

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA MASARYKOVY UNIVERZITY

ÚSTAV TEORETICKÉ FYZIKY A ASTROFYZIKY

ANALÝZA GYMNAZIÁLNÍ
UČEBNICE ASTROFYZIKY

Jiří Grambal

MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ
Přírodovědecká fakulta
KNIHOVNA FYZIKÁLNÍ SEKCE
2040 Ústav teoretické fyziky a astrofyziky
611 37 Brno, Kotlářská 2

D-1271

Brno 2002



Děkuji panu doc. dr. V. Štefloví, Csc. za cenné rady a trpělivou pomoc, kterou mi poskytl při vedení diplomové práce. Dále děkuji všem, kteří mi svou ochotou zpřijemnilí napsání této práce.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem jen literatury uvedené v seznamu.

Tato diplomová práce se zabývá analýzou nové učebnice astrofyziky pro gymnázia, jejímž autorem je Martin Macháček.

V první kapitole je čtenář seznámen se stručnou historií problematiky učebnic spolu s informací, jak lze měřit didaktickou vybavenost učebnic a jaké funkce má plnit.

Druhá kapitola s názvem Struktura obsahu učebnice uvádí základní komponenty učebnic spolu s jejich zastoupením ve vybraných zahraničních titulech a v analyzované astrofyzice. Obsahuje množství tabulek a grafů, ze kterých lze vyčíst jednotlivé klady a zápory v zastoupení jednotlivých komponent v učebnicích. Dále je podrobněji probrán celý obsah učebnice s komentáři k jednotlivým kapitolám.

Velmi důležitou je třetí kapitola Výklad pojmů a zákonitostí. V této si všímám zavádