐	☐	Souhvězdí		Souhvězdí (zkratka, český, latinský název)	
☒	☐	Vmag	od do	mag	Johnsonova hvězdná velikost V (H5)
☒	☐	RAdeg	od do	°	Rektascenze α ve ° (J1991.25) (H8)
☒	☐	DEdeg	od do	°	Deklinace δ ve ° (J1991.25) (H9)
☒	☐	Plx	od 10 do	mas	Trigonometrická paralaxa (H11)
☒	☐	pmRA	od do	mas/r	Vlastní pohyb v RA $\mu\text{as/yr}$, ICRS (H12)
☒	☐	pmDE	od do	mas/r	Vlastní pohyb v DE $\mu\text{as/yr}$, ICRS (H13)
☒	☐	B-V	od do	mag	Johnsonův barevný index B-V (H37)
☒	☐	HD	od do	HD číslo III/135	(H71)
☒	☐	SpTyp		Spektrální typ (H76)	
☐	☐	Vynulovat	Smazat	Počet záznamů	vše
☐	☐			Formát výstupních dat	CSV
Hledej					

Obr. 5.53: Rozšířené vyhledávání katalogu Hipparcos se zvýrazněnými oblastmi

Dále nastaví položku „od“ u Plx na „10“, formát výstupních dat „CSV“ a počet záznamů „vše“. Výsledek hledání uloží do zvolené složky. *Tip: Nejdříve je nutné zvolit formát výstupních dat „CSV“. Až potom se totiž zpřístupní všechny položky v nabídce „Počet záznamů“. Zde žáci vyberou možnost „vše“.*

Výsledkem hledání by měl být soubor s 22 982 položkami o velikosti 2 228 kB.

Otázka: Proč je položka „od“ paralaxy nastavena na hodnotu 10?

Úkolem je vybrat všechny hvězdy do vzdálenosti 100 pc. Katalog přímo vzdálenost hvězd neobsahuje. Místo toho lze použít trigonometrickou paralaxu, která je v katalogu pod označením Plx. Roční paralaxa je paralaxa hvězdy, která je způsobena oběhem Země kolem Slunce. Jde o úhel, pod jakým se z dané hvězdy jeví poloměr oběžné dráhy Země. Roční paralaxa se udává v úhlových vteřinách. Čím je hvězda blíže k Zemi, tím je její paralaxa větší. Největší dosud známou paralaxu má hvězda Proxima Centauri – 0,772", což odpovídá vzdálenosti 1,3 pc.

Pro 100 pc je paralaxa 0,01". Do vyhledávacího formuláře se zadává hodnota v milivteřinách²⁴, a proto hodnota 10. Jelikož je paralaxa převrácená hodnota vzdálenosti, je nutné pro nalezení všech hvězd do vzdálenosti 100 pc uvést hodnotu 10 do políčka „od“.

3. Žáci CSV soubor otevřou v tabulkovém procesoru Excel. Aby mohli sestavit HR diagram, potřebují znát zářivý výkon hvězdy (nebo absolutní hvězdnou velikost) a efektivní teplotu (nebo spektrální třídu nebo barevný index). Z katalogu lze použít absolutní hvězdnou velikost (musí vypočítat ze zdánlivé hvězdné velikosti – položka Vmag a vzdálenosti hvězdy) a barevný index (položka B-V).

Vzdálenost hvězdy r zjistí z paralaxy π pomocí vztahu $r = 1/\pi$, přičemž výsledná hodnota je v parsecích (pc) a π (ve vteřinách) najdeme ve sloupci Plx (hodnota je uvedena v milivteřinách).

Absolutní hvězdnou velikost M spočítají ze vztahu $M = m + 5[1 - \log(r)]$, přičemž zdánlivá hvězdná velikost m je ve sloupci Vmag.

²⁴ Vteřina je jednou z jednotek úhlu, jedna šedesátina úhlové minuty nebo 1/3600 úhlového stupně. Pro úhlovou vteřinu se používá značka ". V anglickém jazyce se používá zkratka arcsec (arcsecond). Pro tisíciny vteřiny lze použít předponu mili. Platí, že jedna tisícina úhlové vteřiny je jedna úhlová milivteřina. V anglickém jazyce se používá zkratka mas (milliarcsecond).

Microsoft Excel - data_22982polozek_2228kb

Nápověda – zadejte dotaz

100%

Anal

Vyhledáno dle Plx(≥ 10)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Astronomie, katalog HIPPARCOS, 12 53 56, 23. 2. 2011															
2	Vyhledáno nalezeno 22 982 záznamů															
3																
4	HIP	označení	jméno hvězdy	RAhms	DEdms	Vmag	RAdeg	DEdeg	Plx	pmRA	pmDE	B-V	HD	SpType	souhvězdí	
5	2		00 00 00,91	-19 29 55,8	9,27	0,0038	-19,499	21,9	181,21	-0,93	0,999	224690	K3V			
6	6		00 00 04,36	+03 56 47,4	12,31	0,0181	3,94649	18,8	226,29	-12,84	1,336		MDV			
7	7		00 00 05,41	+20 02 11,8	9,64	0,0225	20,0366	17,74	-208,12	-200,79	0,74		G0			
8	10		00 00 08,70	-50 52 01,5	8,59	0,0363	-50,867	10,76	42,23	40,02	0,489	224717	F6V			
9	18		00 00 12,75	-04 03 13,5	11,03	0,0531	-4,0537	19,93	-127,22	23,78	1,567		K5			
10	20		00 00 15,11	+23 31 45,4	8,51	0,063	23,5293	10,76	36	-22,98	0,516	224723	G0			
11	23		00 00 17,86	+13 18 44,0	7,57	0,0744	13,3122	12,21	54,15	9,65	0,456	224742	F2V			
12	25		00 00 19,05	-44 17 25,1	6,28	0,0794	-44,29	13,74	58,36	-108,64	0,763	224750	G3IV			
13	34		00 00 23,87	+26 55 05,7	6,43	0,0995	26,9182	12,71	42,2	-53,47	0,514	224758	F7,5IV-V			
14	38		00 00 26,65	-79 03 42,6	8,65	0,111	-79,062	23,84	162,3	-62,4	0,778	224752	G6V			
15	39		00 00 26,85	-16 41 48,9	7,46	0,1119	-16,697	10,98	169,72	-32,54	0,475	224763	F3V			
16	45		00 00 32,21	-72 12 09,8	9,59	0,1342	-72,203	15,1	-37,2	-2,78		224766	G6/G8V			
17	47		00 00 32,45	-56 50 06,9	10,78	0,1352	-56,836	24,45	-44,21	-145,9	1,15		K3V			
18	50		00 00 34,29	-53 05 51,6	6,49	0,1429	-53,098	16,89	52,98	-20,52	0,616	224782	G1IV			
19	54		00 00 36,40	+17 58 08,2	10,57	0,1517	17,969	20,97	367,14	-19,49	1,03		M			
20	55		00 00 37,88	-66 40 59,2	7,4	0,1578	-66,683	14,66	162,88	-28,82	0,551	224783	G2IV/V			
21	57		00 00 40,39	-69 40 32,9	8,27	0,1683	-69,676	33,89	-40,97	-67,59	0,863	224789	K2V			
22	58		00 00 41,70	+62 10 33,6	7,05	0,1738	62,176	26,06	-46,95	-43,9	0,52	224792	G0			
23	65		00 00 45,11	-54 49 49,2	11	0,188	-54,83	16,98	-205,14	-75,34	1,147					
24	68		00 00 48,15	+16 59 20,3	8,79	0,2006	16,989	31,8	-99,69	-315,9	0,94	224808	K0			
25	72		00 00 52,67	-12 49 43,2	8,97	0,2195	-12,829	10,63	185,34	-119,65	0,671	224810	G3/G5V			
26	74		00 00 53,25	+35 45 09,8	9,93	0,2219	35,7527	24,22	157,73	-40,31	1,068		K5			
27	80		00 00 58,03	-11 49 24,7	8,4	0,2418	-11,824	15,59	419,04	-82,83	0,566	224817	G2V			
28	81		00 00 58,53	-04 55 55,6	8,57	0,2439	-4,9321	23,43	-184,7	-172,67	0,642	224826	G5			
29	84		00 01 00,43	+27 53 10,8	9,61	0,2518	27,8863	18,9	225,55	-5,46	0,852		K0			
30	93		00 01 10,13	-00 04 33,3	8,12	0,2922	-0,0759	16,74	54,94	-73,28	0,619	224839	F8V			
31	94		00 01 10,76	-32 45 24,5	10,1	0,2949	-32,757	10,48	50,32	-12,69	0,644		G2			
32	96		00 01 13,17	+13 58 29,1	10,46	0,3049	13,9747	19,83	20,59	139,82	1,36		M0			

data_22982polozek_2228kb

123

Obr. 5.54: Výsledný soubor obsahující seznam hvězd do vzdálenosti 100 pc

Do tabulky přidáme nové sloupce G a K, kam vložíme výpočet absolutní hvězdné velikosti a vzdálenosti.

Vzorec pro vzdálenost (sloupec K): $=1/(J5/1000)$

Vzorec pro absolutní hvězdnou velikost (sloupec G): $=F5+5*(1-LOG(K5))$

Vzorce zkopírujeme v obou sloupcích pro všechny hodnoty. *Tip: Lze označit celý sloupec a stisknutí Ctrl+D, tím se vzorec zkopíruje do všech označených buněk.*

Microsoft Excel - data_22982polozek_2228kb

SouborÚpravyVzhledVložitFormátNástrojeDataOznoNápověda

100%

Anal

Vyhledáno dle Plx(≥ 10)

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	
1	Astronomie, katalog HIPPARCOS, 12 53 56, 23. 2. 2011																
2	Vyhledáno nalezeno 22 982 záznamů																
3																	
4	HIP	označení	jméno hvězdy	RAhms	DEdms	Vmag	M	RAdeg	DEdeg	Plx	r	pmRA	pmDE	B-V	HD	SpType	souhvězdí
5	2			00 00 00,91	-19 29 55,8	9,27	5,972	0,0038	-19,499	21,9	45,662	181,21	-0,93	0,999	224690	K3V	
6	6			00 00 04,36	+03 56 47,4	12,31	8,681	0,0181	3,94649	18,8	53,191	226,29	-12,84	1,336		MDV	
7	7			00 00 05,41	+20 02 11,8	9,64	5,885	0,0225	20,0366	17,74	56,37	-208,12	-200,79	0,74		G0	
8	10			00 00 08,70	-50 52 01,5	8,59	3,749	0,0363	-50,867	10,76	92,937	42,23	40,02	0,489	224717	F6V	
9	18			00 00 12,75	-04 03 13,5	11,03	7,528	0,0531	-4,0537	19,93	50,176	-127,22	23,78	1,567		K5	
10	20			00 00 15,11	+23 31 45,4	8,51	3,669	0,063	23,5293	10,76	92,937	36	-22,98	0,516	224723	G0	
11	23			00 00 17,86	+13 18 44,0	7,57	3,004	0,0744	13,3122	12,21	81,9	54,15	9,65	0,456	224742	F2V	
12	25			00 00 19,05	-44 17 25,1	6,28	1,97	0,0794	-44,29	13,74	72,78	58,36	-108,64	0,763	224750	G3IV	
13	34			00 00 23,87	+26 55 05,7	6,43	1,951	0,0995	26,9182	12,71	78,678	42,2	-53,47	0,514	224758	F7,5IV-V	
14	38			00 00 26,65	-79 03 42,6	8,65	5,537	0,111	-79,062	23,84	41,946	162,3	-62,4	0,778	224752	G6V	
15	39			00 00 26,85	-16 41 48,9	7,46	2,863	0,1119	-16,697	10,98	91,075	169,72	-32,54	0,475	224763	F3V	
16	45			00 00 32,21	-72 12 09,8	9,59	5,485	0,1342	-72,203	15,1	66,225	-37,2	-2,78		224766	G6/G8V	
17	47			00 00 32,45	-56 50 06,9	10,78	7,721	0,1352	-56,836	24,45	40,9	-44,21	-145,9	1,15		K3V	
18	50			00 00 34,29	-53 05 51,6	6,49	2,628	0,1429	-53,098	16,89	59,207	52,98	-20,52	0,616	224782	G1IV	
19	54			00 00 36,40	+17 58 08,2	10,57	7,178	0,1517	17,969	20,97	47,687	367,14	-19,49	1,03		M	
20	55			00 00 37,88	-66 40 59,2	7,4	3,231	0,1578	-66,683	14,66	68,213	162,88	-28,82	0,551	224783	G2IV/V	
21	57			00 00 40,39	-69 40 32,9	8,27	5,92	0,1683	-69,676	33,89	29,507	-40,97	-67,59	0,863	224789	K2V	
22	58			00 00 41,70	+62 10 33,6	7,05	4,13	0,1738	62,176	26,06	38,373	-46,95	-43,9	0,52	224792	G0	
23	65			00 00 45,11	-54 49 49,2	11	7,15	0,188	-54,83	16,98	58,893	-205,14	-75,34	1,147			
24	68			00 00 48,15	+16 59 20,3	8,79	6,302	0,2006	16,989	31,8	31,447	-99,69	-315,9	0,94	224808	K0	
25	72			00 00 52,67	-12 49 43,2	8,97	4,103	0,2195	-12,829	10,63	94,073	185,34	-119,65	0,671	224810	G3/G5V	
26	74			00 00 53,25	+35 45 09,8	9,93	6,851	0,2219	35,7527	24,22	41,288	157,73	-40,31	1,068		K5	
27	80			00 00 58,03	-11 49 24,7	8,4	4,364	0,2418	-11,824	15,59	64,144	419,04	-82,83	0,566	224817	G2V	
28	81			00 00 58,53	-04 55 55,6	8,57	5,419	0,2439	-4,9321	23,43	42,68	-184,7	-172,67	0,642	224826	G5	
29	84			00 01 00,43	+27 53 10,8	9,61	5,992	0,2518	27,8863	18,9	53,91	225,55	-5,46	0,852		K0	
30	93			00 01 10,13	-00 04 33,3	8,12	4,239	0,2922	-0,0759	16,74	69,737	54,94	-73,28	0,619	224839	F8V	
31	94			00 01 10,76	-32 45 24,5	10,1	5,202	0,2949	-32,757	10,48	95,42	50,32	-12,69	0,644		G2	
32	96			00 01 13,17	+13 58 29,1	10,46	6,947	0,3049	13,9747	19,83	50,429	20,59	139,82	1,36		MD	

data_22982polozek_2228kb

KresleníAutomatické tvary

123

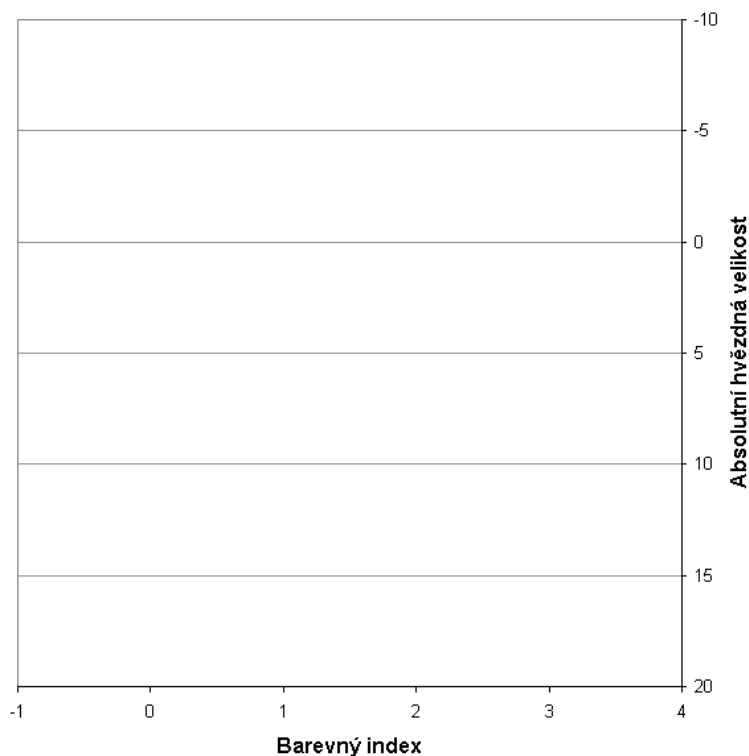
Otázka: Jakých hodnot může nabývat paralaxa?

Paralaxa je převrácená hodnota vzdálenosti, která může nabývat pouze kladných čísel. Paralaxa může obecně nabývat hodnot větších než 0. Shora je ovšem prakticky omezena nejbližší hvězdou, která má paralaxu 0,772 úhlová milivteřina (mas).

Přesto lze najít v katalogu u některých objektů záporné hodnoty, rozsah paralax v katalogu je totiž od -55 mas do $+772,33$ mas.

S tímto úzce souvisí i možná otázka ze strany žáků, jaká nejmenší kladná paralaxa byla naměřena, resp. jaká nejvzdálenější hvězda byla detekována pomocí sondy HIPPARCOS. V publikacích se totiž objevují různé hodnoty. Pokud odpověď převedeme na otázku úhlu, platí, že 1 mas odpovídá vzdálenosti 1000 pc. V katalogu nalezneme velmi malé paralaxy, např. 0,1 mas, což by formálně odpovídalo vzdálenosti 10 000 pc. Existují dokonce i záporné paralaxy, které fyzicky neznamenají nic. Důležitým bodem je přesnost těchto odhadů. Pokud naměříme 0,1 mas a přesnost je 1 mas, neznamená to, že vzdálenost je 10 000 pc. Na jednoduchou otázku „jaká je maximální změřená vzdálenost“ není snadná odpověď. Záleží na přesnosti, jakou akceptujeme. Pokud budeme chtít vzdálenosti s přesností 10 %, pro typickou přesnost měření 1 mas musíme uvažovat hvězdy s paralaxou větší než 10 mas, což představuje 100 pc od Slunce. Jestliže akceptujeme 5 %, můžeme rozšířit naše měření na 200 pc. Ne všechny hvězdy v těchto vzdálenostech byly měřeny sondou HIPPARCOS, takže katalog nebude v tomto směru úplný.

4. Žáci v aplikaci Excel vytvoří XY bodový graf, na vodorovnou osu vynesou „Barevný index“ a na svislou „Absolutní hvězdná velikost“, měřítko os přizpůsobí Obr. 5.56 (dle obr. 2 v pracovním listu žáka). Žáci zvolí vhodnou barvu, tvar a velikost značky.



Obr. 5.56: HR diagram, popis a měřítko os

Postup při vytváření grafu v aplikaci **Excel 2003** je následující:

Odstraníme řádky 1–3

Označíme sloupce G a N

Vložit – Graf..

Průvodce grafem (1/4) – typ grafu

záložka Standardní typy

Typ grafu: XY bodový

Podtyp grafu: Bodový

Průvodce grafem (2/4) – zdrojová data grafu

záložka Oblast dat

Řady tvoří: Sloupce

záložka Řada

Název: ="HR diagram"

Hodnoty X: =data_22982polozek_2228kb!\$N\$2:\$N\$22986

Hodnoty Y: =data_22982polozek_2228kb!\$G\$2:\$G\$22986

Průvodce grafem (3/4) – možnosti grafu

záložka Názvy

Název grafu: (vymazat)

Osa X (hodnoty): Barevný index

Osa Y (hodnoty): Absolutní hvězdná velikost

záložka Legenda

Zobrazit legendu (odškrtnout)

Průvodce grafem (4/4) – umístění grafu

Graf umístit jako nový list

Svislá osa

záložka Měřítko – Hodnoty v obráceném pořadí, minimum=-10, maximum=20,

Osa X protíná osu Y v maximální hodnotě

Vodorovná osa

záložka Měřítko – Hlavní jednotka=1, Vedlejší jednotku vypnout,

Osa Y protíná osu X v maximální hodnotě

Formát názvu osy – Písmo – Velikost=12

Formát zobrazované oblasti – záložka Vzorky – Plocha=žádná

Formát datové řady – záložka Vzorky – Značka – Velikost=2 body, Popředí,

Pozadí = zvolit světlejší barvu, Styl=kolečko

Postup při vytváření grafu v aplikaci **Excel 2007** nebo **2010** je následující:

Odstraníme řádky 1–3

Označíme sloupce G a N

Vložení – Grafy – Bodový – Bodový pouze se značkami

Nástroje grafu – Návrh – Přesunout graf – Nový list

Nástroje grafu – Návrh – Vybrat data – Položky legendy (řady) – Upravit

Upravit řady – Hodnoty X řad: data_22982polozek_2228kb!\$N\$2:\$N\$22986
– Hodnoty Y řad: data_22982polozek_2228kb!\$G\$2:\$G\$22986

Svislá osa

Formát osy – Možnosti osy – Minimum = –10, Maximum = 20

(v Excel 2007 je chyba, dochází ke snížení výkonu při zobrazení grafu, pokud obsahuje velký počet datových bodů a hodnoty osy Y jsou pevné, proto doporučuji nechat automatické)

Hodnoty v obráceném pořadí,

Vodorovná osa protíná: Maximální hodnota na ose

Vodorovná osa

Formát osy – Možnosti osy – Hlavní jednotka = 1,

Svislá osa protíná: Maximální hodnota na ose

Formát datové řady

Možnosti značek – Typ značky – Předdefinované, typ = kolečko, velikost = 2

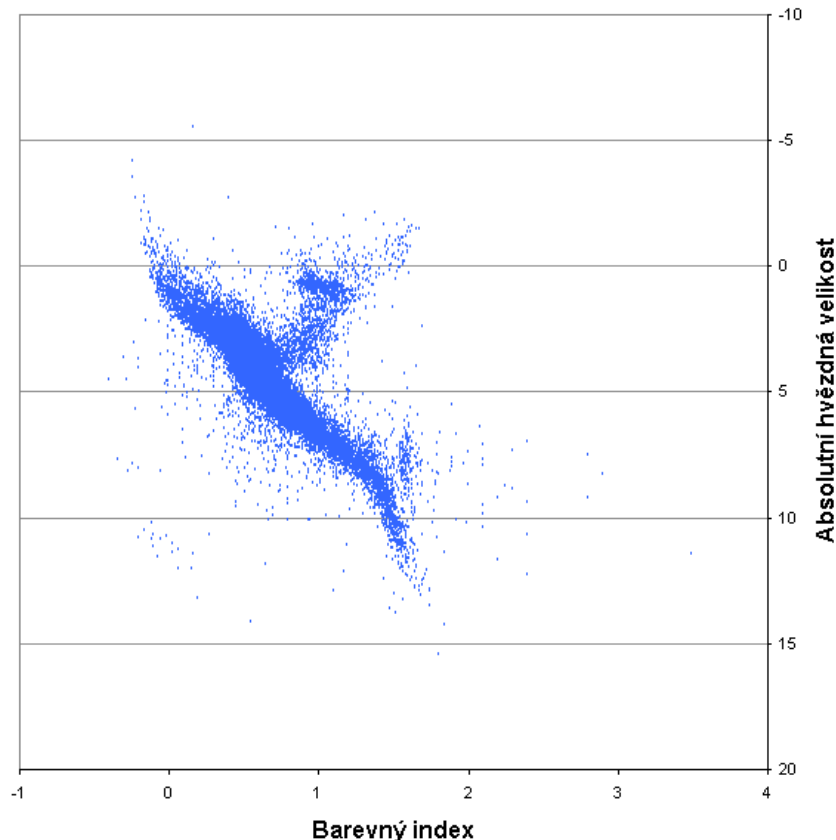
Smazat legendu

Název grafu = HR diagram hvězd do 100 pc

Nástroje grafu – Rozložení – Názvy os

Název hlavní vodorovné osy – Název pod osou = Barevný index

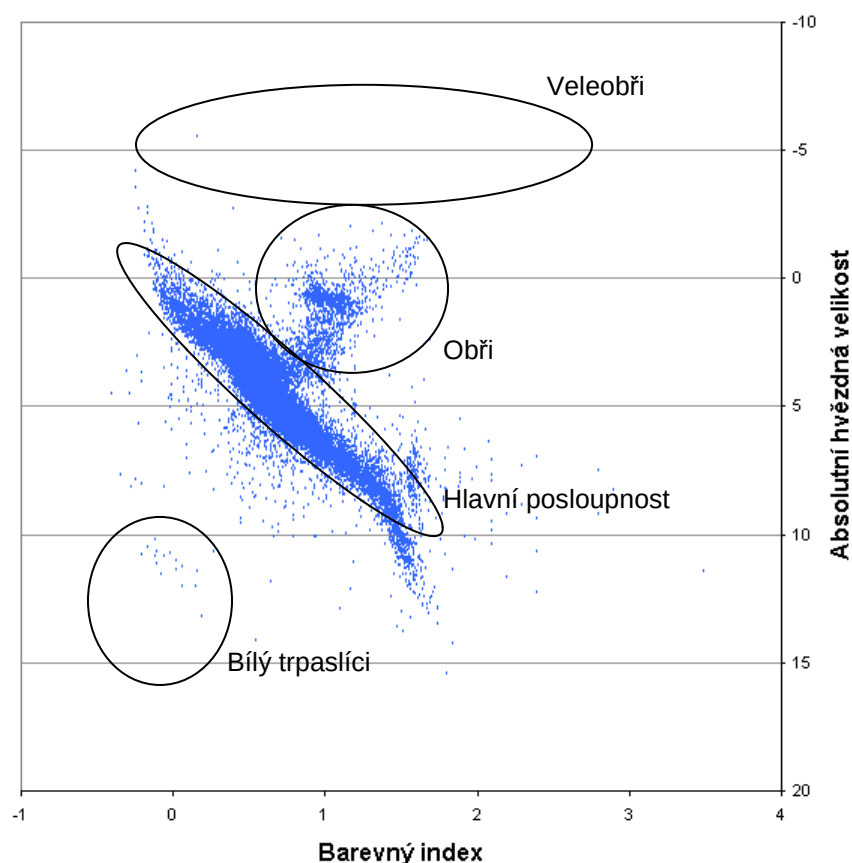
Název hlavní svislé osy – Otočený název = Absolutní hvězdná velikost



Obr. 5.57: Výsledný HR diagram hvězd do 100 pc

Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu?
 Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

V HR diagramu nejbližších hvězd do vzdálenosti 100 pc na Obr. 5.57 je zobrazeno celkem 22 982 hvězd. Počet hvězd můžeme vyčíst z názvu souboru, který nám nabídne rozšířené vyhledávání katalogu Hipparcos nebo z počtu řádků v aplikaci Excel, kde je nutné dát pozor na odečtení řádků představující hlavičku souboru.



Obr. 5.58: HR diagram do 100 pc s popsanými jednotlivými oblastmi

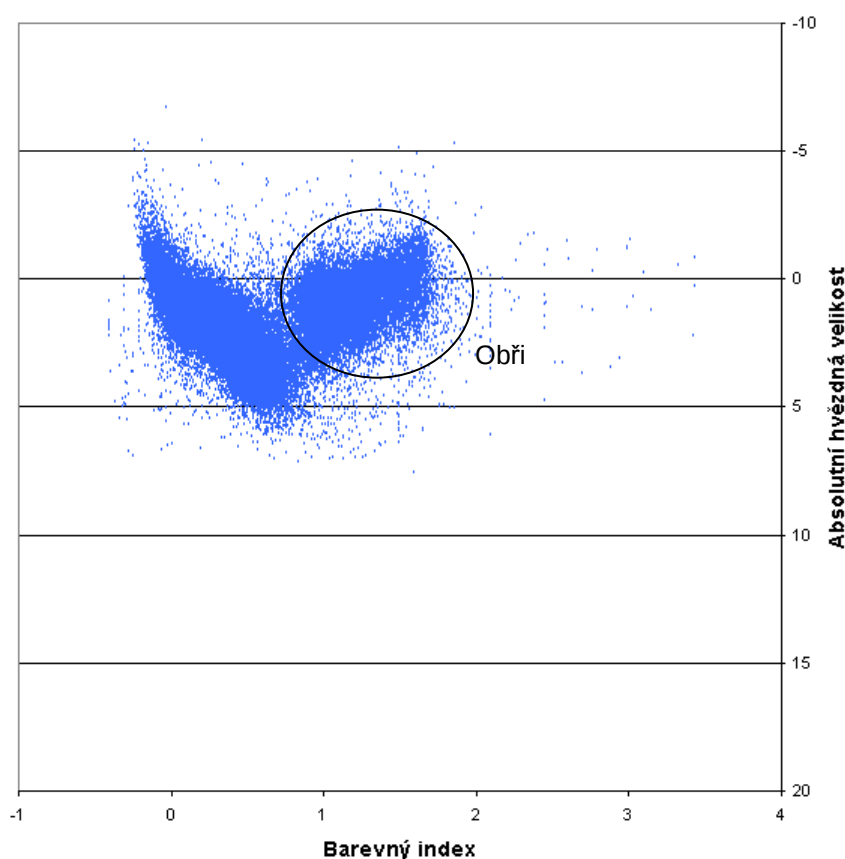
- Stejný postup žáci zvolí pro získání HR diagramu hvězd, které se nacházejí ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc od nás. Žáci zvolí správné omezení u Plx. U Excelu 2003 dejte pozor na omezení (max. 65 535 řádek v listu, 32 000 položek ve 2D grafu). U Excelu 2007 a vyšší verze je počet maximální počet řádků 1 048 576, počet položek ve 2D grafu je 32 000 položek.

Omezení u Plx je: od 2,5 mas do 10 mas

Výsledkem hledání by měl být soubor s 65 740 položkami o velikosti 6 235 kB.

U souboru se s ohledem na omezení aplikace Excel 2003 neotevře posledních 205 položek, což není na závadu. Pokud použijeme stejná pravidla jako v bodu 4, dostaneme graf dle Obr. 5.59. S ohledem na další omezení aplikace Excel 2003 a 2007, 32 000 položek ve 2D grafu, musíme rozdělit graf do více řad. Pokud použijeme pouze 2 řady, nezobrazíme dalších 1 535 hvězd. U aplikace Excel 2010 a vyšší verze tato omezení nejsou.

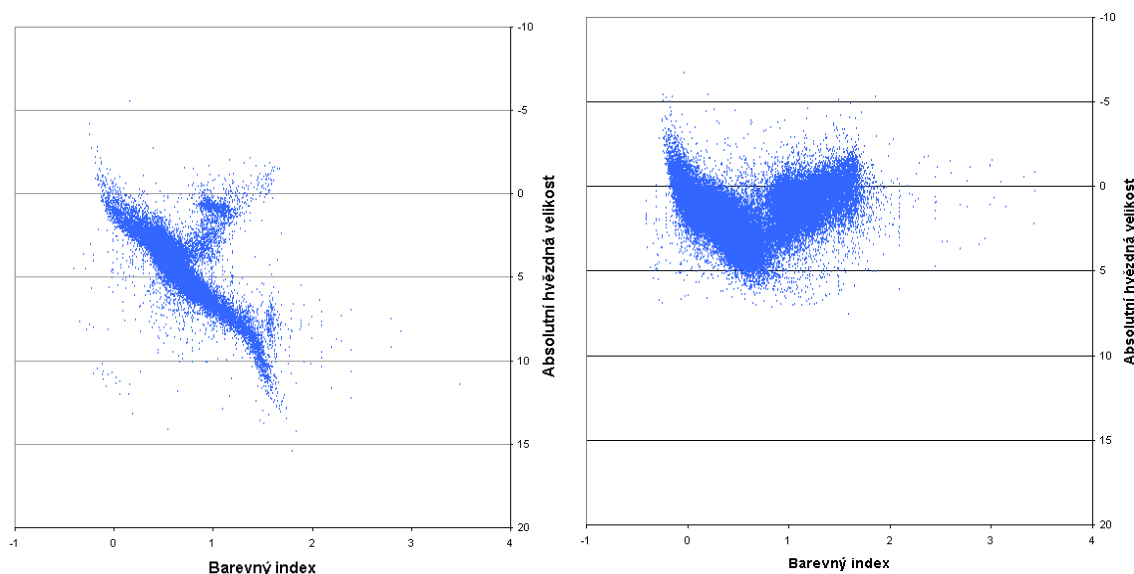
V aplikaci Excel 2007 je chyba, dochází ke snížení výkonu při zobrazení grafu, pokud obsahuje velký počet datových bodů a hodnoty osy Y jsou pevné (nikoli automatické, jak nabízí výchozí nastavení). Proto doporučuji nechat automatické. Abychom dosáhli stejného měřítka jako u HR diagramu hvězd do 100 pc, přidáme do dat dvě umělé hvězdy (položky), kde zvolíme $HIP = 0$, $B-V = 0$, $M = 5$ a $HIP = 0$, $B-V = 0$, $M = 15$. Tyto dva řádky vložíme jako novou řadu a nezobrazíme datovou značku, nastavíme na barvu pozadí. Tím se měřítko grafu automaticky upraví na námi požadované hodnoty.



Obr. 5.59: HR diagram hvězd ve vzdálenosti 100 pc až 400 pc

Otázka: Je mezi HR diagramy blízkých a vzdálených hvězd rozdíl? Proč?

Mezi HR diagramy je velký rozdíl. U HR diagramu blízkých hvězd se nám zobrazí téměř celá hlavní posloupnost. U HR diagramu vzdálených hvězd se naopak objevují hvězdy s barevným indexem 0–2 a absolutní hvězdné velikosti větší než +5, převládají obři. Naopak zcela chybějí bílí trpaslíci a méně jasné hvězdy.



Obr. 5.60: Porovnání HR diagramů, vlevo do 100 pc, vpravo mezi 100 pc a 400 pc

Uplatňuje se zde tzv. výběrový efekt, jev, který vzniká tím, že při studiu daného souboru se z objektivních příčin preferují prvky určitých vlastností. Je nutné si tuto skutečnost uvědomit a nedělat na základě zobrazených grafů předčasné závěry. Představme si následující situaci: „Jsme rybáři a lovíme na mělčině. Máme k dispozici síť s velikostí ok 10 cm. Na mělčinu nepřiplouvají žádné velké ryby, takže jsme žádnou neulovili. Naopak malé, několikacentimetrové rybky se v naší síti nezachytí. Během celého rybolovu jsme nalovili tuny ryb (mohlo by se zdát, že máme velký vzorek dat), ale všechny mají rozměry 20 cm až 50 cm.“ Jaký z toho můžeme učinit závěr? V moři nežijí ani velké, ani malé ryby! Není ovšem tento úsudek špatný? Podobně špatný úsudek bychom mohli učinit při pohledu na HR diagram vzdálených hvězd, kde nám chybějí méně jasné hvězdy a naopak se objevilo více obrů. Když si ovšem uvědomíme existenci výběrového efektu, naše úsudky můžeme poopravit.

6. Do HR diagramu nejbližších hvězd žáci zanesou polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Seznam nejjasnějších hvězd získáme seřazením seznamu hvězd do vzdálenosti 100 pc pomocí sloupce Vmag (sloupec F) vzestupně (od nejmenšího k největšímu).

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Barevný index	Spektrální třída	Souhvězdí
Slunce	-26,74	4,83	-	-	0,647	G2V	-
Sirius	-1,44	1,45	0,3792	2,64	0,009	A0m...	Malý pes
Canopus	-0,62	-5,53	0,0104	95,9	0,164	F0Ib	Lodní kýl
Arktur	-0,05	-0,31	0,0889	11,3	1,239	K2IIIp	Pastýř
Rigel Kentaurus	-0,01	4,34	0,7421	1,35	0,71	G2V	Kentaur
Vega	0,03	0,58	0,1289	7,76	-0,001	A0Vvar	Lyra

Tab. 5.6: Seznam pěti nejjasnějších hvězd a Slunce

* absolutní hvězdnou velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5[1 - \log(r)]$$

** vzdálenost lze určit z paralaxy, $r = 1/\pi$

Hvězdy uvedené v Tab. 5.6 zaneseme do HR diagramu přidáním řady dat do grafu, přičemž seznam nejjasnějších hvězd jsme vložili do listu „Stars“. Pro každou hvězdu vytvoříme novou řadu, to nám umožní přidat jméno hvězdy do grafu.

Postup při přidávání nové řady grafu v aplikaci **Excel 2003** je následující:

V grafu klikneme levým tlačítkem myši a zvolíme Zdrojová data. Zde dáme Přidat a jednotlivé položky vyplníme následující způsobem:

Název: =Stars!\$C\$2

Hodnoty X: =Stars!\$N\$2

Hodnoty Y: =Stars!\$G\$2

U každého takto vloženého bodu změním Formát datové řady, záložka Popisky dat, položka Název řady=zaškrtnout. Můžeme změnit tvar a barvu značky.

Postup při přidávání nové řady grafu v aplikaci **Excel 2007** nebo **2010** je následující:

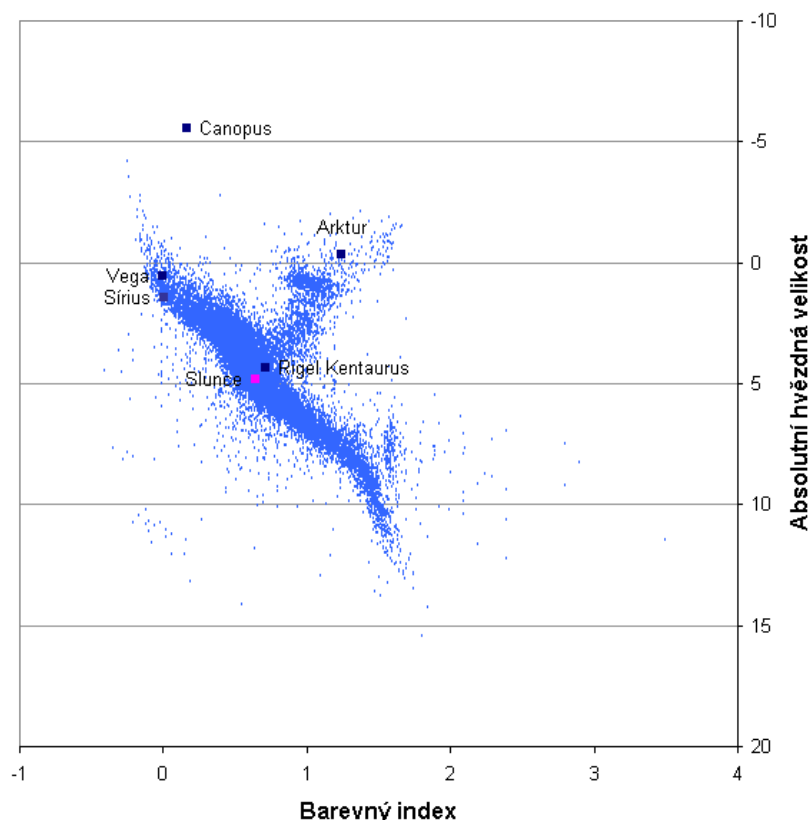
Nástroje grafu – Návrh – Vybrat data – Položky legendy (řady) – Přidat

Název řady: =Stars!\$C\$2

Hodnoty X řad: =Stars!\$N\$2

Hodnoty Y řad: =Stars!\$G\$2

U každého takto vloženého bodu zvolíme Přidat popisky dat. V nabídce Formát popisků dat zaškrtneme v Možnosti štítku, Obsah popisku volbu Název řady a odškrtneme Hodnota Y. Můžeme změnit tvar a barvu značky.



Obr. 5.61: HR diagram blízkých hvězd doplněný o polohy zdánlivě nejjasnějších hvězd

Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

Slunce: hvězda hlavní posloupnosti, spektrální třída G2V
 Sirius: hvězda hlavní posloupnosti, spektrální třída A1V (dle SIMBAD)
 Canopus: veleobr (65 poloměrů Slunce), spektrální třída F0II
 Arktur: červený obr (26 poloměrů Slunce), spektrální třída K1.5III
 Rigel Kentaurus: hvězda hlavní posloupnosti, spektrální třída G2V
 Vega: hvězda hlavní posloupnosti, spektrální třída A0V

Veleobr – velmi hmotná hvězda s hmotností 10–70 Sluncí, velikostí dosahují 1000 průměrů Slunce (teoreticky až k oběžné dráze Jupiteru), vzhledem ke své extrémní hmotnosti mají velice krátký život (10 až 50 milionů let). Často se vyskytují v otevřených hvězdokupách v ramenech spirálních a nepravidelných galaxií. Méně se vyskytují v eliptických galaxiích a kulových hvězdokupách, které jsou složené ze starších hvězd.

Červený obr – dosti zářivá hvězda, která se nachází v pozdní fázi svého hvězdného vývoje, ve svém jádru již přeměnila většinu vodíku na helium. Následkem dalších pochodů uvnitř hvězdy dochází k rozepnutí vnějších vrstev a hvězda tak mnohonásobně zvětší svou velikost. Červený obr je pozdní fází hvězd o menších až středních hmotnostech (od 0,5 do 5 hmotností Slunce) a spektrálních tříd A a G během jejich hlavní posloupnosti.

7. Výsledný soubor s HR diagramem žáci uloží jako sešit aplikace Excel do stanovené složky. Žáci sepiší protokol a závěr.

V závěru žáci popíší průběh řešení úlohy, zmíní problematická místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné, že žáci navrhnou vylepšení úlohy či jiný postup, než je popsán v tomto návodu.

Během provádění praktické úlohy mohou nastat některé nepříjemné situace, na které by se měl učitel připravit:

Nedostatek času

- žáci mohou dodělat některé části (např. HR diagram hvězd mezi 100 pc a 400 pc) jako domácí úkol

Nefunkční internet nebo webové stránky Astronomia

- je vhodné mít připravené např. na flash disku nebo intranetu CSV soubory získané z katalogu, tzn. soubory „data_22982polozek_2228kb.csv“ a „data_65740polozek_6235kb.csv“

Nedostatečný výkon počítače pro zobrazení grafů

- zejména je nutné dát pozor na omezení některých verzí aplikace Excel 2007 u zobrazení grafu, doporučuji ponechat hodnotu osy Y na automatické volbě

Neznalost žáků práce s Excelem

- žáci by měli zvládnout základní operace, jako je vložení vzorce do buňky a vytvoření grafu včetně základních úkonů s nimi, jako je změna osy, přidání popisků apod.

Nedostupnost počítačové učebny

- bez výpočetní techniky tato úloha postrádá smysl, hlavní význam spočívá v použití katalogů astronomických objektů a následná práce s daty; modifikace úlohy bez použití počítače není bohužel možná

Na žáky nejsou obecně kladeny vysoké nároky na znalosti, nicméně pro hladký průběh hodiny doporučuji následující vědomosti:

- základní znalost práce s prohlížečem a internetem (vložení adresy, uložení souboru, práce se složkami)
- základní znalost aplikace Excel (seřazení dat, vložení vzorců do buněk, tvorba grafů)
- základní znalost astronomických pojmů (hvězdná velikost, paralaxa)

5.5 Analýza pracovních úloh

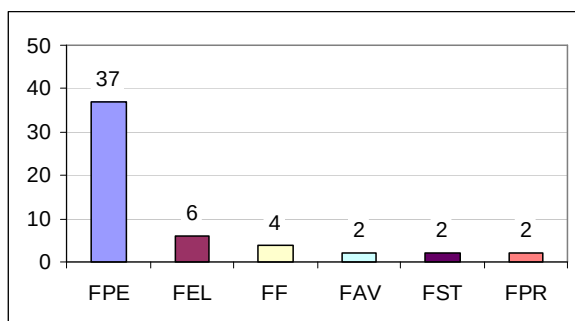
Pracovní úlohy jsem v březnu a dubnu 2011 testoval na žácích středních škol, studentech vysoké školy a učitelích fyziky (základních a středních škol). Praktická realizace úloh byla uskutečněna za jistých kompromisních podmínek. Účastníky jsem měl k dispozici pouze omezený čas, a proto jsem teorii i samotné provádění pracovních úloh musel stihnout během dvou vyučovacích hodin, což se z časového hlediska ukázalo jako krajně nedostačující. Některé výsledky mohou být tímto ovlivněné a závěry proto mírně zkreslené.

Střední školy

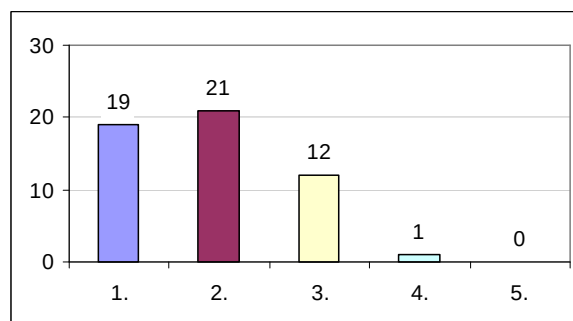
Testování úloh se zúčastnilo celkem 26 žáků středních škol prvního či druhého ročníku případně ekvivalentů víceletých gymnázií – 31 % dívek a 69 % chlapců. Žáci měli jisté povědomí o astronomii, protože se jednalo o úspěšné řešitele školního kola 8. ročníku astronomické olympiády, kategorie C-D. Jak bude uvedeno dále, na výsledcích se to bohužel moc neprojevovalo. Žáci byli nejenom z plzeňských gymnázií, ale i z Karlových Varů, Ostrova, Chebu a Plzně.

Vysoká škola

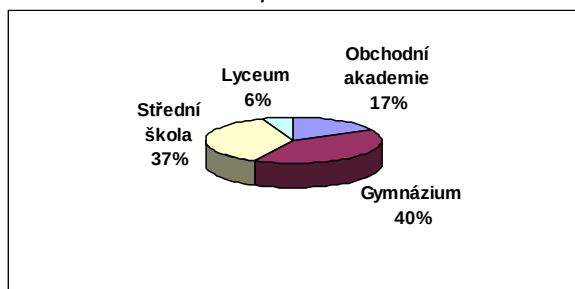
Kromě žáků středních škol jsem pro testování použil i studenty vysoké školy. Celkem se testování praktických úloh zúčastnilo 53 studentů, nejvíce jich bylo z Fakulty pedagogické (70 %), následované Fakultou elektrotechnickou (11 %). Zastoupení ostatních fakult (filozofické, aplikovaných věd, strojní a právnické) bylo nevýrazné, pohybovalo se mezi 2–4 %. Jednalo se převážně (75 %) o studenty prvního nebo druhého ročníku, jejichž středoškolským vzděláním je gymnázium (40 %), střední škola (37 %), obchodní akademie nebo lyceum.



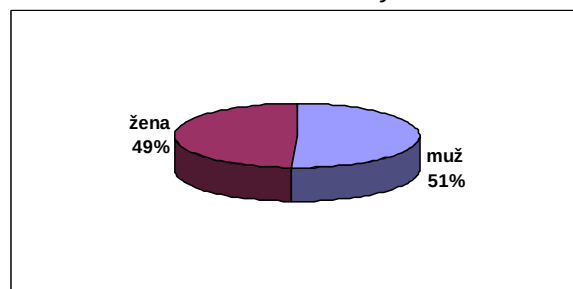
Obr. 5.62: Zastoupení fakult na testování



Obr. 5.63: Ročník testovaných studentů



Obr. 5.64: Vystudovaná střední škola studentů



Obr. 5.65: Zastoupení mužů a žen mezi studenty

5.5.1 Hledání nejjasnějších hvězd

1. Spustíte program Stellarium a provedíte základní nastavení (pokud není nainstalován, lze najít na www.stellarium.org)

V menu „Poloha“ (F6) zadejte dané místo.

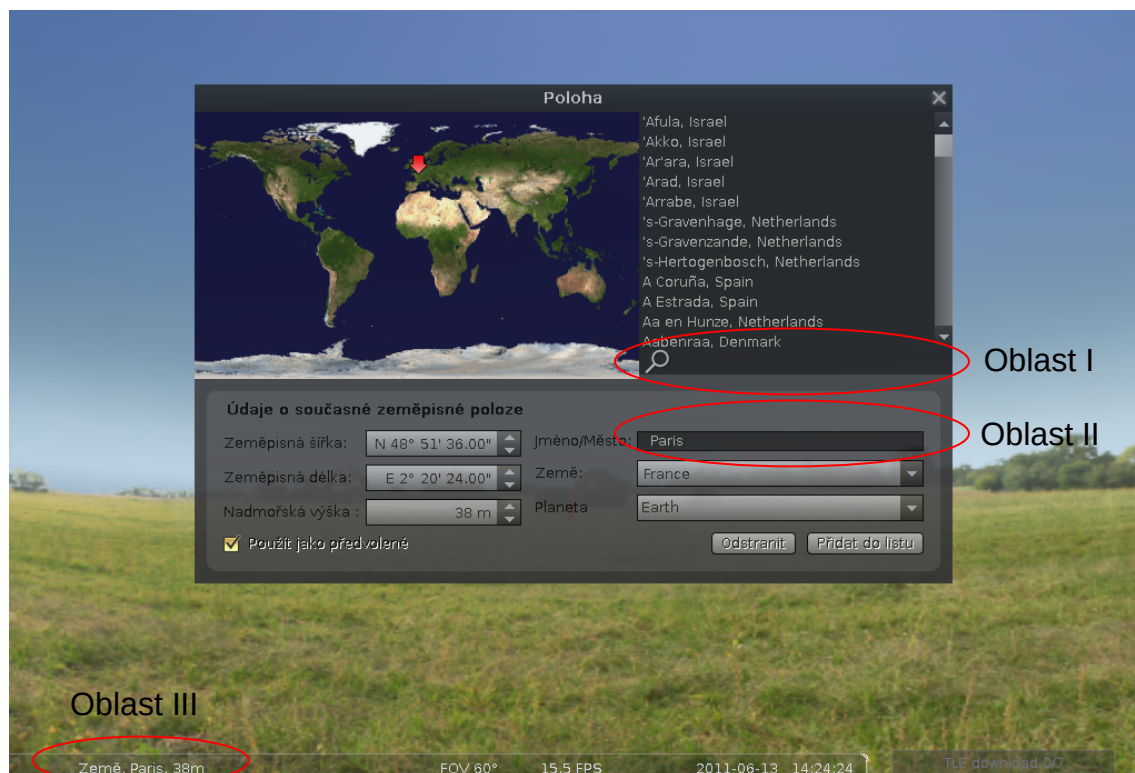
V menu „Datum a čas“ (F5) zadejte daný datum a čas.

V menu „Nastavení oblohy a pohledu“ (F4), záložka „Označení“ zapněte Ekvatoreální mřížku (E) a Světové strany (Q).

Obr. 5.66: Text u bodu 1

Z této části úlohy nemám k dispozici záznam v pracovních listech, nicméně během vypracování úlohy jsem si pozorováním studentů všiml, že uspořádání ovládacích prvků v programu Stellarium je zvoleno velmi nešťastně.

V zadání úlohy v bodu 1 je uvedena nutnost změny místa v menu Poloha, viz Obr. 5.67. Zde lze polohu pozorovatele zadat třemi způsoby – kliknutím do mapy, zadání zeměpisných souřadnic nebo vyhledáním z předvolených míst. Oblast I je právě určena pro vyhledávání míst z databáze aplikace. Sice je zde uveden symbol lupy představující hledání a při zobrazení okna je zde zobrazen blikající kurzor, nicméně i tak většina studentů toto formulářové okno nepovažovala za vyhledávací, pravděpodobně z toho důvodu, že splývá s okolím. Určitě bych vývojářům aplikace doporučil, aby formulářové okno mělo jinou barvu, např. šedou. Studenti vepisovali jméno místa (hledali situaci nad Plzní, takže mohli uvést Pilsen nebo Plzeň) do formulářového okna v oblasti II, zde se ovšem pouze zadává jméno (označení) místa v případě, kdy zároveň zadáváme zeměpisné souřadnice nebo chceme změnit název již nalezeného místa. Pokud účastník zadal jméno pouze sem, ke změně souřadnic nedošlo! Naštěstí se dá tato situace snadno poznat pouhým pohledem na plochu aplikace, v oblasti III (v levém spodním rohu) se kromě jména místa zobrazuje i nadmořská výška, která je u předvoleného místa (Paříž) rovna 38 m, přičemž pro Plzeň by mělo být 311 m.

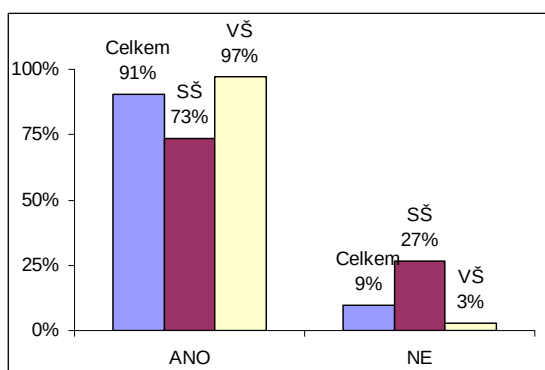


Obr. 5.67: Aplikace Stellarium a menu změny polohy

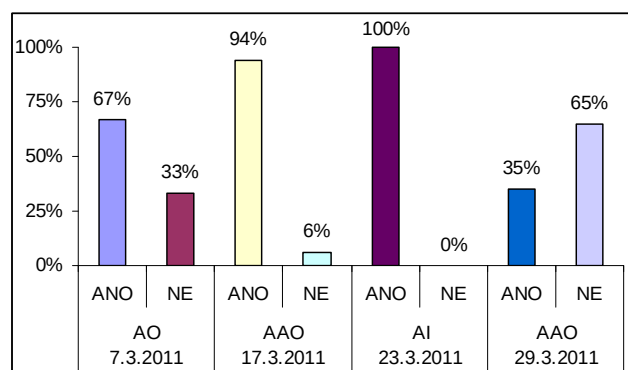
Otázka: Bude se lišit situace, pokud zadáte o rok více?
Jaká situace bude za půl roku? Zdůvodněte.

Obr. 5.68: Otázka u bodu 2

Přes 90 % účastníků vyplnilo odpověď, téměř všichni vysokoškoláci v této otázce uvedli nějakou odpověď, 27 % středoškoláků nechalo otázku nevyplněnou. O něco horší byla situace se správností odpovědí. Za správnou odpověď jsem považoval i částečně zodpovězenou otázku. Zde uspělo jen 64 % účastníků. Zajímavý je pohled na úspěšnost jednotlivých skupin (viz Obr. 5.70), který ukazuje, že žáci středních škol (skupina označená AO 7. 3. 2011) byli méně úspěšní, stejně jako poslední skupina studentů vysoké školy z 29. 3. 2011, kteří byli bezkonkurenčně nejhorší.



Obr. 5.69: Vyplněná odpověď



Obr. 5.70: Správnost odpovědi u jednotlivých skupin

Následuje výpis jednotlivých odpovědí od účastníků. Ty lze rozdělit do tří skupin: odpovědi bez uvedení důvodu, odpovědi se zdůvodněním a naprosto špatné odpovědi.

1. Za rok bude situace skoro stejná, akorát planety budou na jiném místě. Za půl roku uvidíme ty hvězdy, které jsme předtím neviděli.
2. Za půl roku se hvězdy posunou o 180° . Po roce nepatrný posun.
3. Pokud zadáme o rok více, situace bude stejná. Za půl roku uvidíme ve stejnou dobu místo zimních souhvězdí letní.
4. Rok více, téměř žádná změna (Měsíc a planety jsou jinde). O 6 měsíců později vidíme pouze Capellu a Venu.
5. Hvězdy budou v jiné poloze, ale Saturn bude někde jinde. Za půl roku ustoupí všechny hvězdy na západ.
6. Posun hvězd bude minimální až zanedbatelný, budeme-li měnit roky. Pokud budeme měnit měsíce, bude posun hvězd značný.
7. Změní-li se rok, poloha hvězd se nemění. Po změně měsíce se poloha hvězd na obloze změní.
8. Za rok se situace kromě poloh planet a měsíce výrazně nezmění. Za půl roku bude situace výrazně odlišná.
9. Pokud měním rok – tak se to neliší, jen planety. Pokud měním měsíce – tak se mění vše.
10. Pokud je to o rok, postavení hvězd se neliší. Situace za půl roku se liší velmi radikálně, postavení hvězd se otočí o 90° doleva.
11. Pokud zadám o rok více, situace se nezmění. Za půl roku se situace změní.
12. Ano, situace se změní, hvězdy zůstávají na stejném místě, mění se akorát planety (a jejich měsíce). Záleží na vzdálenosti objektů. Za půl roku se změní situace kompletně.
13. Hvězdy budou téměř na stejném místě (rok není totiž přesně 365 dní). Na jiném místě budou planety a Měsíc. V případě půl roku bude hvězdná obloha otočena o 180° – co bylo na jihu, bude na severu.

Výše uvedené odpovědi uvádějí správný postřeh (ne vždy je ovšem úplně fyzikálně korektní), situace se na obloze za rok nemění. Pouze dojde ke změně polohy planet, což souvisí s jejich různou oběžnou dobou. Za půl roku se situace změní zásadně. V textech si lze všimnout, že účastníci občas nerozlišují měsíc (ve smyslu přirozených družic planet) a Měsíc, např. 6, 8, 12 a 13.

14. Za jeden rok se obloha změní následovně: 1) Objekty ve Sluneční soustavě se zobrazí rozdílně, případně se nezobrazí (rozdílnost oběhu). 2) Objekty vzdálenější se lehce posunou, protože doba oběžné dráhy není totožná s $t=1$ rok. Za půl roku uvidíme jinou oblohu, danou změnou pozorovacího místa.
15. Pokud zadáme o rok více, celá hvězdná obloha se pootočí proti směru hodinových ručiček. Vzhledem ke krátkému časovému úseku se nejedná o převratnou změnu pozic. Je to kvůli tomu, že rozhodující je roční doba, ne rok. Situace po půl roce, Capella se přesune o 180° po směru hodinových ručiček, tedy v záporném směru. Změna ročního období má velký vliv.
16. Rozdíl rok: Změní se poloha planet. Nepatrně se obloha posune vlivem pohybu zemské osy. Rozdíl půl roku: Obloha se otočí kolem nebeského pólu o 180° .
17. Pokud zadáme o rok více, mění se pouze poloha planet, hvězdy se nepohybují. Protože je Země na stejném místě vůči Slunci. Za půl roku se situace změní a pohled na stejné místo jako před půl rokem nám naskytne pohled jiný. Důvod je, že Země změnila své místo při oběhu Slunce.
18. Za rok: Nemění, možná pokud se objeví nová hvězda (objekt). Za půl roku: Odlišná, jsme na druhé straně Slunce.
19. Za rok zdánlivě shodná noční obloha. Země se otáčí kolem Slunce, proto nevidíme pořád stejnou noční oblohu. My jsme pořád na stejném místě, tudíž za půl roku budeme na opačné polokouli.
20. Rok: Situace se nemění. Rok a půl: Změny v řádu měsíců, Země cestuje kolem Slunce, a proto se mění i obloha, již pozorovatel ze Země vidí.
21. Ano, planety mají jinou polohu (každá má jiný čas oběhu), navíc je vidět i měsíc, tj. je menší tma. Hvězdy změnily polohu – planeta není na stejném místě jako před půl rokem – podzimní bod.
22. Bude, pohyb Země kolem Slunce.
23. Situace se změní, pokud zadáme o rok více. Hvězdy se posunou, protože Země se otáčí kolem své osy.
24. Rok více: situace se bude lišit, důvod: planety mají jinou polohu (jiný čas oběhu), je vidět i měsíc. O půl roku více: situace se bude lišit, důvod: otočení o polovinu.

25. *Rok více: situace je stejná. Za půl roku: situace se velmi liší. Země o polovinu otočená, a proto jiná hvězdná obloha.*
 26. *Ano, situace se liší. Mění se poloha Saturnu, Měsíce, Marsu, ostatní hvězdy stále stejná. Za půl roku se změní vše. Odvrácená strana.*

Výše uvedené odpovědi obsahují náznak zdůvodnění, i když ne vždy se jedná o správný důvod, proč se situace na obloze za rok nezmění a za půl roku ano. U odpovědi č. 14 si lze všimnout napsání velkého písmene u Sluneční soustava, přestože v tomto nepanuje shoda, a ani Ústav pro jazyk český²⁵ Akademie věd ČR není v tomto směru jednoznačný. Stejná odpověď obsahuje informaci o změně pozorovacího místa, nicméně není zřejmé, jak je to myšleno. Pokud tím, že se Země dostala na jiné místo své trajektorie, pak je odpověď správná. Zcela nepřesná je věta v odpovědi č. 16, hovoří o pohybu zemské osy, další věta je již správná, obloha se otočí kolem nebeského pólu o 180°. U odpovědi č. 18 je úsměvný komentář ohledně objevu nové hvězdy nebo umístění Země na druhé straně Slunce, jinak si student správně všiml, že situace za rok je neměnná, za půl roku se změní. Odpověď č. 19 je poněkud zmatečná: je správně (nikoli terminologicky) uvedeno, že se Země otáčí kolem Slunce, a proto nevidíme pořád stejnou noční oblohu, i z toho důvodu, že se nacházíme pořád na stejném místě (jako pozorovatel), nicméně informace o opačné polokouli působí podivně. U odpovědi č. 21 si student všiml, že se nad obzor v některých okamžicích dostane Měsíc, a tím i počítačové planetárium zobrazí jasnější oblohu. Odpovědi č. 23 nebo č. 25 bohužel nelze považovat za zcela správnou, Země se sice otáčí kolem své osy, ale hlavním důvodem změny noční oblohy je pohyb Země kolem Slunce. U odpovědi č. 26 si student pravděpodobně popletl odvrácenou stranu zmiňovanou v souvislosti s Měsícem. Nejpresnější je zdůvodnění u odpovědí č. 17, č. 20 a č. 22.

27. *Za rok: Nijak radikálně. Za půl roku: Je vidět méně hvězd, ty „březnové“ jsou víc na západ.*
 28. *Za rok: Obloha se příliš nemění, ale světelnost je vyšší. Za půl roku je vidět více hvězd.*
 29. *Hvězdná obloha se bude jen velmi nepatrně lišit a bude dopadat část světla na Zemi – otočení není vůči hvězdám ve vesmíru za rok přesně 360°.*
 30. *Rok více: Ano, bude se situace lišit mezi Saturnem a Procyonem se objeví Mars a Měsíc. A bude den. Za půl roku: Jsou vidět jenom Jupiter, Měsíc, Vega a Capella.*
 31. *Rok – změna azimutu o 1°: 2012 je viditelný Mars a Měsíc; pohyb Saturnu o jednu rovnoběžku.*
 32. *Rok: Azimut i výška se zvětší, změní se rektascenze. Za půl roku se hvězdy otočí o 180° na obloze.*

Odpovědi č. 27 až 30 zmiňují vyšší světelnost oblohy, viditelnost menšího množství hvězd, dopadání části světla na Zemi nebo dokonce informaci o tom, že ve 23 hod. bude den, nikoli noc. Jedná se o vliv Měsíce (je v těchto okamžicích nad obzorem), což bohužel žádná odpověď jako důvod těchto změn nezmiňuje. Odpovědi č. 31 a č. 32 považuji za zcela zmatečné, zmiňují se o změnách azimutu, rovnoběžkách nebo rektascenzi.

Ukázalo se, že nejproblematictější částí této otázky se stalo zdůvodnění. Správně jej uvedlo pouze 17 % účastníků. Příliš se neliší poměr zdůvodnění u středoškoláků a vysokoškoláků.

²⁵ Internetová jazyková příručka dostupná na adrese prirucka.ujc.cas.cz.

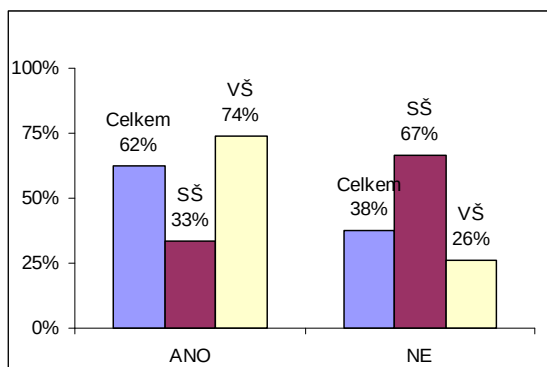
Deklinace		Rektascenze (zaokrouhlete na celé hodiny)				Jméno souboru
od	do	od		do		
[°]	[°]	[h]	[°]	[h]	[°]	
40	90	0		24		data1.csv
30	40					data2.csv
						data3.csv
						data4.csv
						data5.csv
						data6.csv
						data7.csv
						data8.csv
						data9.csv

Tab. 1: Deklinace a rektascenze nad obzorem odečtené z obr. 1

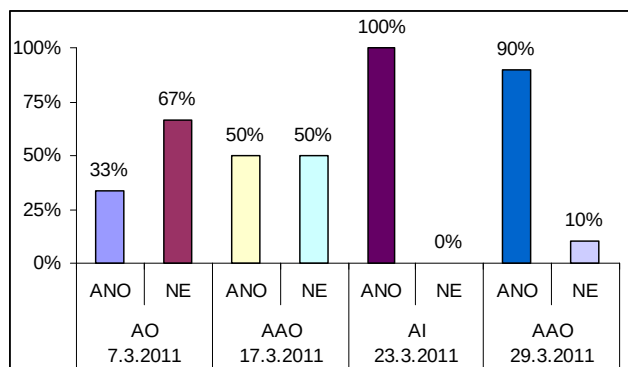
Otázka: Jaký je převodní poměr mezi stupni a hodinami u rektascenze?

Obr. 5.71: Tabulka a otázka u bodu 3

Tabulka 1, která souvisí s obrázkem 1, v pracovní listě prošla vývojem, viz Obr. 5.11 a Obr. 5.25. Z výsledků analýzy pracovních listů plyne (Obr. 5.73), že změna byla ku prospěchu věci, více účastníků vyplnilo správně tabulku 1. Subjektivní hodnocení srozumitelnosti zadání účastníky už tak přesvědčivé není (viz dále, kapitola 5.6.1). Tabulku 1 vyplnili všichni účastníci, pouze 62 % bylo vyplněno správně. Jak ukazuje Obr. 5.72, je zde rozdíl mezi žáky středních škol a studenty vysoké školy. Tento rozdíl může být do jisté míry způsoben vylepšeními pracovních listů během testování.

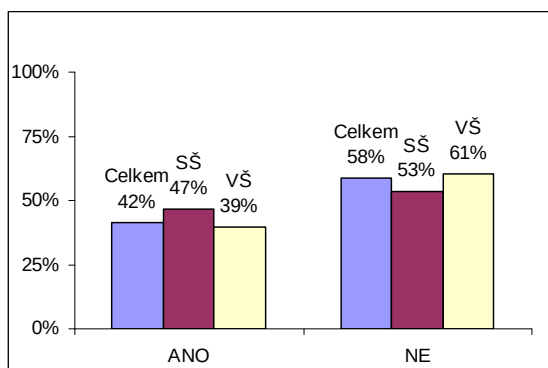


Obr. 5.72: Správně vyplněná tabulka 1

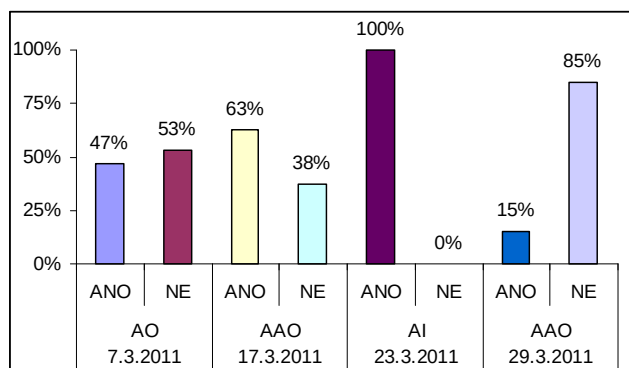


Obr. 5.73: Správnost tabulky u jednotlivých skupin

V tabulce 1 bylo nutné převést rektascenzi uvedenou v hodinách na stupně. Proto se nabízela otázka, jaký je převodní poměr. Celkem 96 % účastníků uvedlo správnou odpověď, nicméně pouze 42 % uvedlo zdůvodnění uvedeného převodního poměru. Zde bych měl na obhajobu účastníků uvést, že zdůvodnění nebylo součástí otázky, jednalo se o dobrovolnost, zároveň to ovšem usnadňovalo uvedení (odvození) převodního poměru.



Obr. 5.74: Zdůvodnění odpovědi u otázky 3



Obr. 5.75: Zdůvodnění odpovědi u otázky 3 dle jednotlivých skupin

U jednotlivých oblastí účastníci zjišťují seznam nejjasnějších hvězd. Pracovní list obsahuje v bodu 4 přesný návod, jak jej lze zjistit pomocí rozšířeného vyhledávání katalogu Hipparcos. Aby se nejednalo o pouhé vykonávání instrukcí a žáci pochopili, proč jednotlivé úkony dělají, doplnil jsem pracovní list otázkami. Otázka u bodu 4 se ptá na důvod vzestupného řazení u hvězdné velikosti, pokud hledáme seznam nejjasnějších objektů.

Otázka: Proč je nutné zvolit vzestupné řazení u hvězdné velikosti, pokud chceme získat seznam nejjasnějších objektů?

Obr. 5.76: Otázka u bodu 4

Téměř 80 % účastníků vyplnilo odpověď, nicméně pouze u 60 % se jednalo o správnou odpověď. Mezi středoškoláky a vysokoškoláky nebylo výrazného rozdílu. Je zajímavé, že pouze dva účastníci (ze střední školy) uvedli zdůvodnění, proč je nutné volit vzestupné řazení u hvězdné velikosti. Jejich odpovědi jsou v pořádku.

1. Původní stupnice byla stanovena s nejjasnějšími hvězdami s hodnotou 1 a nejméně zářící 6.
2. Protože původní stupnice byla stanovena nejjasnějšími hvězdami s hodnotou 1 a nejméně zářící 6. Nyní musí mít nejjasnější hvězdy zápornou hodnotu mag.

Odpovědi s číslem 3 až 21 jsem zařadil do kategorie správné odpovědi, i když by se našly některé prohřešky ve fyzikální terminologii (míchání pojmů jasnost, svítivost apod.).

3. Nejjasnější objekty mají nejmenší hodnotu magnitudy.
4. Aby byly nalezené hvězdy seřazeny od nejjasnějšího do nejslabšího.
5. Nejjasnější hodnota = ta nejmenší.
6. Aby nahoře byly ty s nejnižší hodnotou mag, poněvadž menší = jasnější.
7. Nejjasnější objekty mají zápornou magnitudu.
8. Protože nejjasnější objekt má nejmenší číslo.
9. Protože čím je magnituda menší, tím je hvězda jasnější.
10. Čím nižší číslo, tím vyšší jasnost.
11. Protože čím větší je jasnost, tím je hodnota menší.
12. Jasnější hvězdy mají menší číslo, až do -1 mag.
13. Protože nejjasnější hvězda má nejnižší hodnotu.
14. Protože nejjasnější hvězdy mají nejnižší hodnotu, proto je uvidím v tabulce hned na začátku (je to přehlednější).
15. Protože se nám ta nejjasnější zobrazí s nejmenším číslem Vmag.
16. Při sestupném řazení se zobrazí nejméně jasné (při nižších Vmag stoupá jasnost).
17. Na stupnici jsou nejjasnější objekty v záporných hodnotách.
18. Protože kdyby to bylo naopak, zobrazí to ty nejmenší objekty, které tolik nezáří.
19. Nejjasnější objekty mají zápornou zdánlivou hvězdnou velikost.
20. Svítivost se určuje podle nejmenší hodnoty Vmag... čím nižší Vmag, tím větší svítivost.
21. Protože hvězda s menší hvězdnou velikostí je jasnější než hvězda s velkou hvězdnou velikostí.

Následující odpovědi (č. 22 až 27) patří bohužel do kategorie špatné. Je z nich vidět, že někteří účastníci naprosto nepochopili otázku, případně její význam. U odpovědi č. 22 je nesprávné pochopení definice zdánlivá hvězdná velikost. Ta je sice definována bez ohledu na vzdálenost, nicméně neplatí, že bližší hvězdy jsou jasnější. Na druhou stranu, zářivý výkon hvězdy sice klesá s kvadrátem vzdálenosti, záleží ovšem i na fyzikálních vlastnostech hvězdy.

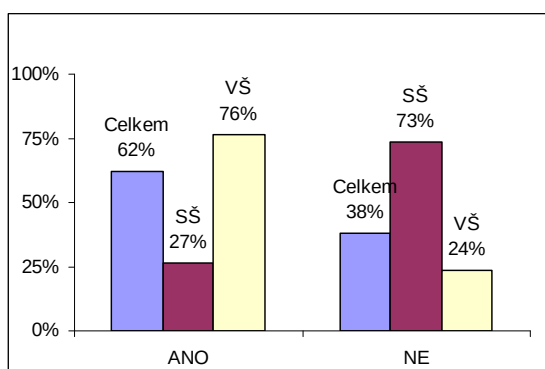
22. Protože hvězdy, které jsou blíže, jsou jasnější, od nejbližší po nejvzdálenější = nejjasnější po nejméně jasné.
 23. Aby bylo vypsáno 10 nejjasnějších hvězd (řadíme podle jasnosti).
 24. Protože je to důležité kvůli přehlednosti.
 25. Aby jsme je mohli seřadit.
 26. Je to přehlednější.
 27. Je to důležité pro řazení.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Spektrální třída	Souhvězdí	Viditelnost ***

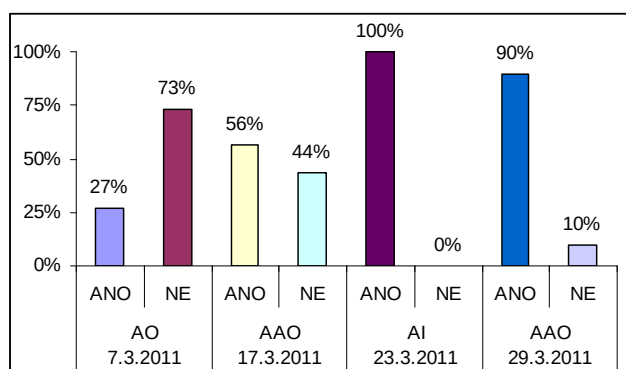
Tab. 2: Seznam pěti nejjasnějších hvězd

Obr. 5.77: Tabulka u bodu 5

Tabulku 2 v pracovním listu vyplnilo přes 90 % účastníků, všichni vysokoškoláci a jen 73 % středoškoláků. Správné pořadí hvězd mělo celkem 62 % účastníků. Zde se opět projevilo objektivní posouzení správnosti změn v pracovním listě. Jak ukazuje Obr. 5.79, u středoškoláků správně určilo pořadí hvězd necelá třetina žáků. U první skupiny vysokoškoláků (AAO ze 17. 3. 2011) se již jednalo o více než polovinu a poslední skupina (AAO z 29. 3. 2011) dosáhla 90% úspěšnosti. Mezi skupinami vysokoškoláků ze 17. 3. 2011 a 29. 3. 2011 došlo k nejvýraznější změně pracovního listu u obrázku 1 (viz Obr. 5.19 a Obr. 5.24). Zejména z časového hlediska se jedná o srovnatelné podmínky při provádění pracovní úlohy.



Obr. 5.78: Určení správného pořadí hvězd



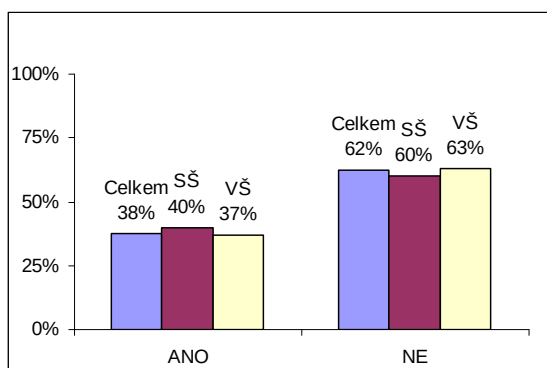
Obr. 5.79: Určení správného pořadí hvězd dle jednotlivých skupin

6. U každé hvězdy najdete zdánlivou hvězdnou velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí – doplňte do tab. 2.

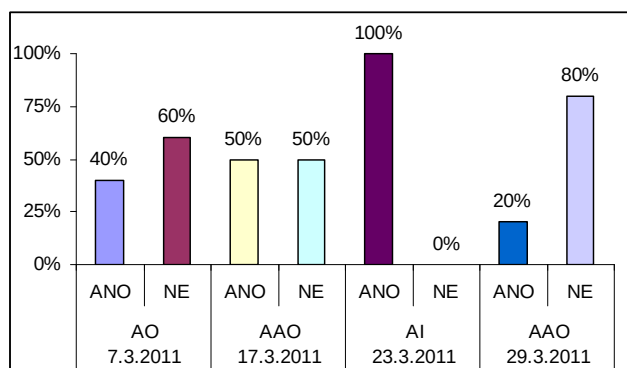
Obr. 5.80: Text u bodu 6

Se seznamem nalezených hvězd lze nadále pracovat. Účastníci měli u jednotlivých hvězd vyplnit několik charakteristických vlastností (zdánlivou hvězdnou

velikost, paralaxu, spektrální třídu a souhvězdí), které se daly přímo najít v katalogu. Mezi nejsnadněji vyplněnými položkami byly: zdánlivá hvězdná velikost (správně uvedlo 77 %), spektrální třída (72 %) a souhvězdí (77 %). Relativně vysoká úspěšnost je způsobena tím, že se jednalo o pouhé přepsání hodnot z katalogu do tabulky. U poslední položky, která se dala opsat, nastaly problémy, protože si účastníci museli dát pozor na správné vyjádření jednotek. Šlo o paralaxu, která je v katalogu uvedena v úhlových milivteřinách (zkratka mas), v tabulce bylo požadováno uvedení v úhlových vteřinách. Jak ukazují výsledky (Obr. 5.81), nebylo zásadního rozdílu mezi středoškoláky a vysokoškoláky, u kterých je pouze zarážející, že v první skupině ze 17. 3. 2011 bylo úspěšných 50 % účastníků, v poslední pouze 20 %. Skupina z 23. 3. 2011 je zkreslená, protože se jí zúčastnily pouze dvě studentky.



Obr. 5.81: Správné určení paralaxy

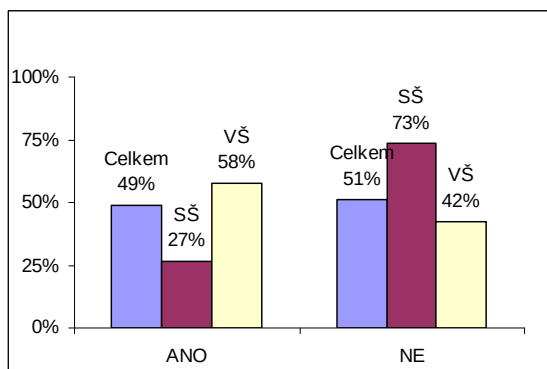


Obr. 5.82: Správné určení paralaxy dle jednotlivých skupin

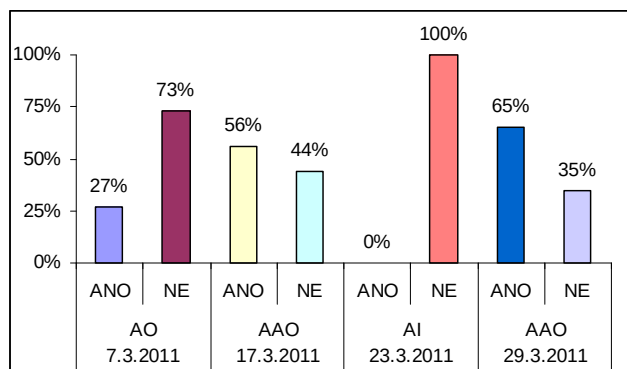
Otázka: Zdánlivá hvězdná velikost (V_{mag}), paralaxa (Plx) a spektrální třída (SpType) jsou uvedeny v katalogu HIPPARCOS. Kde jinde by se daly tyto údaje zjistit? Uveďte příklad.

Obr. 5.83: Otázka u bodu 6

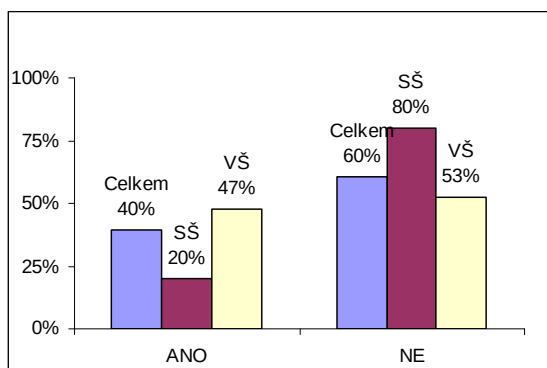
Tento bod se nachází na poslední straně pracovního listu. Jeho vyplnění silně záviselo na časových možnostech účastníka. Analýza výsledků vykazuje rostoucí tendenci ve vyplnění odpovědi (27 % u SŠ, 56 % u první skupiny VŠ až po 65 % u poslední skupiny VŠ), přičemž se i zlepšoval poměr úspěšných odpovědí (20 % u SŠ, 31 % u první skupiny VŠ až po 65 % u poslední skupiny VŠ). To ukazuje na objektivní zlepšení srozumitelnosti pracovního listu, který je náročný zejména v úvodní části při zjišťování oblastí viditelných nad obzorem – bod 3, tabulka 1.



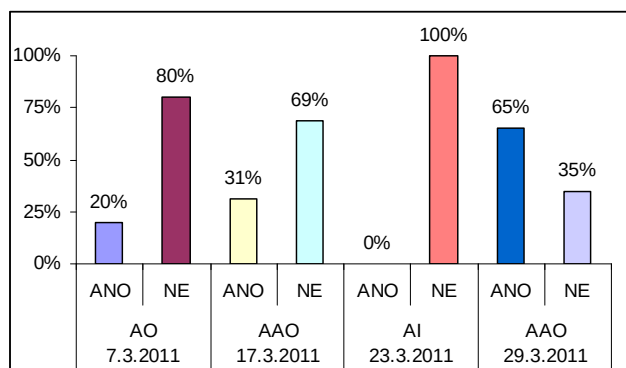
Obr. 5.84: Vyplněná odpověď u bodu 6



Obr. 5.85: Vyplněná odpověď u bodu 6 dle jednotlivých skupin



Obr. 5.86: Správná odpověď u bodu 6



Obr. 5.87: Správná odpověď u bodu 6 dle jednotlivých skupin

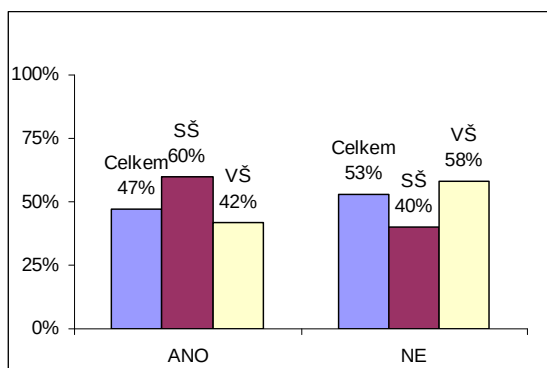
I tato na první pohled nezajímavá otázka (u bodu 6) upozorňuje na skutečnost, zda si účastníci pamatují informace z výkladu a zda jsou schopni správně přiřadit odpověď. Ukazuje se, že správná odpověď naštěstí převažuje, viz odpovědi 1 až 11 (na Obr. 5.86 je mezi 60 % započítána i nevyplněná odpověď). U špatných odpovědí (12–14) převažuje uvedení nehvězdných katalogů, např. NGC a Messierův.

1. V astronomických katalogích, např. Hipparcos, Glieseho.
2. Na internetu.
3. V katalogu, v knihách.
4. V dalších katalogách o hvězdách.
5. V dalších katalogách o hvězdách, např. SIMBAD.
6. Katalog hvězd SIMBAD, knihy.
7. Katalog SIMBAD.
8. SIMBAD, Wikipedie.
9. Na nějakém internetovém astronomickém katalogu.
10. Glieseho katalog + další hvězdné katalogy.
11. Na hvězdárně?
12. Katalog NGC.
13. Glieseho katalog, Messierův katalog.
14. Jiné katalogy, např. Glieseho, Messierův.

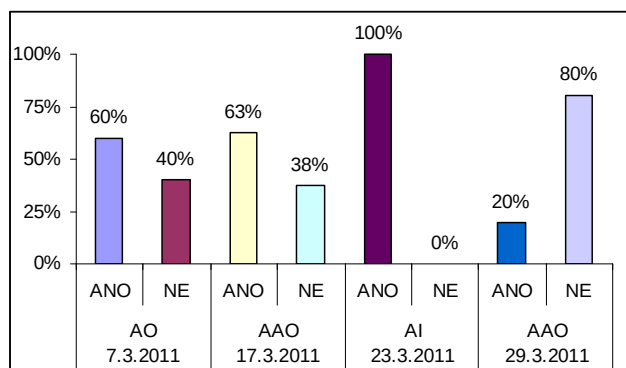
7. U každé hvězdy vypočítejte absolutní hvězdnou velikost M a vzdálenost r .
U každé hvězdy vypočítejte a ověřte období dobré viditelnosti.
Hodnoty lze spočítat v Excelu a výsledek zapište do tab. 2.

Obr. 5.88: Text u bodu 7

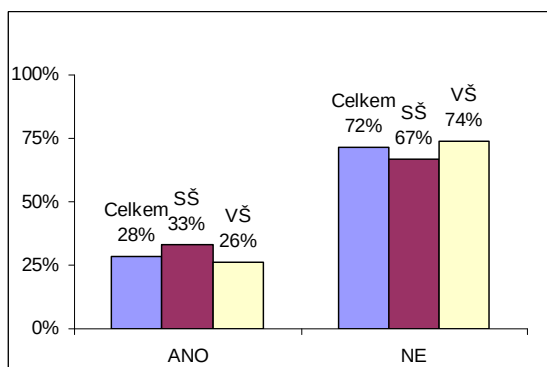
Z paralaxy se dá vypočítat vzdálenost hvězdy. Při známé vzdálenosti a zdánlivé hvězdné velikosti můžeme vypočítat absolutní hvězdnou velikost. Úspěšnost správného výsledku je silně ovlivněna jednotkami použitými ve výpočtech. To se projevilo zejména u paralaxy (hodnota v katalogu je v jiných jednotkách než byl požadavek v tabulce v pracovním listu). Tím byla ovlivněna vzdálenost hvězdy. Ukázalo se, že u studentů nefunguje příliš dobře zpětná vazba a zhodnocení fyzikální správnosti vypočtené hodnoty. Jinak by totiž nemohli uvádět vzdálenost hvězdy v řádu setin parseku, když se nejbližší hvězda nachází ve vzdálenosti 1,3 parseku.



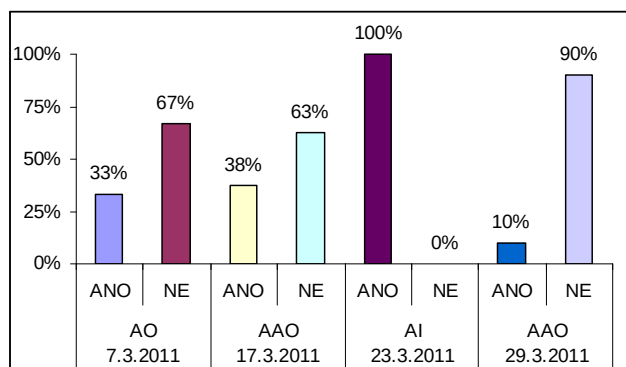
Obr. 5.89: Správné určení vzdálenosti hvězd



Obr. 5.90: Správné určení vzdálenosti hvězd u jednotlivých skupin



Obr. 5.91: Správné určení absolutní hvězdné velikosti



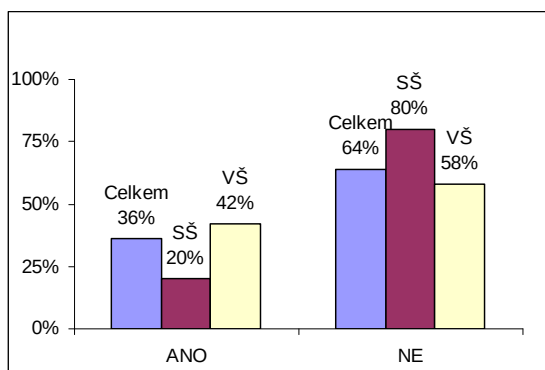
Obr. 5.92: Správné určení absolutní hvězdné velikosti u jednotlivých skupin

V tabulce 2 se nachází sloupec určení dobré viditelnosti hvězdy. Z časových důvodů tento bod nestihl žádný účastník. Tento bod vyžaduje hlubší porozumění vztahu mezi rektascenzí a hvězdným časem, považují proto tuto část za rozšiřující a určenou pro nadané studenty. Bylo by i možné ponechat tento výpočet jako domácí úlohu, kde by měli studenti více času na vypracování.

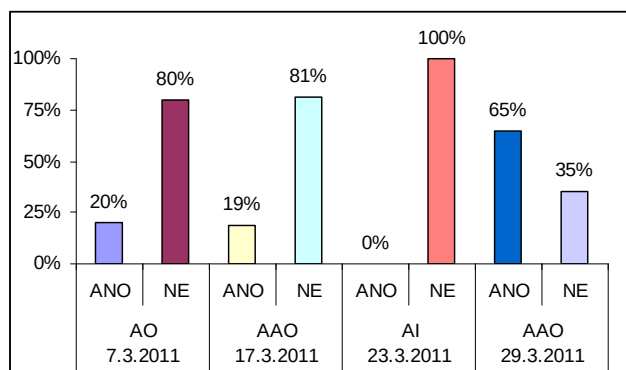
Otázka: Co je to absolutní hvězdná velikost?
Jak souvisí absolutní hvězdná velikost a spektrální třída hvězdy?

Obr. 5.93: Text otázky u bodu 7

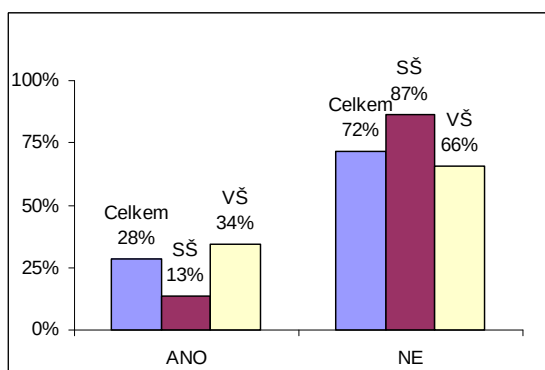
Ze zdánlivé hvězdné velikosti a vzdálenosti si účastníci vypočítali absolutní hvězdnou velikost (AHV). Nabízela se proto otázka, zda ví, co znamená, co spočítali. Na odpověď měl vliv čas, který měli účastníci k dispozici na řešení pracovní úlohy, a proto odpověď vyplnilo jen 36 % účastníků (vysokoškoláci byli dvakrát úspěšnější než středoškoláci). Opět se prokázalo, že poslední skupina VŠ studentů (používající upravenou, vylepšenou verzi pracovního listu) vyplnila odpověď na otázku ohledně významu AHV.



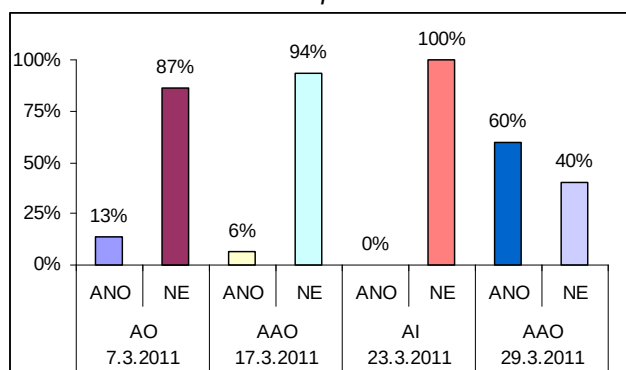
Obr. 5.94: Vyplnění odpovědi u AHV



Obr. 5.95: Vyplnění odpovědi u AHV dle jednotlivých skupin



Obr. 5.96: Správné odpovědi na AHV



Obr. 5.97: Správné odpovědi na AHV dle jednotlivých skupin

Seznam odpovědí obsahuje správné varianty (1–6) a špatné varianty (7 a 8). Některé správné varianty (1, 2, 4) jsou ovšem neúplné, protože neobsahují informaci o standardních podmínkách. Za nejlepší odpověď považuji č. 3. Z odpovědí č. 5 a č. 6 se dá informace o vzdálenosti (standardní podmínky) určit z uvedené rovnice. Během provádění úloh (zejména u poslední skupiny VŠ) jsem si všiml, že studenti používají pro nalezení odpovědi Wikipedii. Při procházení odpovědí jsem nabyl dojmu, že Wikipedie obsahuje u pojmu Absolutní hvězdná velikost chybu, protože studenti uváděli slovo standardní s „t“, zejména odpověď č. 2. Pohled do historie Wikipedie a na aktuální stránku daného hesla se ovšem ukázalo, že studenti spíše dané pojmy (standarta a standard) nerozlišují a udělali chybu při přepisování textu do pracovního listu.

1. Určuje velikost hvězdy pozorované při standardních podmínkách.
2. Veličina určující hvězdnou velikost na standardní pozorovací podmínky. (10krát se opakující odpověď)
3. Uvádí hvězdnou velikost, kterou by hvězda měla, pokud by byla ve vzdálenosti 10 pc.
4. AHV je veličina určující hvězdnou velikost vztaženou na standardní pozorovací podmínky.
5. Je dána rovnicí $M=m+5[1-\log_{10}(r)]$ a závisí na svítivosti hvězdy.
6. Absolutní hvězdná velikost $M=m+5[1-\log(r)]$, veličina určující hvězdnou velikost vztažená na standardní pozorovací podmínky.
7. Udává jasnost objektu na obloze. Nejjasnější –20.
8. Jasnost hvězdy.

Poslední otázka v pracovním listě na vztah absolutní hvězdné velikosti a spektrální třídy má za úkol plynule navázat na další úlohu spočívající v sestavení HR diagramu. Pravděpodobně z časových důvodů se sešly pouze dvě odpovědi, přičemž obě dvě byly špatné.

1. Dle spektrální třídy se odvíjí viditelnost hvězdy, stejně tak dle velikosti.
2. Přímá.

Závěr

V závěru popište průběh řešení úlohy, zmiňte problematická místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné navrhnout vylepšení.

Obr. 5.98: Závěr úlohy na viditelnost objektů

Zpětnou vazbu v podobě komentáře v závěru jsem se dočkal pouze od studentů vysoké školy. Této možnosti využili dvě třetiny studentů.

Komentáře od první skupiny VŠ studentů (ze 17. 3. 2011) jsou následující:

1. *Bezpodmínečně nutné před použitím tohoto testu obeznámit zkoušené s pojmy deklinace a rektascenze. Nejlépe přednášku před testem, ovšem nikoli promítnutím prezentace před testem. K úspěšnému/bezproblémovému splnění je zapotřebí znalost pojmů. Pokud by se mělo tohoto materiálu používat na SŠ/gymnáziích, je nutné být dostatečně obeznámen s problematikou. U tohoto materiálu bude částečně zmaten. Pro člověka obeznámeného není tento materiál problém.*
2. *Náročná úloha pro SŠ, vyžaduje hlubší znalosti PC.*
3. *Technicky náročné pro studenty středních škol, práce vyžaduje hlubší znalosti PC.*
4. *Nesnáze = neznalost práce s Excelem, návrh – před zavedením tohoto testu podrobná výuka v Excelu.*
5. *Měl jsem problém s pochopením některých úloh, bez pomoci vyučujícího bych se asi nehnul z místa. Problémy jsem měl asi proto, že dané téma příliš specificky zaměřené a laik se v něm snadno ztratí. Dle mého má význam pouze pro lidi, kteří se danému tématu chtějí věnovat více do hloubky.*
6. *Myslím, že tento „test“ není vhodný pro žáky středních škol. Cvičení se mi zdála obtížná až složitá!*
7. *Tyto úlohy mi pro laika přišly jako velmi obtížné, neboť k tomuto je potřeba větších znalostí z oblasti astronomie.*

Poslední skupina VŠ studentů (z 29. 3. 2011) měla následující připomínky:

8. *Hodně práce, málo času.*
9. *Úlohy jsou náročnější z důvodu předešlých neznalostí z oboru astronomie.*
10. *Určité úlohy řešit ve skupině = rychlejší.*
11. *Vyhledávání v katalogu Hipparcos zabere pekelně času bez spolupráce s dalším člověkem.*
12. *Je potřeba více času, některé věci bylo pro mě španělská vesnice. Ale je to hrozně zajímavé, dozvěděla jsem se mnoho nového, avšak to nikdy nepoužiji.*
13. *Řešení bylo pro mě složité, hlavně porovnání s danými daty u úlohy 3.*
14. *Některé části úlohy byly jednoduché, u některých jsem byl celkem zmatený a nevěděl si rady. Hlavně v sestrojení HR diagramů.*
15. *Velké množství údajů, parametrů v krátkém čase a tím chaos při výpočtech. Zprvu problém s ovládáním programu Stellarium.*
16. *Bylo to dost náročný a složitý pro žáky střední školy.*
17. *Bylo to docela těžké, na střední škole jsme nic takového nedělali.*
18. *Problematická místa, tab. 2 viditelnost.*
19. *Měli jsme s tím co dělat. Bůh ví, jestli je to správně.*
20. *Ze začátku jsem nepochopil při č. 3, poté ok.*
21. *Ze začátku nebylo jasné zadání.*
22. *Lépe formulovat převodní poměr.*
23. *Ze začátku nebylo jasné zadání.*
24. *Při řešení úlohy jsme museli spolupracovat a hlavně umět pracovat se souřadnicemi a programem Stellarium a Excelem – pár problematických momentů při odečítání rektascenze.*
25. *Úloha mi přišla zajímavá. S tímto typem úloh jsem se setkal poprvé a určitě bych si jí v budoucnu zopakoval.*

5.5.2 Sestrojení HR diagramu

Otázka: Jaké hodnoty budeme potřebovat pro sestrojení HR diagramu?
 Informace o HR diagramu jsou k dispozici na adrese
astronomia.zcu.cz/hvezdy/diagram/

Obr. 5.99: Text otázky u bodu 1

Všichni účastníci vyplnili odpověď správným způsobem. Někde se objevila velmi stručná odpověď (na svislou i vodorovnou osu lze vynášet více veličin), někteří se rozepsali a uvedli rozsáhlejší odpověď. Důvodem pro takto vysokou úspěšnost v odpovědích byla možnost získání správné odpovědi na stránkách Astronomie. U několika účastníků se objevilo pár drobných nedostatků v odpovědi:

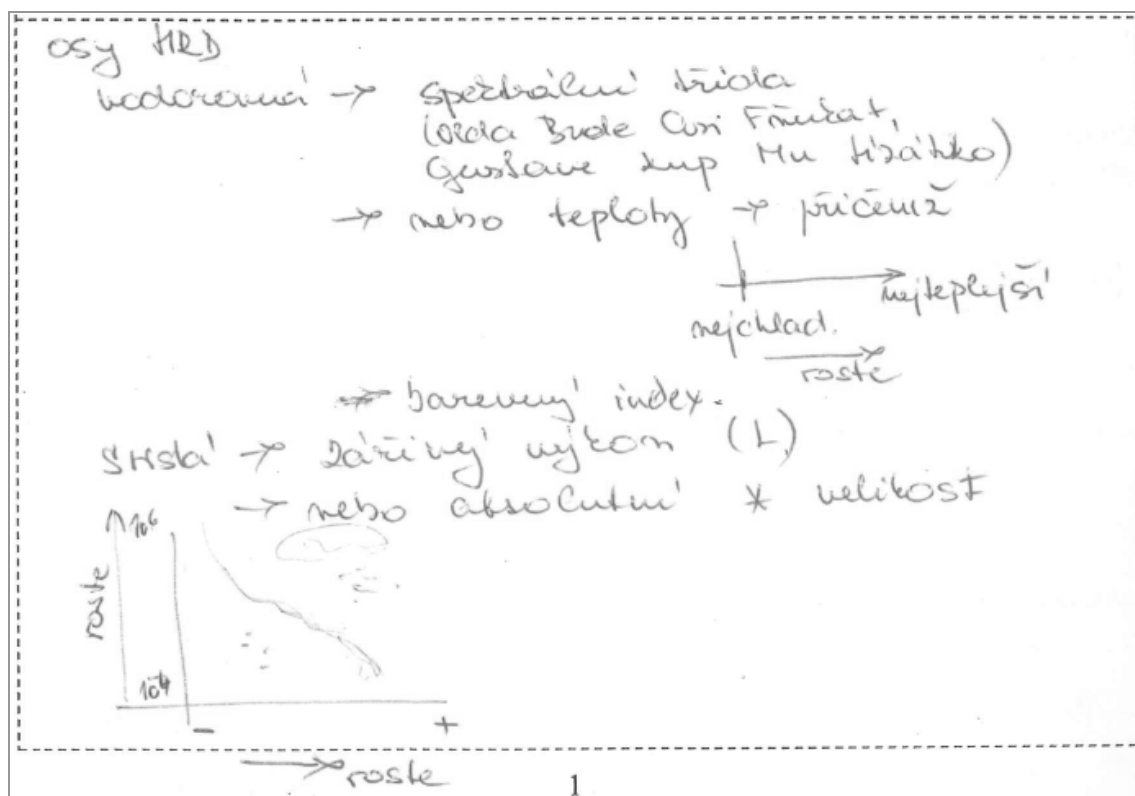
1. Svislá osa: zářivý výkon hvězd – poměrné číslo v porovnání se Sluncem, absolutní hvězdná velikost nebo pozorovaná hvězdná velikost.
2. Vodorovná osa – efektivní teplota, barevný index. Svislá osa – zářivý výkon hvězdy.
3. Vodorovná osa – teplota nebo barevný index. Svislá osa – absolutní hvězdná velikost.
4. Budeme potřebovat absolutní hvězdnou velikost, teplotu a spektrální třídu.
5. Absolutní hvězdná velikost, barevný index, magnituda.
6. Teplota hvězdy a velikost hvězd. Zářivý výkon.
7. Barevný index. Zářivý výkon hvězdy.
8. Na osách diagramu: vodorovná osa – efektivní teplota, barevný index (výsledek zjištění); svislá osa – zářivý výkon hvězdy, absolutní hvězdná velikost (výsledek zjišťování).
9. Pro sestrojení budeme potřebovat znát: efektivní teplotu nebo barevný index nebo spektrální třídu – tyto parametry tvoří osu x (vodorovnou). Dále musím znát zářivý výkon – buď poměrné číslo v porovnání se Sluncem, nebo poměrné číslo s absolutní hvězdnou velikostí.

Pozorovanou hvězdnou velikost (viz odpověď 1) lze uvést, ovšem bylo by nutné přidat informaci o tom, že se musí hvězdy nacházet ve stejné vzdálenosti, například v kulových či otevřených hvězdokupách. V opačném případě je nutné použít absolutní hvězdnou velikost.

Za správnou odpověď jsem považoval každou, která obsahovala alespoň jednu z veličin, kterou je možné na vodorovnou (efektivní teplota, barevný index, spektrální třída) či svislou osu (zářivý výkon, absolutní hvězdná velikost) vynést. Potěšující byla odpověď uvedená v odpovědi 8 nebo na Obr. 5.100, kde je uvedeno, jaké veličiny budou studenti používat během sestrojování HR diagramu, znamenalo to od nich jisté přemýšlení a nejenom pouhé opsání textu ze stránek Astronomie.

- vodorovnou osu, svislou osu
 budeme potřebovat: - absolutní hvězdnou velikost $M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$
 - barevný index $B-V$
 - vzdálenost hvězdy $r = 1/\pi$
 - paralaxa π

Obr. 5.100: Odpověď na otázku v bodě 1 obsahující informaci o veličinách, které jsou skutečně potřeba pro sestrojení HR diagramu



Obr. 5.101: Ukázka správné odpovědi u otázky v bodě 1

Otázka: Proč je položka „od“ paralaxy nastavena na hodnotu 10?

Obr. 5.102: Text otázky u bodu 2

Pracovní list obsahuje v bodu 2 postup, jak nastavit některé části formuláře u Rozšířeného vyhledávání katalogu Hipparcos. Zejména se jedná o vložení čísla „10“ u položky „od“ paralaxy (Plx). Aby se u účastníků nejednalo o pouhé přepisování hodnot bez pochopení významu, nabízí se doplnit pracovní list o otázku, proč je položka „od“ paralaxy nastavena právě na hodnotu 10. Přes 80 % studentů vyplnilo odpověď, pouze u 68 % se dala považovat za správnou. Zdůvodnění své odpovědi uvedlo přes polovinu účastníků.

1. Hledáme hvězdy do vzdálenosti 100 pc, tedy od paralaxy 10".
2. 10 je ve vteřinách 0,01. $1/0,01 = 100$ pc.
3. $1/100 \cdot 1000 = 10$
4. Protože je to 1000x zvětšené. $1/100 \cdot 1000 = 10$.
5. Ve vztahu $r=1/\pi$ a převedení jednotek vyjde 10.
6. Protože hvězdy do vzdálenosti 100 pc mají paralaxu 0,01" – 10 úhlových milivteřin.
7. Vzdálenost $r=1/\pi$, $r=100$ pc, $\pi=1/100$ – pro získání milivteřin vynásobíme 1000. Úhel je 1/100 vteřiny – převést do milivteřin – 10.
8. Paralaxa – úhel. Vzdálenost $r=100$ pc. $\pi=1/100=0,01"$ = 10 milivteřin.
9. Chci do vzdálenosti 100 pc ($=r$). $\pi=1/100$ – proto abych měla milivteřiny násobím číslem 1000. Úhel je tisícina vteřiny – převodu do milivteřin a vyjde mi 10.
10. Úhel je 0,01 vteřiny, ale do katalogu to musíme dát v milivteřinách, proto to musíme vynásobit 1000, ale máme tam převrácenou hodnotu, proto tam je od – proto 10.
11. Úhel je 1/100 vteřiny, ale musíme to uvádět v milivteřinách a proto 10
12. Převod mezi paralaxou (úhl. jednotka) a vzdáleností $r=1/\pi$. Plx zadáváme v mas a hledáme hvězdy ve vzdálenosti 100 pc = 1/100 – $1/100 \cdot 1000 = 10$ mas a chci hvězdy do vzdálenosti 100 pc, takže Plx bude „od“.
13. Hledáme do vzdálenosti 100 pc.
14. Protože hodnota 10 je v úhlových milivteřinách.
15. Slouží pro správný převod na stejné jednotky.

16. Protože je to uvedeno v parsecích a musíme použít převrácenou hodnotu – /1000.
17. Jelikož je vztažena na vzdálenost 10 pc.
18. Abychom velikost převedli na správné jednotky.

U některých na první pohled správných odpovědí (např. 9, 10 či 11) jsem přesvědčen o tom, že účastníci nepochopili význam uvedeného zdůvodnění a pouze neobratně přepsali to, co jsem jim během hodiny povídal ohledně vztahu vzdálenosti a paralaxy. Podobné typy otázek jsou důležité, protože představují zpětnou vazbu pro učitele, zda žáci pochopili probíranou látku a jednotlivé souvislosti.

Otázka: Jakých hodnot může nabývat paralaxa? Zdůvodněte.

Obr. 5.103: Text otázky u bodu 3

Při bližším studiu hodnot paralaxy v katalogu Hipparcos zjistíme, že může nabývat i záporných hodnot, od $-54,95$ do $772,33$ úhlových milivteřin. Zde se nabízí otázka pro studenty, jakých hodnot může nabývat paralaxa? Aby se nad svojí odpovědí zamysleli, požaduji po nich zdůvodnění. Odpověď vyplnilo celkem 64 % účastníků, přičemž žáci středních škol pouze ve 40 % případů, studenti vysokých škol uvedli odpověď v 80 % případů. Vysvětlení rozdílu mezi SŠ a VŠ je pravděpodobně časová tíseň u žáků středních škol. Správná odpověď je pouze u 28 % účastníků, přičemž není výrazného rozdílu mezi SŠ a VŠ. Zdůvodnění se objevilo pouze u tří studentů vysoké školy; žáci středních škol neměli v zadání otázky slovo „Zdůvodněte.“, a proto svoji odpověď nezdůvodňovali.

1. $\langle -54,95; 772,33 \rangle$
2. $\pi = \langle 0; \infty \rangle$
3. Jakékoliv kladné číslo.
4. Plx. záporných i kladných dle zadávání Hipparcos $\langle -54,95; 772,33 \rangle$ max, ale řekl bych, že spíš $(0; 180)$.
5. Pod 32.
6. Úhel pod 32.
7. Úhel, malý úhel, pod 32.
8. Minimální hodnota musí být větší než 0, maximální 772,33.
9. Paralaxa $\min > 0$, $\max < 0,772$.
10. Minimální hodnota $-54,95$; maximální hodnota 772,33. Paralaxa je úhel, do kterého se nám hvězda promítne, když se na ni budeme dívat v jinou roční dobu (na jaře, na podzim), posune se o úhel π ze stejného místa, tudíž úhel nemůže být nikdy záporný.
11. $0-360^\circ$
12. Pouze kladné, protože to jsou vteřiny úhlu.
13. Jenom kladných, protože se jedná o úhel.
14. Úhlové sekundy.
15. Paralaxa může být 10 a větší – jednotka v milivteřinách. Zadali jsme vyhledávání od 10 milivteřin.

Je zřejmé, že někteří účastníci (odpovědi číslo 1, 4, 8, 9 a 10) si v katalogu vyhledali nejmenší a největší hodnotu paralaxy. Někteří (odpověď číslo 4) se zároveň zamýšleli nad fyzikální správností zjištěných hodnot, ale uvedená odpověď není bohužel správná, byť spodní hranice intervalu je korektní. Za správnou odpověď lze považovat odpovědi 8, 9 a 10, přičemž ta posledně zmiňovaná má uvedené i relativně přesné zdůvodnění. Zcela nepochopitelné jsou odpovědi 5, 6 a 7. Nepodařilo se mi odhalit hlubší význam těchto odpovědí.

Otázka: Kolik hvězd je uvedeno v diagramu?
Popište jednotlivé oblasti v diagramu.

Obr. 5.104: Text otázky u bodu 4

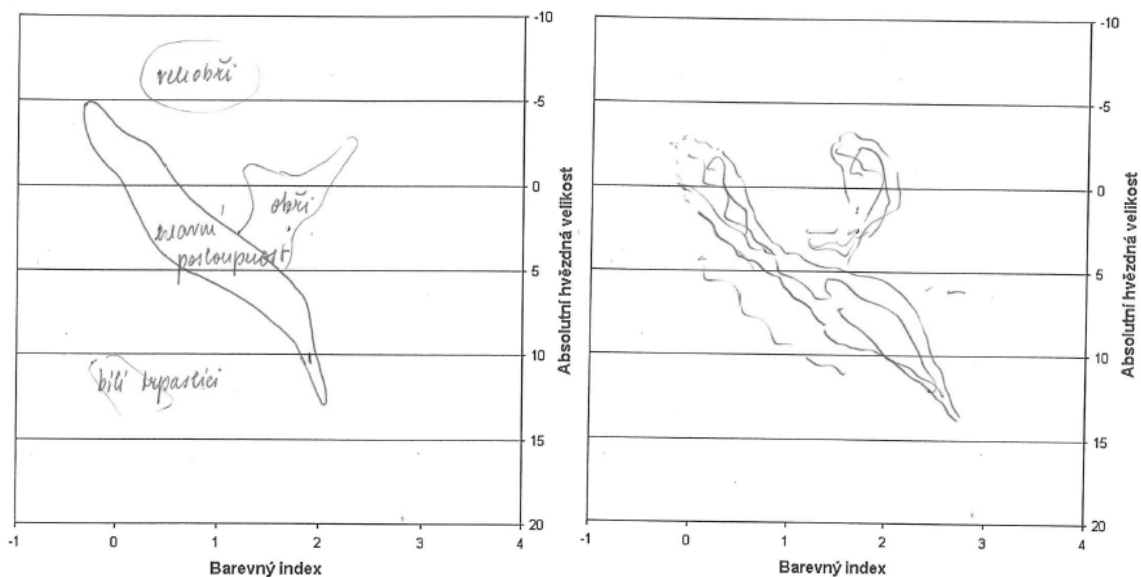
První část otázky u bodu 4 jsem považoval za snadnou, přesto jsem se dočkal odpovědi pouze u poloviny účastníků, správnou odpověď uvedlo jen 40 % účastníků.

1. 22 982
2. 22 982 hvězd
3. Hvězd uvedených v diagramu je 22 982.
4. Hvězd je uvedeno 22 982.
5. V diagramu je 22 982 hvězd.
6. Hvězd je 22 983
7. Dle Excelu se nachází 22 983 hvězd.
8. 22 983 hvězd.

Správnou odpověď na první část otázky mohli účastníci najít v názvu souboru, který jim nabídl katalog Hipparcos. Další možností bylo určit počet řádků v aplikaci Excel. Mezi odpověďmi se vyskytlo i číslo 22 983 (viz odpovědi 6–8). Zde se domnívám (a odpověď 7 moji domněnku jen potvrzuje), že studenti použili pro určení počtu hvězd aplikaci Excel (zjistili počet obsazených řádek), ale zapomněli odečíst první řádek, který obsahuje popisky jednotlivých sloupců.

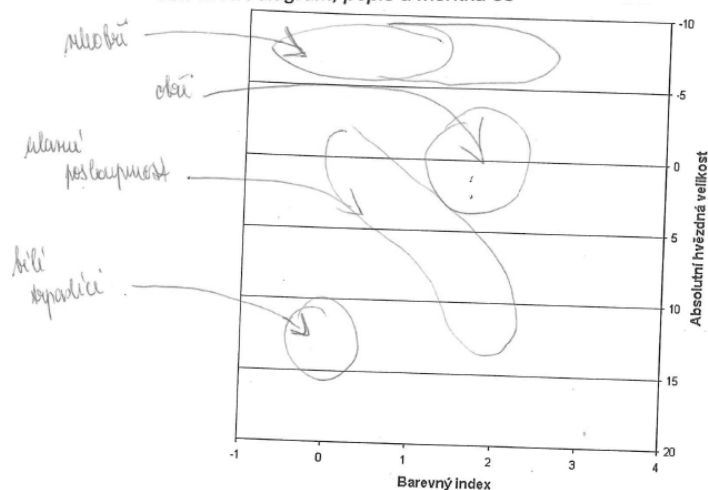
1. Nejvíce hvězd je v tzv. hlavní posloupnosti. Napravo od ní hvězdy přecházejí do dalšího stádia života – rudý obr (podle velikosti – veleobr). Pod posloupností – bílí trpaslíci.
2. Vodorovná osa zachycuje barevný index, svislá zachycuje absolutní hvězdnou velikost.
3. Vidíme hlavní posloupnost, obry a nad ní a pod ní bílý trpaslíky.
4. Vidíme hlavní posloupnost, nad ní jsou obři, pod hlavní posloupností je několik bílých trpaslíků.
5. Hvězdy se pohybují v pásu od 15 do –5 absolutní hvězdné velikosti a hodnotách barevného indexu –0,5 až 3.
6. Největší seskupení je mezi body 0–5 a 5–10. Seskupení hvězd je zde nejmarkantnější.
7. Většina se pohybuje v pásu hlavní posloupnosti, další shluk hvězd tvoří oblast „obři“, veleobři a minimum hvězd tvoří „bílí trpaslíci“.

Někteří studenti zvolili slovní popis HR diagramu, viz výše uvedené odpovědi. Zde lze považovat za správné všechny, kromě odpovědí s čísly 2, 5 a 6, kde studenti nepochopili význam otázky a popisovali osy, případně oblasti dle intervalů veličin vynesných na osách, ale už nepopsali jednotlivé oblasti podle zažité terminologie (hvězdy hlavní posloupnosti, obři, veleobři, bílí trpaslíci apod.). Skupina studentů (ve většině případů se jednalo o stejné studenty, kteří použili slovní popis) použila grafický popis HR diagramu, kdy využili obrázku 2 pracovního listu. Ukázku takových vyjádření lze najít na Obr. 5.105.

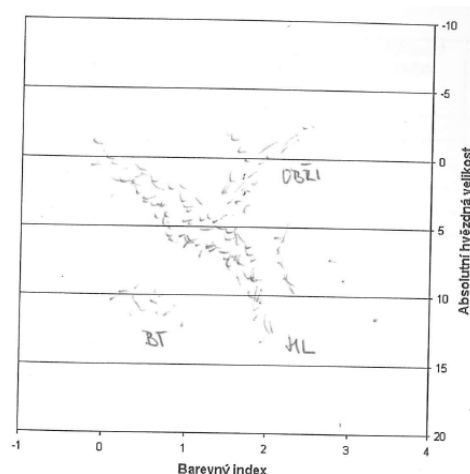


Obr. 2: HR diagram, popis a měřítka os

Obr. 2: HR diagram, popis a měřítka os



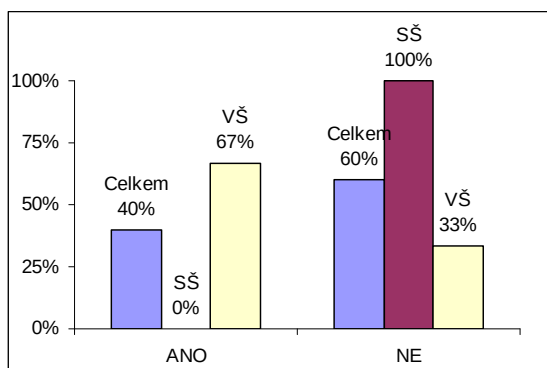
Obr. 2: HR diagram, popis a měřítka os



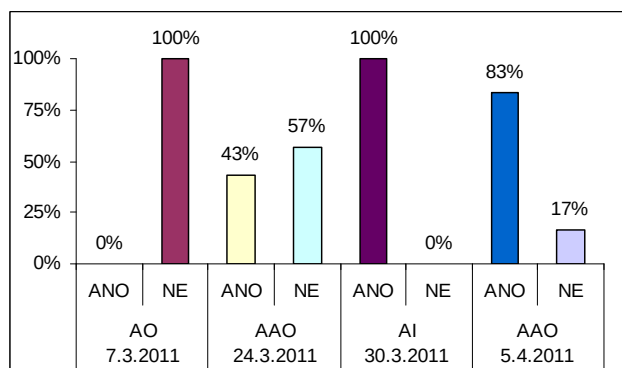
Obr. 2: HR diagram, popis a měřítka os

Obr. 5.105: Ukázka popisu částí HR diagramu od studentů

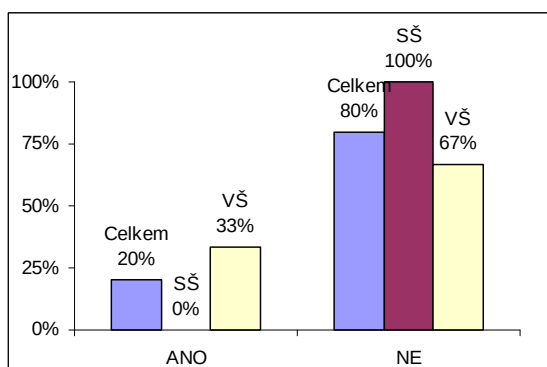
Celkem popsalo HR diagram 10 účastníků (což představuje 40 %), jednalo se o studenty vysoké školy. Pouze u poloviny se dala jejich odpověď považovat za správnou. Pro žáky středních škol se jednalo o novou látku (běžně je HR diagram probíraný ve vyšších ročnících, zde se jednalo o žáky 1. nebo 2. ročníku střední školy a ekvivalenty víceletých gymnázií) a měli na zpracování úlohy mnohem méně času než studenti vysoké školy. Krom toho jsem pracovní listy průběžně zdokonaloval (na základě poznatků získaných během testování) a měnil jsem i způsob výkladu a vedení účastníků během hodiny. To se ve výsledku projevilo vyšší úspěšností v počtu správných odpovědí u tohoto bodu.



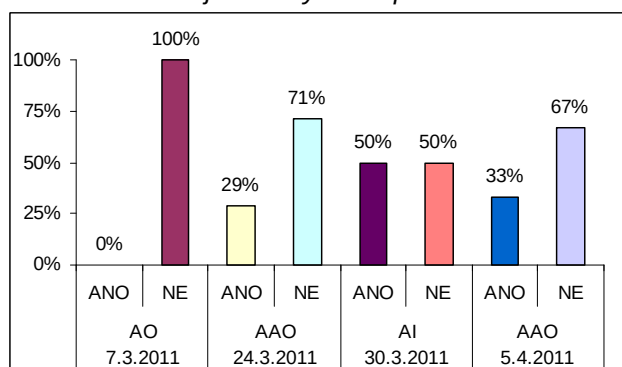
Obr. 5.106: Vyplnění popisu HR diagramu



Obr. 5.107: Vyplnění popisu HR diagramu dle jednotlivých skupin



Obr. 5.108: Správný popis HR diagramu



Obr. 5.109: Správný popis HR diagramu dle jednotlivých skupin

Otázka: Je mezi HR diagramy blízkých a vzdálených hvězd rozdíl? Proč?

Obr. 5.110: Text otázky u bodu 5

Úkolem pracovní úlohy je sestavit dva HR diagramy – blízkých a vzdálených hvězd a pak tyto diagramy mezi sebou porovnat. Zejména z časových důvodů se účastníkům nepodařilo druhý HR diagram vlastními silami sestavit. Pokud k tomu byl prostor, ukázal jsem účastníkům mnou vytvořený HR diagram vzdálených hvězd. Účastníci pak měli možnost odpovědět na otázku u bodu 5, zda je mezi HR diagramy blízkých a vzdálených hvězd rozdíl a hlavně svoji odpověď zdůvodnit. Celkem odpovědělo na otázku 7 účastníků (představuje 28 %), za správnou (účastník si všiml rozdílu v diagramech, který se snažil svými slovy popsat) mohou považovat 6 odpovědí. Pouze u jednoho žáka se objevilo zdůvodnění (odpověď č. 1), ovšem i jeho odpověď nelze považovat za zcela správnou, pouze si všiml, že na větší vzdálenosti nelze pozorovat slabé hvězdy. Již neuvedl, že se jedná o výběrový efekt. Naopak odpověď č. 3 je nesprávná, protože na základě velkého množství dat účastník usoudil, že se ve větší vzdálenosti vyskytuje více obrů.

1. Na větší vzdálenosti přestáváme vidět více „vzdálené“ hvězdy.
2. Méně jasné hvězdy nevidíme, dolní část není vyplněná. Přibýly obří.
3. Ano, je. U grafu 2 – zdůrazněná oblast obrů, vyskytuje se ve vzdálenosti do 400 pc více hvězd typu rudých obrů.
4. Předtím bylo něco viditelné, ale teď vidím pouze kousek hlavní posloupnosti a více obrů.
5. U vzdálených hvězd je mírně zřetelná hlavní posloupnost, je zde více obrů a superobrů.
6. Na osách x a y jsou rozdíly v hodnotách, oproti prvnímu diagramu jsou v druhém diagramu hodnoty na ose y v oblasti -7 do +7, ale výraznější rozdíly nevidím.
7. Ano.

6. Do HR diagramu nejbližších hvězd nacházejících se do vzdálenosti 100 pc zaneste polohu Slunce a pěti nejjasnějších hvězd.

Hvězda (jméno, označení)	Zdánlivá hvězdná velikost m [mag]	Absolutní hvězdná velikost M [mag] *	Paralaxa π ["]	Vzdálenost r [pc] **	Barevný index	Spektrální třída	Souhvězdí
Slunce							

Tab. 1: Seznam pěti nejjasnějších hvězd a Slunce

* absolutní hvězdná velikost M lze určit přes modul vzdálenosti, pokud známe vzdálenost hvězdy r v parsecích a zdánlivou hvězdnou velikost m

$$M = m + 5 \cdot [1 - \log(r)]$$

** vzdálenost r (v parsecích) lze určit z paralaxy π (v obloukových vteřinách), $r = 1/\pi$

Otázka: O jaké typy hvězd se jedná, co je pro jednotlivé typy charakteristické?

Obr. 5.111: Text bodu 6 včetně otázky

Bod 6, který obsahuje tabulku s parametry Slunce a pěti nejjasnějších hvězd včetně otázky na typy hvězd (a jejich charakteristiky), se nepodařilo vyplnit žádnému účastníkovi. Hlavním důvodem byl nedostatek času a hlavně základní neznalost práce v aplikaci Excel (seřazení dat podle kritéria, vložení vzorce do buňky a jeho zkopírování do dalších buněk, sestavení bodového grafu a jeho úpravu), která způsobila zdržení v úvodní části pracovního listu. Tento bod lze považovat za doplňující pro účastníky, kteří budou znát lépe výpočetní techniku. Zakreslení polohy Slunce může pomoci v lepší orientaci v HR diagramu.

Závěr

V závěru popište průběh řešení úlohy, zmiňte problematická místa, nesnáze při provádění úlohy. Je možné navrhnout vylepšení.

Obr. 5.112: Závěr úlohy na sestavení HR diagramu

Závěr vyplnili pouze tři účastníci (12 %) – jeden žák střední školy (odpověď 1), studentka vysoké školy (odpověď 2), která se zúčastnila i předchozí úlohy na zjišťování nejjasnějších hvězd a student vysoké školy (odpověď 3), oba studenti archeologie na Fakultě filozofické Západočeské univerzity v Plzni. Žák střední školy si stěžoval na malý výpočetní výkon používaných počítačů. Pokusil jsem se na tuto připomínku zaměřit. Během sestavování HR diagramu se totiž v některých okamžicích skutečně stalo, že se počítač zasekl (nebo nadměrně zpomalil) a další práce s aplikací Excel 2007 (u verze 2003 se toto zpomalení neprojevovalo a práce s touto verzí byla nejsvižnější) byla prakticky nemožná. Ukázalo se, že na vině je aplikace Excel, která obsahuje chybu²⁶, která se projeví za určitých podmínek vyskytujících se během sestavování HR diagramu – při větším množství dat a manipulaci (nastavení na pevnou hodnotu) s měřítkem svislé osy dojde ke snížení výkonu v aplikaci Excel 2007. Pro řešení se nabízejí dvě možnosti: použití automatického měřítka na svislé ose nebo instalace balíčku oprav pro aplikaci Excel 2007, případně použité jiné verze aplikace Excel.

²⁶ <http://support.microsoft.com/kb/938538/cs> – balíček oprav pro aplikaci Excel 2007 ze 13. 6. 2007

1. Průběh dobrý, problém: 1) neznalost Excelu, 2) malý výpočetní výkon AMD procesorů.
2. Tato úloha byla 1000x lepší než ta první, ale si stejně myslím, že je to tím, že to vidím po druhé v životě.
3. Asi největší nesnází byla moje neschopnost pokročilé práce v Excelu, jinak to šlo...příště bych to udělal rychleji a snad správně.

5.6 Dotazník

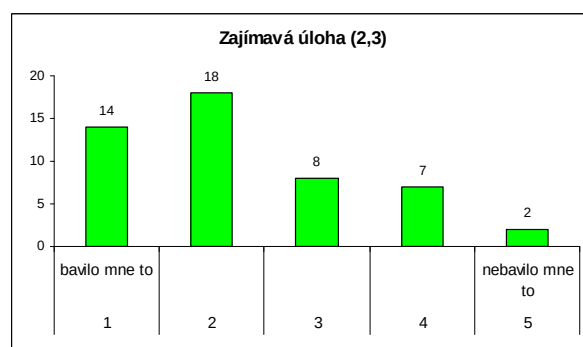
Každému účastníkovi jsem před skončením hodiny dal vyplnit dotazník, který obsahoval několik skupin otázek (hodnocení samostatných úloh, webové stránky Astronomia, porovnání ovládání katalogů, přínos a celkový dojem z hodiny) sloužící ke zjištění (subjektivní) zpětné vazby. Objektivní zpětnou vazbu představovalo odevzdání pracovních listů, který jsem podrobil analýze a na další hodině účastníkům vrátil. Na poslední hodině bylo představeno správné řešení obou úloh včetně diskuze nad výsledky prací, upozornění na chyby a nedostatky, případně doplnění dalších poznatků a informací.

5.6.1 Hodnocení samostatných úloh

První skupina otázek dotazníku se týkala subjektivního hodnocení samostatných úloh. Zjistil jsem, že úloha hledání nejjasnějších hvězd zaujala přes 80 % účastníků, přičemž 65 % účastníků vypracovávání úlohy bavilo, 16 % mělo neutrální stanovisko a 18 % účastníků uvedlo, že je úloha nebavila. Korelací grafu „Zaujala vás úloha“ (Obr. 5.113) a „Zajímavá úloha“ (Obr. 5.114) zjistíme, že účastníci, kteří uvedli odpověď NE, zároveň vyplnili známku 5 (ve dvou případech) nebo 4 (ve třech případech). Dva účastníci s odpovědí ANO u otázky „Zaujala vás úloha?“ uvedli u otázky na zajímavou úlohu známku 4, takže je úloha sice zaujala, ale nebavila. Znamku 4 uvedli i další dva účastníci, kteří se ovšem nevyjádřili k odpovědi „Zaujala vás úloha?“. Průměrné hodnocení „Zajímavá úloha“ je na stupni 2,3. Došlo ke zlepšení hodnocení v průběhu vývoje úlohy a testování jednotlivými skupinami – od 2,4 (skupina SŠ, testováno 7. 3. března 2011, 1. verze pracovního listu), přes 2,3 (první početná skupina VŠ, testováno 17. března 2011, 2. verze pracovního listu) až po 2,2 (druhá početná skupina VŠ, testováno 29. března 2011, poslední verze pracovního listu).



Obr. 5.113: Hledání nejjasnějších hvězd – zaujala vás úloha?

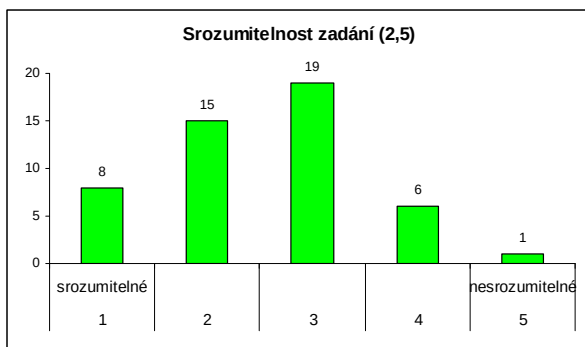


Obr. 5.114: Hledání nejjasnějších hvězd – zajímavá úloha

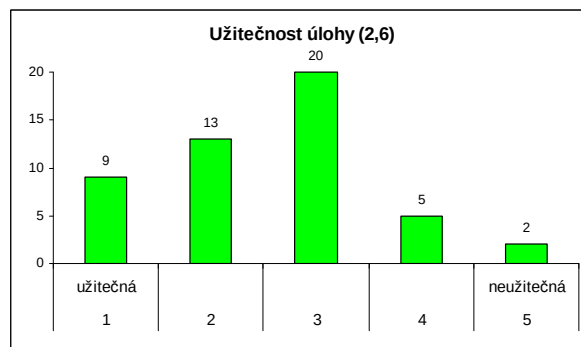
Další otázky dotazníku se týkaly srozumitelnosti zadání a užitečnosti úlohy. Zde mne zajímalo, jestli postupný vývoj a úprava pracovních listů přinesly zlepšení srozumitelnosti zadání. Ukázalo se, že u subjektivního hodnocení k výraznému zlepšení srozumitelnosti nedošlo. U všech početných skupin (více jak 10 účastníků) se srozumitelnost pohybuje na úrovni 2,5 až 2,6. Objektivní hodnocení pracovních

listů ukázalo zlepšení výsledků (zejména viz Obr. 5.73) a tím nepřímo zlepšení srozumitelnosti pracovních listů.

Poněkud zvláštní je vývoj užitečnosti úlohy. První skupina (SŠ) uváděla nejčastěji známky 1 až 3, průměrná známka je 1,8. U první početné skupiny VŠ jsem již zaznamenal několik známek 4 a průměrná známka je 2,6. Důvodem může být skutečnost, že u středoškoláků se jednalo o skupinu žáků, kteří postoupili do školního kola astronomické olympiády, takže je jejich zájem o astronomická témata zřejmý. Může zde být větší zájem o získání nových informací a menší profilace jedince a tím ztráta zájmu i o jiná témata. U vysokoškoláků se jednalo o běžný vzorek studentů bez specifického zájmu o astronomii, což může mít vliv na užitečnost úlohy, protože zde studenti nevidí důvod, aby se seznámili s novými pojmy: souřadnicový systém, jasnosti objektů apod. Pravděpodobně si už neuvědomí, že se zároveň naučí pracovat s počítačovým planetáriem a zejména s tabulkovým procesorem Excel, což mohou ocenit i jinde. Z psychologického hlediska by bylo jistě zajímavé připravit ořezanou verzi pracovního listu s minimem informací a žádnou doplňující otázkou a porovnat výsledky u srozumitelnosti zadání a užitečnosti úlohy.



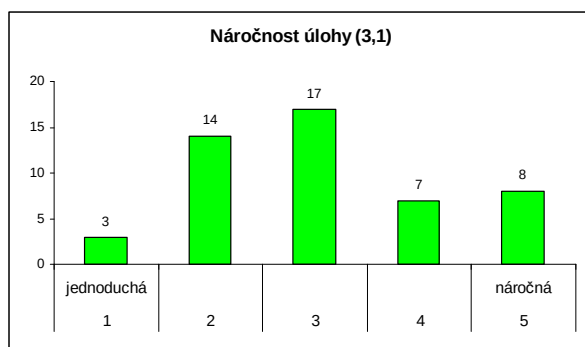
Obr. 5.115: Hledání nejjasnějších hvězd – srozumitelnost zadání



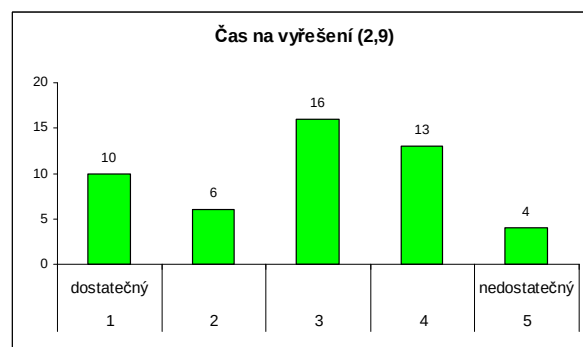
Obr. 5.116: Hledání nejjasnějších hvězd – užitečnost úlohy

Poslední skupina otázek dotazníku se věnovala náročnosti úlohy a času potřebného na vyřešení úlohy. Před analýzou těchto výsledků je nutné podotknout, že čas potřebný na vyřešení úlohy byl omezený. Testoval jsem na vzorku studentů, které jsem měl k dispozici dvě vyučovací hodiny, tzn. maximálně 90 minut čistého času. Před rozdáním pracovních listů jsem formou prezentace během 15 až 20 minut vysvětlil základní pojmy a souvislosti. Tím jsem zajistil, aby všichni účastníci měli zhruba stejné znalosti a zároveň si ušetřil pozdější individuální vysvětlování látky. Následovala přibližně 60minutová praktická činnost s pracovními listy (individuálně nebo ve skupinách po maximálně dvou účastnících) a zhruba 10 minut před koncem hodiny jsem rozdál každému účastníkovi dotazník.

Úlohu lze považovat za náročnou a potvrzují to i výsledky dotazníku. Pouze 6 % účastníků označilo úlohu za jednoduchou. Třetina (35 %) zaujala neutrální postoj a 29 % si myslí, že je úloha spíše jednoduchá. Zcela opačný názor (tzn. spíše náročná úloha) má 14 % účastníků a za náročnou (známkou 5) ji označilo 16 % účastníků. Pokud účastníci označili úlohu za jednoduchou (známka 1), zároveň považovali čas na její vyřešení za dostatečný (známky 1 nebo 2) nebo nedostatečný (známka 5). Podobně můžeme zjistit, že úloha je náročná (známka 5), ale čas na její vyřešení je dostatečný (známka 1). U náročnosti hodnocené známkou 2 (spíše jednoduchá) se objevují všechny možnosti u času potřebného na vyřešení úlohy. U náročnosti 3 (neutrální postoj) a 4 (úloha je spíše náročná) se vyskytly všechny možnosti kromě známky 5. Průměrná hodnota u náročnosti i času na vyřešení se pohybuje okolo známky 3, neutrální postoj.



Obr. 5.117: Hledání nejjasnějších hvězd – náročnost úlohy

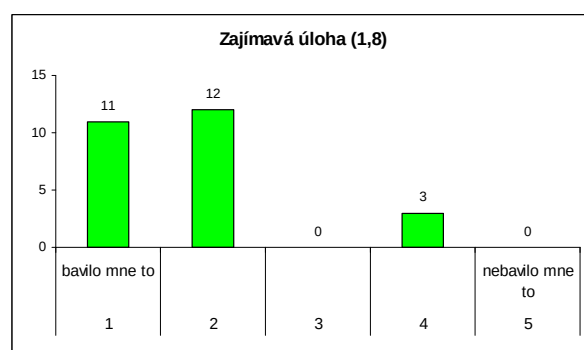


Obr. 5.118: Hledání nejjasnějších hvězd – čas na vyřešení úlohy

Podobnou analýzu výsledků z dotazníků jsem provedl i u úlohy na sestrojení HR diagramu. Tato úloha zaujala přes 90 % účastníků. Tomu odpovídají výsledky další otázky, která se ptala, zda je úloha zajímavá. Znamku 1 (bavilo mne to) uvedlo 42 % účastníků, známku 2 celkem 46 % účastníků, to je v součtu 88 %, což se shoduje s procentuálním vyjádřením u otázky „Zaujala vás úloha?“. U grafu na Obr. 5.120 se objevily tři odpovědi se známkou 4 (známka 5 představovala odpověď „nebavilo mne to“). Dva účastníci při této známce uvedli, že je úloha nezaujala. Jednoho účastníka úloha zaujala, přesto hodnotil otázku na zajímavou úlohu známkou 4, to znamená, že ho úloha příliš nebavila. Výsledná známka u otázky „zajímavá úloha“ je 1,8.

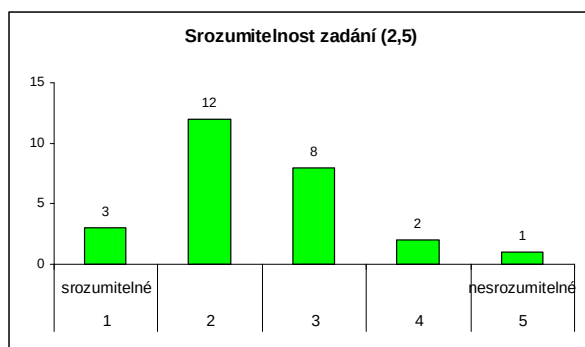


Obr. 5.119: Sestrojení HR diagramu – zaujala vás úloha?

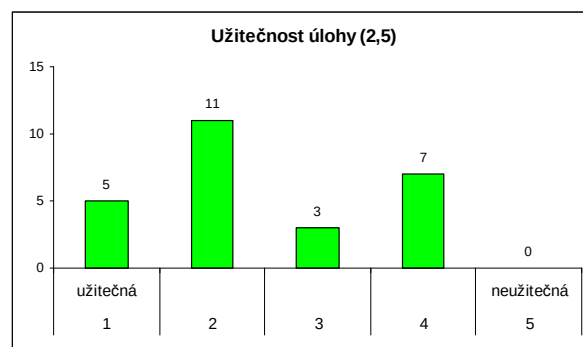


Obr. 5.120: Sestrojení HR diagramu – zajímavá úloha

Celková srozumitelnost (viz Obr. 5.121) zadání se dle hodnocení účastníků pohybuje na známce 2,5. Nejčastěji (46 %) účastníci hodnotili známkou 2 (méně srozumitelné), následované neutrální známkou 3 (ve 31 % případů). Zbývající odpovědi se pohybují okolo 10 %. U užitečnosti úlohy (viz Obr. 5.122) se objevily dvě lokální maxima – známka 2 znamená méně užitečná úloha (uvedeno ve 42 % případech, zároveň účastníci uváděli u srozumitelnosti známky 2 nebo 3, přičemž první jmenovaná byla častěji) a známka 4 znamená méně neužitečná (uvedeno ve 27 % případech, zde byla u srozumitelnosti známka 2 až 5). Žádný z účastníků neoznačil úlohu jako neužitečnou. Srozumitelnost se u jednotlivých skupin postupně zhoršovala, začínala na průměrné známce 2,1 (u skupiny SŠ), následovala známka 2,7 (u první početní skupiny VŠ) a poslední početná skupina VŠ měla známku 2,8. Úlohu jsem v průběhu času upravoval a účastníci se postupně dostávali v pracovním listu dál a dál, což mohlo paradoxně zhoršit subjektivní hodnocení srozumitelnosti zadání. Užitečnost úlohy u skupiny SŠ je na průměrné známce 1,9 a u skupiny VŠ na známce 2,8. Rozdíl může být způsoben tím, že pro žáky střední školy se jednalo o novou, neznámou látku, kdežto pro studenty vysoké školy se mohlo jednat jen o opakování a prohloubení známých faktů ze střední školy.

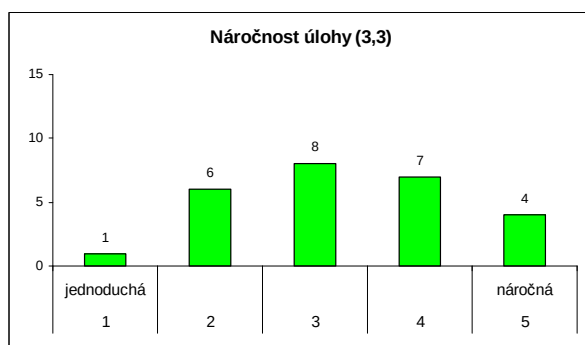


Obr. 5.121: Sestrojení HR diagramu – srozumitelnost zadání

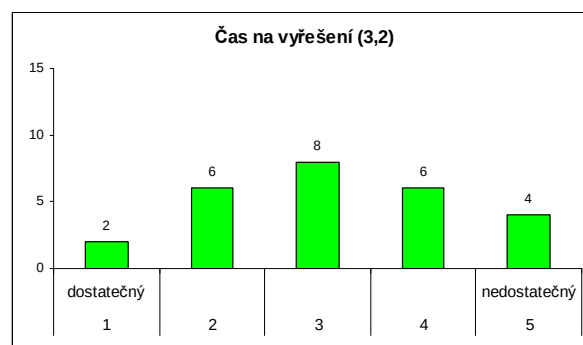


Obr. 5.122: Sestrojení HR diagramu – užitečnost úlohy

Porovnáním Obr. 5.123 a Obr. 5.124 se na základě podobnosti grafů zdá, že náročnost úlohy a čas na vyřešení spolu úzce souvisejí, korelační index je ovšem pouze 0,5. Náročnost úlohy získala průměrnou známku 3,3 odpovídající spíše neutrálnímu postoji. Čas potřebný na vyřešení úlohy byl ohodnocen průměrnou známkou 3,2. Skupina SŠ a první početná skupina VŠ daly podobnou průměrnou známku – 2,9, potažmo 3,0. Poslední početná skupina VŠ ohodnotila úlohu jako náročnou, průměrná známka 4,3. U času potřebného na vyřešení byla situace následující: skupina SŠ známka 3,2, první skupina VŠ známka 2,9 a poslední skupina VŠ známka 3,8. Byť se může zdát, že je úloha na první pohled jednoduchá – sestavení HR diagramů, ve skutečnosti obsahuje velké množství dílčích úkonů. Od stažení dat z katalogu, přes výpočet potřebných údajů k sestavení diagramu až po samotné vytvoření grafu. To vše dvakrát, protože sestavujeme HR diagram pro blízké a vzdálené hvězdy, přičemž se studenti musí vypořádat s různými omezeními používaných aplikací. I přesto se domnívám, že úloha je pro studenty zajímavá (což dokazují grafy na Obr. 5.119 a Obr. 5.120) a dozví se při ní spoustu nových informací, ať už s astronomickou tematikou, tak z oblasti matematiky a informatiky.



Obr. 5.123: Sestrojení HR diagramu – náročnost úlohy

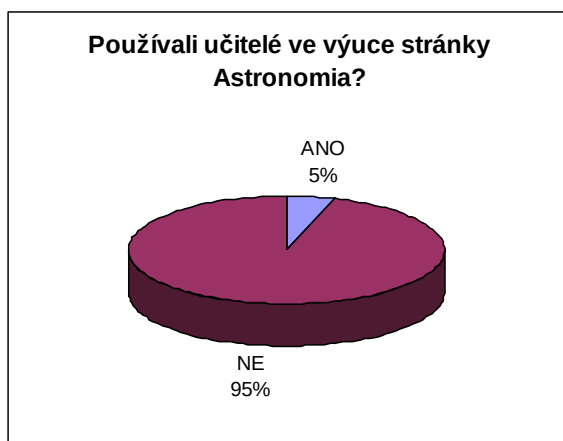


Obr. 5.124: Sestrojení HR diagramu – čas na vyřešení

5.6.2 Webové stránky Astronomia

Dotazník neobsahoval pouze otázky týkající se pracovních listů, zeptal jsem se účastníků i na další záležitosti v souvislosti s katalogy astronomických objektů a webovými stránkami Astronomia, více viz kapitola 3.2.

Zajímala mne zpětná vazba od žáků a studentů, jakým způsobem jsou stránky využívány na školách a jejich zkušenosti s katalogy astronomických objektů.



Obr. 5.125: Používali učitelé ve výuce stránky Astronomia?



Obr. 5.126: Znali jste katalogy astronomických objektů na stránkách Astronomia?

Dle grafu na Obr. 5.125 se ukázalo, že učitelé bohužel používají ve výuce stránky Astronomia velmi zřídka. Na náhodném vzorku 60 žáků nebo studentů se jednalo pouze o tři žáky střední školy (představuje pouze 5 %), kteří uvedli, že jejich učitelé používali ve výuce stránky Astronomia. Zde se zároveň nabízí doplňující otázka, kolik času učitelé věnují výuce astronomických poznatků na středních školách. Je možné, že jim na toto téma bohužel nezbyvá v hodinách fyziky čas a pak je logické, že se ani nedostanou k informování žáků ohledně možností, kde čerpat další informace. Jiným vysvětlením by mohla být nedostatečná propagace stránek Astronomia na všeobecně dostupných místech. V současnou dobu²⁷ jsou stránky propagovány zejména na stránkách Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni (banner s odkazem), Katedry matematiky, fyziky a technické výchovy (banner s odkazem) a České astronomické společnosti (zrcadlení celého obsahu stránek na doméně astro.cz).

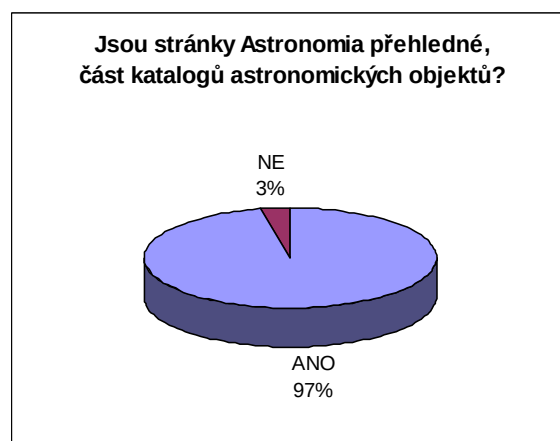
Součástí stránek Astronomia jsou katalogy astronomických objektů – hvězd, objektů vzdáleného vesmíru (mlhoviny, hvězdokupy, galaxie, exoplanety) a objekty ve sluneční soustavě (planetky, komety). Zjistili jsme, že učitelé stránky Astronomia ve výuce pravděpodobně moc nepoužívají, přesto jsou stránky mezi žáky a studenty známé, což svědčí o tom, že nejméně čtvrtina účastníků znala katalogy astronomických objektů, jak ukazuje graf na Obr. 5.126. Jeden student vysoké školy navštěvující předmět Astronomie pro každého²⁸ uvedl, že o katalozích astronomických objektů ví pouze jménem ze zmínky z přednášky.

²⁷ Platné ke květnu 2011.

²⁸ Předmět vyučovaný na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, známý pod původní zkratkou KOF/AAO nebo nově KMT/AAO, kde se studenti seznámí se základními astronomickými objekty a s fyzikálními procesy, které probíhají ve vesmíru.



Obr. 5.127: Měli jste možnost řešit úlohu s použitím dat z katalogu?



Obr. 5.128: Jsou stránky Astronomie přehledné, zejména část katalogů astronomických objektů?

Z grafu na Obr. 5.127 je patrné, že žáci nebo studenti nemají běžně důvod používat informace z katalogů. Pouze 5 % účastníků uvedlo, že měli možnost řešit úlohu s použitím dat z katalogu. Jednalo se o jednoho žáka střední školy a jednoho studenta vysoké školy, který zároveň uvedl, že se jednalo o katalog Hipparcos a že jej použil jako zdroj informací při vytváření referátů nebo semestrálních prací. Třetí student (z vysoké školy, jako střední školu absolvoval průmyslovou školu v Klatovech, obor automatizační technika) uvedl katalog „elektro-součástek“. Jedná se o zcela rozdílný obor, který nemá s katalogy astronomických objektů nic společného. Pravděpodobným důvodem této odpovědi je nepřesně položená otázka v dotazníku. Abych zkrátil otázku, aby se vešla na jeden řádek v dotazníku, uvedl jsem místo „Měli jste možnost řešit úlohu s použitím dat z katalogu astronomických objektů?“ pouze „Měli jste možnost řešit úlohu s použitím dat z katalogu?“

Zajímá mne názor na samotné stránky katalogů astronomických objektů, proto jsem v dotazníku položil otázku, zda jsou stránky přehledné. Velmi pozitivní byl výsledek, kdy 97 % účastníků uvedlo kladnou odpověď, stránky jsou přehledné. Co by účastníci vylepšili? Odpovědi na otázku „Co byste vylepšili/doplňili (např. návody k použití, úlohy využívající data z katalogů apod.)?“ jsou následující:

1. Lepší vysvětlení kroků.
2. Žádné.
3. Protože tomu moc nerozumím, nemohu poradit.
4. Vysvětlení jsou dostatečná.
5. Asi raději nic.
6. Návod k použití.
7. Zajít do podrobností, uvést příklad zacházení.
8. Jsou dobré.
9. Všechno dokonalé.
10. Nic.
11. Návody k použití.
12. Všechno super.
13. Co možná nejpochopitelnější schéma postupu a nápovědy.
14. Co nejjednodušší vysvětlení pro blbce mého typu.
15. Více bych upřesnil zadání – převody jednotek.

Z odpovědí lze vyčíst, že není potřeba nic zásadního měnit, pouze by se hodilo uvedení příkladů nebo návodů k použití, případně detailnější postup a nápovědy (viz odpověď č. 13, kterou student uvedl při sestavování HR diagramu).

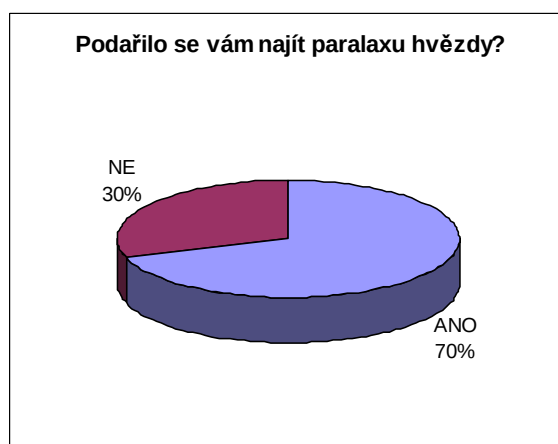
5.6.3 Porovnání ovládání katalogů

Kromě přehlednosti mne zajímalo i samotné ovládání a používání uživatelského rozhraní katalogů hvězd. Využil jsem tedy vhodné příležitosti a položil v dotazníku několik otázek uživatelům, kteří měli praktické zkušenosti s používáním katalogu během provádění praktické úlohy. Část dotazníku, která se týkala porovnání ovládání katalogů, vyplnilo zhruba 50 % účastníků, kterého se zúčastnili pouze studenti vysoké školy. Jako „konkurenční“ katalog jsem použil Astronomickou databázi SIMBAD²⁹, která obsahuje nejenom aktuální data o hvězdách, ale celkově přes 5 miliónů objektů.

Účastníci dostali v rámci dotazníku dva úkoly: najít pomocí astronomické databáze SIMBAD spektrální třídu hvězdy Aldebaran a pomocí katalogu Hipparcos na stránkách Astronomia paralaxu hvězdy Sirius.



Obr. 5.129: Astronomická databáze SIMBAD a hledání spektrální třídy hvězdy



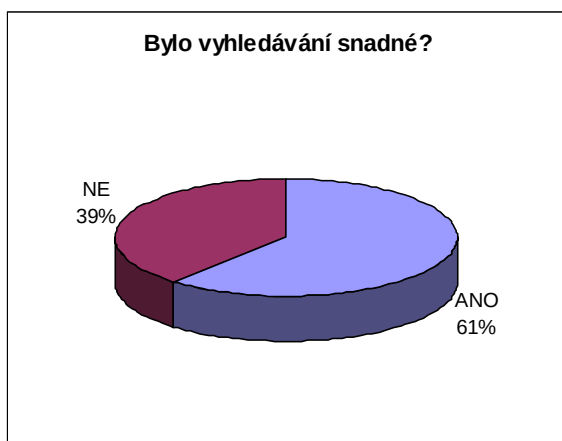
Obr. 5.130: Katalog hvězd Hipparcos a hledání paralaxy hvězdy

Spektrální třídu se podařilo najít 42 % účastníkům, kteří se tento úkol pokusili řešit. Uvedli správnou spektrální třídu K5IIIC. Pouze jeden účastník uvedl „K5IIIC 2006AJ 132 161b“, což svědčí o tom, že nepochopil značení spektrálních tříd a uvedl i reference, které jsou v astronomické databázi SIMBAD hojně uvedeny. Ti, kterým se nepodařilo najít spektrální třídu, nejčastěji jako důvod uváděli nedostatek času, složité, nevyznání se na stránce, kliknutí na nesprávný odkaz (Catalogs). U několika dotazníků se objevila odpověď ANO, ale nalezená spektrální třída nebyla správná. Tyto odpovědi jsem v hodnocení uvažoval za odpověď NE.

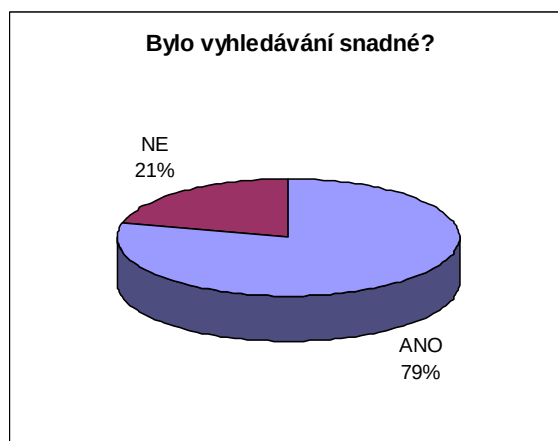
Paralaxu se podařilo najít 70 % účastníkům, kteří se tímto úkolem zabývali. Pouze tři účastníci napsali výslednou hodnotu i s jednotkami: 0,3792“ nebo 379,21 mas nebo 379,21 ms (úhlových). Ostatní uváděli pouze číselnou hodnotu 379,21 bez jednotky. Jako nejčastějšími důvody neúspěchu byly: nedostatek času, nestihl, nevím, nebylo nalezeno nic. U jedné odpovědi bylo sice uvedeno ANO, ale nebyla opsána paralaxa, ale spektrální třída (A0MIII). Tuto odpověď jsem považoval za NE.

Z grafů na Obr. 5.129 a Obr. 5.130 plyne, že úspěšnější byli účastníci při použití katalogu na stránkách Astronomia. Nicméně vysoký počet odpovědí bez uvedení správné jednotky je zarážející a bylo by vhodné se tímto zabývat. Jedná se o neuvážený postoj ze strany účastníků, kdy neřeší jednotky u hodnot, a nebo jde o nepřehlednost tabulky zobrazující nalezené hodnoty.

²⁹ Dostupná v anglickém jazyce na adrese <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>.



Obr. 5.131: Snadnost vyhledávání u databáze SIMBAD



Obr. 5.132: Snadnost vyhledávání u katalogu Hipparcos

U vyhledávání parametrů hvězd v katalogích nebo databázích mne zajímala snadnost a intuitivnost ovládání, případně porovnání mezi aplikacemi. Přes 60 % účastníků, kteří vyplnili tuto část dotazníku, uvedlo, že vyhledávání v astronomické databázi SIMBAD bylo snadné. U katalogu Hipparcos se jedná o téměř 80 % účastníků. Zde bych měl na obhajobu astronomické databáze SIMBAD uvést skutečnost, že účastníci vyhledávání u katalogu Hipparcos používali před vyplněním tohoto dotazníku. Nicméně používali tzv. Rozšířené vyhledávání, kdežto v dotazníku byli tázáni na obvyčejné vyhledávání, kdy se hledají parametry jen jednoho objektu, v tomto případě hvězdy.

Při záporné odpovědi u databáze SIMBAD uváděli účastníci následující důvody: nepřehlednost a anglický jazyk. U záporných odpovědí u katalogu Hipparcos uvedli: složité a málo času.



Obr. 5.133: Intuitivnost u databáze SIMBAD



Obr. 5.134: Intuitivnost u katalogu Hipparcos

Ovládání aplikace by mělo vykazovat známky intuitivnosti. Porovnání databáze SIMBAD a katalogu Hipparcos vychází příznivěji intuitivní ovládání pro katalog Hipparcos na stránkách Astronomia v poměru 55 % (SIMBAD) a 74 % (Hipparcos) kladných odpovědí.

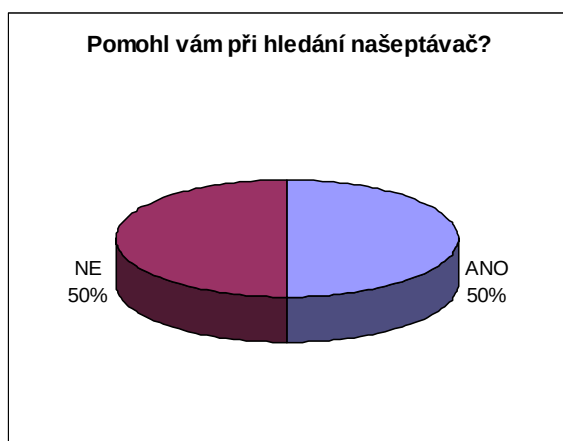


Obr. 5.135: Přehlednost u databáze SIMBAD

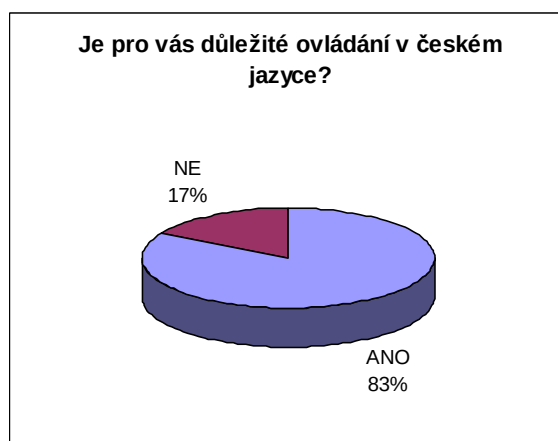


Obr. 5.136: Přehlednost u katalogu Hipparcos

Na přehlednost stránek Astronomia, zejména část katalogů astronomických objektů, byla zaměřena otázka v dotazníku, jejíž výsledky jsou zachyceny na Obr. 5.128, které říkají, že 97 % účastníků bylo s přehledností stránek spokojeno. V části dotazníku věnované hledání různých parametrů hvězd jsem položil podobnou otázku: „Je stránka s nalezenými daty přehledná?“ Výsledek u katalogu Hipparcos je srovnatelný, viz Obr. 5.136, kdy 94 % účastníků uvedlo, že je stránka s nalezenými daty přehledná. Zdá se, že astronomická databáze SIMBAD je méně přehledná, spokojeno s přehledností bylo jen 65 % účastníků. Jako problematická místa uváděli: nemoderní design, není to česky, nepřehledné. Jeden účastník uvedl kladnou odpověď, ale doplnil, cituji: „relativně, pokud člověk ví, oč jde“. Domnívám se, že to vyjadřuje i rozdílnost hlavního poslání obou aplikací. Astronomickou databázi SIMBAD využívají ke své práci převážně astronomové, kteří vědí, co hledají. Zde jim nemoderní design, anglické rozhraní a velké množství údajů nevadí, protože jim jsou jednotlivé pojmy a hodnoty dobře známé. Naopak uživatelské rozhraní katalogu Hipparcos je určeno pro běžného uživatele (potažmo žáky a studenty škol), kdy je nutné věnovat mnohem více důrazu na přehlednost, rozložení výsledné stránky, aby se zde uživatel neztratil a neodradilo ho to od dalšího zájmu nebo studia.



Obr. 5.137: Našeptávač u katalogu Hipparcos



Obr. 5.138: Důležitost ovládání v českém jazyce

Počet hvězd v katalogu Hipparcos je omezený, přesto obsahuje 118 218 záznamů. Hvězd se jménem nebo označením je 3 568. To je poměrně velké množství údajů, takže by uživatelům mohl být přínosný našeptávač, který by usnadňoval zadávání jména nebo označení hvězdy. Ukázalo se, že našeptávač ocenila polovina účastníků, viz Obr. 5.137. Toto relativně nízké procento účastníků, kterým napomohl našeptávač, může být způsobeno snadno zapamatovatelným a krátkým názvem

hvězdy (Sirius), kdy se časově vyplatí napsat celý název než čekat na výsledky našeptávače, který má mírné zpoždění (pohybuje se okolo 0,8 až 1,5 s dané internetovým připojením, vyhledáváním v databázi apod.) a začne fungovat až po napsání minimálně dvou znaků.

Doc. Dolejší z Matematicko-fyzikální fakulty UK v Praze na konferenci „Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5“ konané v dubnu 2011 v Plzni prohlásil, cituji: „*Dříve nešla studovat fyzika bez latiny, dnes bez angličtiny.*“ Bohužel tomuto názoru neodpovídá výsledek otázky „*Je pro vás důležité ovládání v českém jazyce?*“ Celkem 83 % účastníků (studenti různých fakult vysoké školy), kteří hledali parametry hvězdy v katalogu Hipparcos, uvedlo kladnou odpověď, tzn. je pro ně ovládání v českém jazyce důležité. Jeden účastník uvedl při záporné odpovědi, že je to pro něj rychlejší. Další uvedl u odpovědi NE, že data jsou v anglickém jazyce. Toto není pravda, protože číselné údaje jsou nezávislé na jazyku a ostatní položky jsou většinou přeložené.

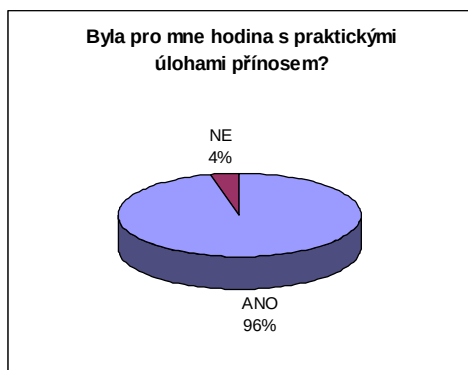
Důvodem pro tento výsledek, který bohužel nepodporuje zajímavé tvrzení doc. Dolejšího, může být jistá pohodlnost, kterou máme při ovládání v mateřském jazyce. Nebo to může být výsledek neznalosti cizího jazyka (zejména odborných pojmů) a neochota jej používat.

5.6.4 Přínos a celkový dojem z hodiny

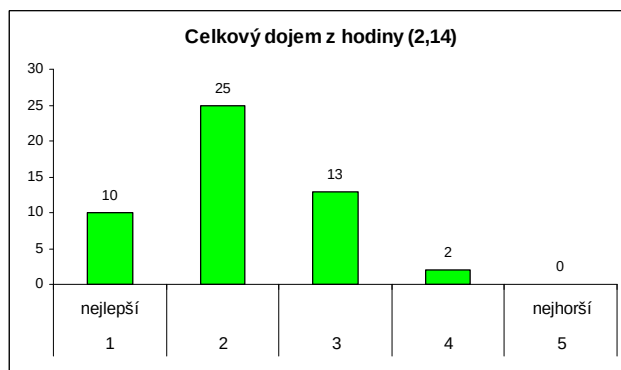
Poslední dvě otázky dotazníku se týkaly celkového dojmu z hodiny a přínosu hodiny s praktickými úlohami pro účastníka. Na tyto otázky zodpovědělo téměř 80 % účastníků. Hodina s praktickými úlohami byla přínosem pro 96 % účastníků, kteří vyplnili příslušnou část dotazníku. Pouze 4 % uvedla zápornou odpověď.

1. NE: *Tato čísla mě ohledně astronomie zatím nezajímají.*
2. ANO: *Vzhledem k typu mé střední školy (Hotelová škola, Mariánské Lázně – pozn. autora) jsem u některých věcech nikdy neslyšela, takže zajímavé*

Celkový dojem z hodiny účastníci nejčastěji (v polovině případů) hodnotili známkou 2, odpovídá tomu i průměrná známka 2,1. Nejlepší známkou 1 hodnotila pětina účastníků a průměrnou známkou 3 dala čtvrtina účastníků. Objevili se pouze dvě hodnocení známkou 4, přičemž jeden účastník uvedl, že pro něj hodina nebyla přínosem, druhý paradoxně uvedl, že ano. Za zmínku stojí i negativní odpověď u přínosu hodiny, ale celkový dojem z hodiny hodnocen známkou 2. U jednotlivých skupin se celkový dojem z hodiny vyvíjel následujícím způsobem: skupina SŠ obě úlohy (1,7), 1. skupina VŠ na hledání nejjasnějších objektů ze 17. března 2011 (2,3), 2. skupina VŠ na sestrojení HR diagramů ze 24. března 2011 (2,0), 3. skupina VŠ na hledání nejjasnějších objektů z 29. března 2011 (2,5) a 4. skupina VŠ na sestrojení HR diagramů z 5. dubna 2011 (1,4). Z těchto výsledků plyne, že lépe (průměrnou známkou 1,7) byla hodnocena hodina, při které účastníci sestrojovali HR diagram. Na rozdíl od hodiny, při které účastníci zjišťovali seznam nejjasnějších hvězd, kde je průměrná známka 2,4. Tento rozdíl může být způsobený větší náročností úlohy na zjišťování nejjasnějších hvězd, zároveň se účastníci během této hodiny dozví více informací, je potřeba větší aktivity z jejich strany a vstřebání většího množství souvislostí.



Obr. 5.139: Přínos hodiny s praktickými úlohami



Obr. 5.140: Celkový dojem z hodiny

V prostoru pro připomínky se objevily následující reakce (v závorce je uvedena odpověď na přínos a hodnocení celkového dojmu z hodiny):

1. Málo času (ANO, 2)
2. Nerada cokoli počítám, proto mě tato práce zrovna nenadchla. Raději používám pravou mozkovou hemisféru (NE, 4)
3. Takhle na večer to bylo móóc informací (ANO, 2)
4. Nestíhali jsme (ANO, 3)
5. Hodina to byla skvělá a ukázala mi, že jsem si vybral správný obor (ANO, 1)

Závěr

Cílem mé rigorózní práce bylo vytvoření a vyzkoušení pracovních úloh (ve formě pracovních listů pro žáky a metodických listů pro učitele) využívajících data z katalogů astronomických objektů dostupných na stránkách Astronomia. Pracovními úlohami jsem usiloval o zapojení žáků do praktických činností, které rozvíjí základní kompetence žáků, včetně netradičního využití výpočetní techniky. Vyhodnocením získaných materiálů v podobě pracovních listů a dotazníků lze usuzovat na využitelnost katalogů astronomických objektů ve výuce nebo v rámci projektového vyučování (ať již jako samostatné projekty nebo v rámci projektové dnu apod.). Nekladl jsem si za cíl vytvořit ucelený studijní materiál, který by byl obecně použitelný při výuce a pokrýval celou problematiku katalogů. Je to i z toho důvodu, že astronomie je obor velmi rozsáhlý, obsahující velké množství témat a tím i různých katalogů, seznamů a tabulek.

Před samotnou tvorbou pracovních úloh jsem se zabýval analýzou základních forem uspořádání učiva v učebních plánech a zhodnocením jejich vhodnosti při výuce astronomických poznatků na školách. Zahrnutím astronomických témat do výuky lze totiž ideálním způsobem realizovat mezipředmětové vztahy, neboť astronomické úlohy v sobě spojují fyzikální principy, zeměpisný pohled, biologické ohledy i chemické procesy. Velmi významný mezipředmětový vztah, a to s informatikou, se rozvinul při řešení obou úkolů, kde bylo nutnou podmínkou zvládnutí základních dovedností při využívání výpočetní techniky. Při sestavování praktických úloh využívajících katalogů astronomických objektů jsem si sestavil základní požadavky, které úlohy musí splňovat. Samostatnou kapitolou byly úpravy na stránkách Astronomia v oblasti katalogů hvězd, které jsem musel přizpůsobit nově vzniklým požadavkům. Zejména šlo o změny v uživatelském rozhraní umožňující uložení seznamu hvězd do souboru. Jelikož jsou data v katalogu Hipparcos místy zastaralá, přidal jsem na stránky část astronomické databáze SIMBAD, která je pravidelně aktualizována, a umožňuje rychlé porovnání dat mezi katalogy hvězd.

Vytvoření pracovních listů považuji za důležitou součást práce, nicméně ještě důležitější bylo jejich otestování na žácích a studentech, průběžné upravování a optimalizace úloh a analýza výsledků, ať již formou objektivního hodnocení pracovních listů, tak získáním subjektivních názorů účastníků formou dotazníku. Omezil jsem se pouze na katalogy hvězd a vytvořil dvě praktické úlohy – hledání nejjasnějších hvězd na noční obloze a sestavení HR diagramů. Pracovní listy obsahují kromě postupu i množství zvědavých otázek, které jednak prohlubují znalosti studentů, jednak pro učitele představují velmi cennou zpětnou vazbu.

Pro snazší otestování pracovních úloh jsem v březnu 2011 uskutečnil na půdě Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni celodenní soustředění pro řešitele školního kola astronomické olympiády (kategorie CD), u kterých by se dala předpokládat základní znalost astronomických pojmů. Soustředění se zúčastnilo 25 žáků prvního nebo druhého ročníku střední školy nebo odpovídajícího ročníku víceletého gymnázia. Řešení úloh mi posloužilo jako pilotní ověření realizovatelnosti úloh. Pro objektivnější hodnocení hypotéz a vyslovení závěrů ohledně využitelnosti katalogů astronomických objektů ve výuce jsem potřeboval větší vzorek dat. Vhodné adepty jsem získal během března a dubna 2011 na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity v Plzni z řad studentů, kteří navštěvovali předměty Astronomie pro každého a Astronomie a internet. Na vysoké škole se průzkumu zúčastnilo 53 studentů, převážně se jednalo o studenty prvního nebo druhého

ročníku Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Průzkumu se zúčastnilo v rámci Astronomického semináře pro učitele fyziky konaném v dubnu 2011 na Hvězdárně v Rokycanech i deset učitelů fyziky středních či základních škol. Jejich výsledky jsem ovšem do hodnocení neuváděl, jsou totiž silně zkresleny nedostatkem času, který měli učitelé během provádění úloh k dispozici.

Během testování pracovních úloh jsem pracovní listy průběžně upravoval, abych se vyvaroval nedostatků a slabých míst, které se mohly při vytváření materiálů vyskytnout. Jak bude uvedeno dále, zejména došlo k přecenění některých předpokladů (znalosti žáků a studentů v oblasti informatiky), které jsem při sestavování úloh očekával.

Výsledky dotazníků, které byly účastníkům rozdány na konci hodiny, ukazují, že studenti běžně nemají možnost řešit úlohy, kde by použili data z katalogů astronomických objektů. Jejich učitelé na středních školách nevyužívají multimediálních učebních textů, které přinášejí oproti učebnicím výhodu v podobě včasné aktualizace informací s ohledem na rychle se rozvíjející obor. Během testování se mi ovšem podařilo odhalit z hlediska znalostí studentů některé nemilé skutečnosti. Studenti bohužel nezvládají základní úkony v aplikaci Excel, zejména vložení vzorce do buňky, seřazení dat nebo sestavení jednoduchého bodového grafu. Uvádějí, že se jedná o náročnou úlohu vyžadující hlubší znalosti PC a že je nutné před zavedením připravit studenty na řešení úloh podrobnou výuku v aplikaci Excel. Co potom studenti dělají během hodin informatiky na střední škole? Během výpočtů studenti neřeší jednotky ve vzorcích, pak se může stát, že jim vzdálenost hvězdy vyjde v řádu setin parseku; zde by měla zafungovat zpětná vazba v podobě uvažování nad reálností výsledné hodnoty. Bohužel nezafungovala. Problematickým místem byla i neznalost předpon (např. u milivteřin) a základních jednotek SI.

Většina účastníků hodnotí úlohy jako náročné. To může souviset s nedostatkem času (to je důvod, který účastníci při řešení úloh nejčastěji uvádějí) nebo neznalost práce s počítačem a astronomické tematiky. I přesto účastníci uvádějí, že je úloha spíše užitečná a třem čtvrtinám účastníků přišla úloha zajímavá.

Několik otevřených otázek: Jak zlepšit neutěšenou vzdělanost u studentů? Co dělat s tímto neradostným stavem? Byl by právě tento typ úloh vhodný pro motivaci studentů? Bylo by možné použít tyto úlohy jako praktickou úlohu v rámci astronomické olympiády? Nebo na soustředění studentů při různých příležitostech?

Na využití úloh v rámci astronomické olympiády mohu reagovat hned. Obě úlohy (byť v mírně upravené podobě odpovídající znalostem účastníků a technickým možnostem místa konání) jsem měl možnost otestovat v rámci výběrového soustředění astronomické olympiády konaném v červnu 2011 na Valašské královské observatoři, kterého se účastnili nejlepší finalisté z kategorií CD a EF (poslední ročníky základní školy a první ročníky střední školy). První úloha byla představena formou problémové úlohy, kdy měli účastníci vymyslet způsob, jak určit seznam nejjasnějších hvězd, přičemž kromě počítačového planetária zvolili použití otočné mapy hvězdné oblohy, což považuji za velmi přínosné zatraktivnění této úlohy. Druhou úlohu na sestavení HR diagramů byla formou týmové spolupráce a i zde se účastníci velmi efektivně zapojovali do diskuze a vymýšlení strategie při řešení úlohy. Osobně považuji tuto část soustředění za velmi přínosnou, a to jak z hlediska účastníků, tak z hlediska mého jakožto autora úloh.

Na některé další výše uvedené otevřené otázky bych se rád pokusil odpovědět v rámci svého doktorského studia. Chtěl bych připravit další praktické úlohy

využívající katalogy astronomických objektů a otestováním potvrdit jejich efektivitu při použití ve výuce. Rád bych zhodnotil vliv praktických úloh na změnu klíčových kompetencí, tzn. vytvořit vhodný test, který bych účastníkům dal vyplnit před úlohou a po jejím vypracování. Zaměřit bych se chtěl i na psychologické otázky související s tím, jak studenti hodnotí (z hlediska praktického přínosu, náročnosti, srozumitelnosti, užitečnosti) praktické úlohy, které obsahují pouze postup bez dalších zvláštních otázek.

První kapitola rigorózní práce obsahuje informace o učebních plánech s ohledem na různé formy uspořádání učiva. V části této kapitoly se zabývám uspořádáním učiva při výuce astronomických poznatků a volbou vhodných metod výuky. Dotýkám se i vlivu praktické činnosti ve výuce a rozvoji základních kompetencí žáků. Ve druhé kapitole je obsažen přehled astronomických poznatků na základní a střední škole, společně s informací o motivační hodnotě astronomie a souvisejících mezipředmětových vztahů. Tématem třetí kapitoly jsou souhrnné informace o katalozích astronomických objektů, kde stručně uvedu jejich historii a současný stav, ale největší důraz je kladen na popis katalogů na stránkách Astronomia. Nedílnou součástí je i otázka aktualizace údajů v katalozích a tím zabránění jejich zastarávání. K přípravě pracovních listů patří znalost tvorby učebních materiálů, využití multimédií a nezbytné ověření účinnosti výuky formou testů, otázek a dotazníků. Ve čtvrté kapitole řeším testování a výsledky hypotéz. Nejdůležitější a nejobsáhlejší je pátá kapitola, která obsahuje zadání, cíle, postupný vývoj, metodické informace a analýzu dvou pracovních úloh – hledání nejjasnějších hvězd a sestavení HR diagramů. Poslední částí této kapitoly je vyhodnocení dotazníků, které obsahují subjektivní zhodnocení pracovních listů a webových stránek Astronomia.

Seznam literatury

FILOVÁ, H. *Konstruktivismus osou výuky* [online]. 16. 5. 2006, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <http://is.muni.cz/el/1441/jaro2006/ZS1BP_SEVV/Ep.Konstruktivismus.pdf>

FRICKE, W. *Fifth Fundamental Catalogue (FK5) Part II. The FK5 extension* [online]. 1991, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://vizier.u-strasbg.fr/viz-bin/VizieR?-source=I/175>>

GLIESE, W. *Fundamental Catalogues* [online]. In: Mapping the Sky. Proc. IAU Symp. 133, Paris, France, 1–5 June 1987, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://adsabs.harvard.edu/full/1988IAUS..133...95G>>

CHLUP, O. *Z teorie výchovy a vyučování*. 1. vyd. Praha: Československá akademie věd, 1962. 399 s.

JANOVSKÝ, D. *Jak psát web* [online]. 7. 6. 2011, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://www.jakpsatweb.cz>>.

KÉHAR, O. *Modulární systém v předmětu Astronomie*. Plzeň, 2009. 49 s. Závěrečná práce na Fakultě pedagogické Západočeské univerzity. Vedoucí práce Miroslav RANDA.

KONUPČÍK, P. *Audiovizuální pomůcky a prezentace PC s dataprojektorem na ZŠ* [online]. 12. 6. 2006, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://svp.muni.cz/ukazat.php?docId=337>>.

LENHARDT, H. *Apparent Places of Fundamental Stars* [online]. 11. 4. 2011, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://www.ari.uni-heidelberg.de/datenbanken/ariapfs/WebAPFS.pdf>>

LEPŠ, J. *Testování hypotéz. Testy dobré shody* [online]. 2007, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://botanika.bf.jcu.cz/suspa/vyuka/materialy/KAP2.pdf>>

LOPEZ, C. E. *Astronomical Catalogues* [online]. 2005, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <http://www.astro.yale.edu/workshop/2005/Presentations/CarlosLopez_Catalogs.pdf>

MACHÁČEK, M. *Astrofyzika pro gymnázia*. 2. upravené vydání. Praha: Prometheus, 2004. 143 s. ISBN 80-7196-277-5.

Multimediální učební text Astronomia [online]. 2011, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://astronomia.zcu.cz>>

POKORNÝ, Z. *Astronomické vzdělávání*. Brno: Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, 2001.

PREACHER, K. J. *Calculation for the chi-square test: An interactive calculation tool for chi-square tests of goodness of fit and independence* [online]. Duben 2001, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://people.ku.edu/~preacher/chisq/chisq.htm>>

PRŮCHA, J. *Jak psát učební texty pro distanční studium*. 1. vyd. Ostrava: Regionální centrum celoživotního vzdělávání, 2003. 29 s. ISBN 80-248-0281-3

PUDIVÍTR, P. *Výuka astronomie na středních školách*. Praha, 2004. 56 s, 53 s. příloh. Disertační práce na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy. Vedoucí práce Marek WOLF.

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 100 s.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. 3. verze. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2005. 121 s.

RESIG, J. *The jQuery Project* [online]. 2010, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://jquery.com>>.

SCHNEIDER, J. *Defining and cataloging exoplanets: The exoplanet.eu database* [online]. 7. 6. 2011, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://arxiv.org/abs/1106.0586>>

SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. 2. rozš. vyd. Praha: Grada, 2007. 328 s. ISBN 978-80-247-1821.

SLOUKOVÁ, T. *Spokojenost s domácí péčí v Brně pohledem seniorů*. Brno, 2011. 136 s. Diplomová práce na Lékařské fakultě Masarykovy Univerzity. Vedoucí práce Marta ŠENKYŘÍKOVÁ.

ŠEVARLIĆ, B. M. *Fundamental Astrometry – A Look Through the Past* [online]. University of Belgrade, Belgrade, 1978, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <http://elib.mi.sanu.ac.rs/files/journals/pda/7/broj7_clanak1.pdf>

THURMOND, R. *A History of Star Catalogues* [online]. 2003, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://www.rickthurmond.com/HistoryOfStarCatalogs.pdf>>

TIKALSKÁ, S. *Jaké metody a organizační formy používají učitelé v současné době na našich školách* [online]. 2. 9. 2008, [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://www.rvp.cz/clanek/763/2588>>.

TOMANOVÁ, D. *Zkušenosti studentů učitelství s metodami z RWCT* [online]. [citováno 20. 6. 2011]. Dostupné z <<http://epedagog.upol.cz/eped1.2003/clanek05.htm>>

TOMEČKOVÁ, T. *Interakce rodiny a seniora očima seniorů*. Brno, 2011. 105 s. Diplomová práce na Lékařské fakultě Masarykovy Univerzity. Vedoucí práce Marie MACKOVÁ.

TOMKOVÁ, A. *Učíme v projektech*. 1. vyd. Praha: Portál, 2009. 173 s. ISBN 978-80-7367-527-1.

ŽIŽKA, J. *CCD astrometrie planetek*. Brno, 2007. 46 s. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Masarykovy Univerzity. Vedoucí práce Jan JANÍK.

Seznam obrázků

Pokud není uvedeno jinak, jsou zdrojem obrázků stránky Astronomie (astronomia.zcu.cz) či ukázky z pracovních listů pořízených během testovacích hodin nebo z archivu autora práce.

OBR. 3.1: DETEKTORY POUŽÍVANÉ PRO KONSTRUKCI ASTROMETRICKÝCH KATALOGŮ	19
OBR. 3.2: NÁVŠTĚVY STRÁNEK ASTRONOMIA ZA ROK 2009.....	25
OBR. 3.3: NÁVŠTĚVY STRÁNEK ASTRONOMIA ZA ROK 2010.....	26
OBR. 3.4: NÁVŠTĚVY STRÁNEK ASTRONOMIA ZA ČÁST ROKU 2011.....	26
OBR. 3.5: ÚVODNÍ STRÁNKA ASTRONOMIA NA ADRESE ASTRONOMIA.ZCU.CZ	27
OBR. 3.6: ZOBRAZENÍ DALŠÍCH INFORMACÍ U DÍLČÍHO PROJEKTU.....	27
OBR. 3.7: TYPICKÁ STRÁNKA, ZOBRAZENÍ ZÁKLADNÍHO ROZLOŽENÍ STRÁNKY	28
OBR. 3.8: DIALOGOVÉ OKNO PRO ZMĚNU OBTÍŽNOSTI TEXTU (VLEVO) A ROZCESTNÍK PRO VÝBĚR PROJEKTU (VPRAVO)	28
OBR. 3.9: ZVOLENÍ OBTÍŽNOSTI TEXTU	29
OBR. 3.10: DIALOGOVÉ OKNO PRO ZVOLENÍ OBLASTI, ZE KTERÉ SE BUDE TESTOVAT (VLEVO).....	29
OBR. 3.11: UKÁZKA TESTOVÉ OTÁZKY U PROJEKTU PLANETY, TEMATICKÉHO CELKU MERKUR	30
OBR. 3.12: UKÁZKA STRÁNKY ZOBRAZENÁ PŘI VYHODNOCENÍ TESTU	30
OBR. 3.13: NAŠEPTÁVAČ PŘI HLEDÁNÍ NA STRÁNKÁCH.....	31
OBR. 3.14: POPIS ADRESÁŘOVÉ STRUKTURY	36
OBR. 3.15: POPIS TABULEK V DATABÁZI.....	38
OBR. 5.1: SOUSTŘEDĚNÍ ÚČASTNÍKŮ ASTRONOMICKÉ OLYMPIÁDY, BŘEZEN 2011, PLZEŇ (FOTO AUTORA).....	47
OBR. 5.2: ÚČASTNÍCI Z ŘAD STUDENTŮ NA VYSOKÉ ŠKOLE, BŘEZEN 2011, PLZEŇ (FOTO AUTORA).....	47
OBR. 5.3: SESTROJENÍ HR DIAGRAMŮ, DUBEN 2011, PLZEŇ (FOTO AUTORA)	48
OBR. 5.4: UČITELÉ FYZIKY PŘI PRAKTICKÉ ČINNOSTI, DUBEN 2011, ROKYCANY (FOTO AUTORA).....	48
OBR. 5.5: VÝBĚROVÉ SOUSTŘEDĚNÍ ASTRONOMICKÉ OLYMPIÁDY, ČERVEN 2011, VALAŠSKÉ MEZIŘÍČÍ (FOTO J. KOŽUŠKO).....	49
OBR. 5.6: REKTASCENZE A DEKLINACE NA OBLOZE (ZDROJ: HTTP://NAVOD.HVEZDARNA.CZ/NAVOD/RADY3.HTM)	50
OBR. 5.7: ZDÁNLIVÁ HVĚZDNÁ VELIKOST NĚKTERÝCH OBJEKTŮ.....	50
OBR. 5.8: POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ HVĚZD	52
OBR. 5.9: HR DIAGRAM SESTAVENÝ PODLE DAT Z KATALOGŮ HVĚZD (HIPPARCOS A GLIESE).....	53
OBR. 5.10: PRVNÍ VERZE PRACOVNÍHO LISTU NA HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD	59
OBR. 5.11: UPRAVENÝ BOD 3 V DRUHÉ VERZI PRACOVNÍHO LISTU NA STRANĚ 2	60
OBR. 5.12: PŮVODNÍ VERZE TEXTU V BODU 4	60
OBR. 5.13: UPRAVENÁ VERZE TEXTU V BODU 4.....	60
OBR. 5.14: PŮVODNÍ VERZE TEXTU V BODU 5	60
OBR. 5.15: UPRAVENÁ VERZE TEXTU V BODU 5.....	61
OBR. 5.16: PŮVODNÍ VERZE TEXTU U OTÁZKY Z BODU 6.....	61
OBR. 5.17: UPRAVENÁ VERZE TEXTU U OTÁZKY Z BODU 6.....	61
OBR. 5.18: PŮVODNÍ VERZE TEXTU U OTÁZKY Z BODU 1.....	62
OBR. 5.19: UPRAVENÁ VERZE TEXTU U BODU 1 A 2	62
OBR. 5.20: PŮVODNÍ TEXT V BODU 3	62
OBR. 5.21: UPRAVENÝ TEXT V BODU 3	62
OBR. 5.22: BOD 5 DOPLNĚNÝ O TAB. 2.....	63
OBR. 5.23: UPRAVENÉ BODY 6–8.....	64
OBR. 5.24: ZMĚNA OBR. 1 NA PRACOVNÍM LISTĚ	65
OBR. 5.25: UPRAVENÝ BOD 3 S TAB. 1	65
OBR. 5.26: UPRAVENÝ TEXT U BODU 4, DOPLNĚNÝ O VÝZNAM ZKRATEK	66
OBR. 5.27: ZOBRAZENÍ NOČNÍ OBLOHY V PROGRAMU STELLARIUM S VYZNAČENÍM OBLASTI, OBRÁZEK JE V NEGATIVU, TOTO ZOBRAZENÍ JE PLATNÉ PRO BŘEZEN	66
OBR. 5.28: DOPLNĚNÉ EKVATOREÁLNÍ SOUŘADNICE – REKTASCENZE A DEKLINACE.....	68
OBR. 5.29: ZOBRAZENÍ PRVNÍ OBLASTI.....	69
OBR. 5.30: FORMULÁŘ ROZŠÍŘENÉ VYHLEDÁVÁNÍ KATALOGU HIPPARCOS SE ZVÝRAZNĚNÝMI OBLASTMI	70
OBR. 5.31: UKÁZKA VÝSLEDKU HLEDÁNÍ V PODOBĚ CSV SOUBORU, NÁHLED V POZNÁMKOVÉM BLOKU, VÝSLEDNÝ SOUBOR JE V KÓDOVÁNÍ UTF-8.....	70
OBR. 5.32: SEZNAM NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD V DANÉM MÍSTĚ V DANÝ DEN NA NOČNÍ OBLOZE V EXCELU	71

OBR. 5.33: UKÁZKA VÝPISU INFORMACÍ O HVĚZDĚ (KATALOG HIPPARCOS A DATABÁZE SIMBAD).....	72
OBR. 5.34: PRŮCHOD HVĚZDY RIGEL MÍSTNÍM POLEDNÍKEM NA 15° VÝCHODNÍ DÉLKY,.....	74
OBR. 5.35: DOPLNĚNÉ EKVATOREÁLNÍ SOUŘADNICE PRO SITUACI V ZÁŘÍ.....	75
OBR. 5.36: SEZNAM NEJASNĚJŠÍCH HVĚZD V TERMÍNU V ZÁŘÍ.....	76
OBR. 5.37: PRVNÍ VERZE PRACOVNÍHO LISTU NA SESTROJENÍ HR DIAGRAMU	82
OBR. 5.38: PŮVODNÍ VERZE BODU 4, OBR. 2 SE NACHÁZÍ V ČÁSTI VYPRACOVÁNÍ NA DALŠÍ STRANĚ.....	83
OBR. 5.39: UPRAVENÁ PODOBA BODU 4 VČETNĚ OBR. 2	83
OBR. 5.40: PŮVODNÍ VERZE TEXTU U BODU 5	83
OBR. 5.41: UPRAVENÁ VERZE TEXTU U BODU 5.....	84
OBR. 5.42: PŮVODNÍ VERZE TEXTU U BODU 6	84
OBR. 5.43: UPRAVENÁ VERZE TEXTU U BODU 6 DOPLNĚNÁ O TAB. 1	84
OBR. 5.44: UPRAVENÝ TEXT V BODU 7	85
OBR. 5.45: PŮVODNÍ VERZE TEXTU V BODU 3	85
OBR. 5.46: UPRAVENÁ VERZE TEXTU V BODU 3.....	85
OBR. 5.47: UPRAVENÝ TEXT V BODU 4 DOPLNĚNÝ O SLOUPCE	85
OBR. 5.48: TEXT U BODU 5 DOPLNĚNÝ O VAROVÁNÍ NA CHYBY V EXCELU.....	86
OBR. 5.49: ÚVODNÍ STRÁNKA KATALOGU HIPPARCOS.....	86
OBR. 5.50: VÝSLEDEK VYHLEDÁVÁNÍ V KATALOGU HIPPARCOS	87
OBR. 5.51: ROZŠÍŘENÉ VYHLEDÁVÁNÍ V KATALOGU HIPPARCOS	87
OBR. 5.52: OSY HR DIAGRAMU	88
OBR. 5.53: ROZŠÍŘENÉ VYHLEDÁVÁNÍ KATALOGU HIPPARCOS SE ZVÝRAZNĚNÝMI OBLASTMI.....	88
OBR. 5.54: VÝSLEDNÝ SOUBOR OBSAHUJÍCÍ SEZNAM HVĚZD DO VZDÁLENOSTI 100 PC	90
OBR. 5.55: DOPLNĚNÉ SLOUPCE S HODNOTAMI M (ABSOLUTNÍ HVĚZDNÁ VELIKOST) A R (VZDÁLENOST).....	90
OBR. 5.56: HR DIAGRAM, POPIS A MĚŘÍTKA OS.....	91
OBR. 5.57: VÝSLEDNÝ HR DIAGRAM HVĚZD DO 100 PC.....	93
OBR. 5.58: HR DIAGRAM DO 100 PC S POPSANÝMI JEDNOTLIVÝMI OBLASTMI.....	94
OBR. 5.59: HR DIAGRAM HVĚZD VE VZDÁLENOSTI 100 PC AŽ 400 PC	95
OBR. 5.60: POROVNÁNÍ HR DIAGRAMŮ, VLEVO DO 100 PC, VPRAVO MEZI 100 PC A 400 PC	96
OBR. 5.61: HR DIAGRAM BLÍZKÝCH HVĚZD DOPLNĚNÝ O POLOHY ZDÁNlivĚ NEJASNĚJŠÍCH HVĚZD.....	97
OBR. 5.62: ZASTOUPENÍ FAKULT NA TESTOVÁNÍ	100
OBR. 5.63: ROČNÍK TESTOVANÝCH STUDENTŮ	100
OBR. 5.64: VYSTUDOVANÁ STŘEDNÍ ŠKOLA STUDENTŮ.....	100
OBR. 5.65: ZASTOUPENÍ MUŽŮ A ŽEN MEZI STUDENTY	100
OBR. 5.66: TEXT U BODU 1.....	100
OBR. 5.67: APLIKACE STELLARIUM A MENU ZMĚNY POLOHY	101
OBR. 5.68: OTÁZKA U BODU 2.....	101
OBR. 5.69: VYPLNĚNÁ ODPOVĚĎ	101
OBR. 5.70: SPRÁVNOST ODPOVĚDI U JEDNOTLIVÝCH SKUPIN.....	101
OBR. 5.71: TABULKA A OTÁZKA U BODU 3.....	104
OBR. 5.72: SPRÁVNĚ VYPLNĚNÁ TABULKA 1	104
OBR. 5.73: SPRÁVNOST TABULKY U JEDNOTLIVÝCH SKUPIN.....	104
OBR. 5.74: ZDŮVODNĚNÍ ODPOVĚDI U OTÁZKY 3.....	105
OBR. 5.75: ZDŮVODNĚNÍ ODPOVĚDI U OTÁZKY 3 DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN.....	105
OBR. 5.76: OTÁZKA U BODU 4.....	105
OBR. 5.77: TABULKA U BODU 5	106
OBR. 5.78: URČENÍ SPRÁVNÉHO POŘADÍ HVĚZD	106
OBR. 5.79: URČENÍ SPRÁVNÉHO POŘADÍ HVĚZD DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	106
OBR. 5.80: TEXT U BODU 6.....	106
OBR. 5.81: SPRÁVNÉ URČENÍ PARALAXY	107
OBR. 5.82: SPRÁVNÉ URČENÍ PARALAXY DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	107
OBR. 5.83: OTÁZKA U BODU 6.....	107
OBR. 5.84: VYPLNĚNÁ ODPOVĚĎ U BODU 6	107
OBR. 5.85: VYPLNĚNÁ ODPOVĚĎ U BODU 6 DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	107
OBR. 5.86: SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ U BODU 6.....	108
OBR. 5.87: SPRÁVNÁ ODPOVĚĎ U BODU 6 DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	108
OBR. 5.88: TEXT U BODU 7.....	108
OBR. 5.89: SPRÁVNÉ URČENÍ VZDÁLENOSTI HVĚZD	109
OBR. 5.90: SPRÁVNÉ URČENÍ VZDÁLENOSTI HVĚZD U JEDNOTLIVÝCH SKUPIN.....	109
OBR. 5.91: SPRÁVNÉ URČENÍ ABSOLUTNÍ HVĚZDNÉ VELIKOSTI	109
OBR. 5.92: SPRÁVNÉ URČENÍ ABSOLUTNÍ HVĚZDNÉ VELIKOSTI U JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	109

OBR. 5.93: TEXT OTÁZKY U BODU 7	109
OBR. 5.94: VYPLNĚNÍ ODPOVĚDI U AHV	110
OBR. 5.95: VYPLNĚNÍ ODPOVĚDI U AHV DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	110
OBR. 5.96: SPRÁVNÉ ODPOVĚDI NA AHV	110
OBR. 5.97: SPRÁVNÉ ODPOVĚDI NA AHV DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	110
OBR. 5.98: ZÁVĚR ÚLOHY NA VIDITELNOST OBJEKTŮ	111
OBR. 5.99: TEXT OTÁZKY U BODU 1	112
OBR. 5.100: ODPOVĚĎ NA OTÁZKU V BODĚ 1 OBSAHUJÍCÍ INFORMACI O VELIČINÁCH, KTERÉ JSOU SKUTEČNĚ POTŘEBA PRO SESTROJENÍ HR DIAGRAMU	112
OBR. 5.101: UKÁZKA SPRÁVNÉ ODPOVĚDI U OTÁZKY V BODĚ 1	113
OBR. 5.102: TEXT OTÁZKY U BODU 2	113
OBR. 5.103: TEXT OTÁZKY U BODU 3	114
OBR. 5.104: TEXT OTÁZKY U BODU 4	114
OBR. 5.105: UKÁZKA POPISU ČÁSTÍ HR DIAGRAMU OD STUDENTŮ	116
OBR. 5.106: VYPLNĚNÍ POPISU HR DIAGRAMU	117
OBR. 5.107: VYPLNĚNÍ POPISU HR DIAGRAMU DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	117
OBR. 5.108: SPRÁVNÝ POPIS HR DIAGRAMU	117
OBR. 5.109: SPRÁVNÝ POPIS HR DIAGRAMU DLE JEDNOTLIVÝCH SKUPIN	117
OBR. 5.110: TEXT OTÁZKY U BODU 5	117
OBR. 5.111: TEXT BODU 6 VČETNĚ OTÁZKY	118
OBR. 5.112: ZÁVĚR ÚLOHY NA SESTROJENÍ HR DIAGRAMU	118
OBR. 5.113: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – ZAUJALA VÁS ÚLOHA?	119
OBR. 5.114: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – ZAJÍMAVÁ ÚLOHA	119
OBR. 5.115: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – SROZUMITELNOST ZADÁNÍ	120
OBR. 5.116: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – UŽITEČNOST ÚLOHY	120
OBR. 5.117: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – NÁROČNOST ÚLOHY	121
OBR. 5.118: HLEDÁNÍ NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD – ČAS NA VYŘEŠENÍ ÚLOHY	121
OBR. 5.119: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – ZAUJALA VÁS ÚLOHA?	121
OBR. 5.120: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – ZAJÍMAVÁ ÚLOHA	121
OBR. 5.121: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – SROZUMITELNOST ZADÁNÍ	122
OBR. 5.122: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – UŽITEČNOST ÚLOHY	122
OBR. 5.123: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – NÁROČNOST ÚLOHY	122
OBR. 5.124: SESTROJENÍ HR DIAGRAMU – ČAS NA VYŘEŠENÍ	122
OBR. 5.125: POUŽÍVALI UČITELÉ VE VÝUCE STRÁNKY ASTRONOMIA?	123
OBR. 5.126: ZNALI JSTE KATALOGY ASTRONOMICKÝCH OBJEKTŮ NA STRÁNKÁCH ASTRONOMIA?	123
OBR. 5.127: MĚLI JSTE MOŽNOST ŘEŠIT ÚLOHU S POUŽITÍM DAT Z KATALOGU?	124
OBR. 5.128: JSOU STRÁNKY ASTRONOMIA PŘEHLEDNÉ, ZEJMÉNA ČÁST KATALOGŮ ASTRONOMICKÝCH OBJEKTŮ?	124
OBR. 5.129: ASTRONOMICKÁ DATABÁZE SIMBAD A HLEDÁNÍ SPEKTRÁLNÍ TŘÍDY HVĚZDY	125
OBR. 5.130: KATALOG HVĚZD HIPPARCOS A HLEDÁNÍ PARALAXY HVĚZDY	125
OBR. 5.131: SNADNOST VYHLEDÁVÁNÍ U DATABÁZE SIMBAD	126
OBR. 5.132: SNADNOST VYHLEDÁVÁNÍ U KATALOGU HIPPARCOS	126
OBR. 5.133: INTUITIVNOST U DATABÁZE SIMBAD	126
OBR. 5.134: INTUITIVNOST U KATALOGU HIPPARCOS	126
OBR. 5.135: PŘEHLEDNOST U DATABÁZE SIMBAD	127
OBR. 5.136: PŘEHLEDNOST U KATALOGU HIPPARCOS	127
OBR. 5.137: NAŠEPTÁVAČ U KATALOGU HIPPARCOS	127
OBR. 5.138: DŮLEŽITOST OVLÁDÁNÍ V ČESKÉM JAZYCE	127
OBR. 5.139: PŘÍNOS HODINY S PRAKTICKÝMI ÚLOHAMÍ	129
OBR. 5.140: CELKOVÝ DOJEM Z HODINY	129

Seznam tabulek

TAB. 4.1: DATA PRO ANALÝZU PRVNÍ HYPOTÉZY	41
TAB. 4.2: DATA PRO ANALÝZU DRUHÉ HYPOTÉZY	42
TAB. 4.3: NORMÁLNÍ ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOSTI PRO ANALÝZU NÁROČNOSTI ÚLOHY	42
TAB. 4.4: SLOUČENÉ KATEGORIE PRO ANALÝZU NÁROČNOSTI ÚLOHY	43
TAB. 4.5: ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOSTI PRO JEDNODUCHOU ÚLOHU	43

TAB. 4.6: NORMÁLNÍ ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOTI PRO ANALÝZU ČASOVÉ NÁROČNOSTI ÚLOHY	43
TAB. 4.7: ROZDĚLENÍ PRAVDĚPODOBNOTI PRO ČASOVĚ NENÁROČNOU ÚLOHU.....	44
TAB. 4.8: DATA PRO ANALÝZU ČTVRTÉ HYPOTÉZY	44
TAB. 4.9: DATA PRO ANALÝZU PÁTÉ HYPOTÉZY	45
TAB. 4.10: DATA PRO ANALÝZU PÁTÉ HYPOTÉZY PO SLOUČENÍ KATEGORIÍ.....	45
TAB. 5.1: DEKLINACE A REKTASCENZE NAD OBZOREM ODEČTENÉ Z OBR. 5.28.....	69
TAB. 5.2: SEZNAM NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD; POZOR NA PARALAXU, V KATALOGU JE HODNOTA UVEDENA V MILIVTEŘINÁCH	72
TAB. 5.3: SEZNAM NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD DOPLNĚNÝ O ABSOLUTNÍ HVĚZDNOU VELIKOST, VZDÁLENOST A VIDITELNOST.....	73
TAB. 5.4: SOUŘADNICE OBLASTÍ PLATNÉ PRO ZÁŘÍ.....	76
TAB. 5.5: SEZNAM NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD DOPLNĚNÝ O ABSOLUTNÍ HVĚZDNOU VELIKOST, VZDÁLENOST A VIDITELNOST.....	76
TAB. 5.6: SEZNAM PĚTI NEJJASNĚJŠÍCH HVĚZD A SLUNCE	96

Přílohy

K práci je přiložené CD-ROM, které obsahuje elektronickou verzi této práce a pracovních listů. Přiloženy jsou i naskenované verze vyplněných pracovních listů a dotazníků.

V kořenovém adresáři se na přiloženém CD nachází několik složek. Níže je uveden jejich seznam včetně popisu jejich obsahu.

- *./pracovni_listy/* – zde jsou uloženy pracovní listy ve formátu PDF a DOC
- *./dotazniky/* – zde jsou uloženy dotazníky
- *./vysledky/* – zde jsou uloženy naskenované verze vyplněných pracovních listů a dotazníků
- *./fotogalerie/* – ukázka několika fotografií získané během praktického testování úloh

Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje rigorózní práce byla půjčována jako studijní materiál ostatním studentům.

Datum:

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto rigorózní práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

[illegible]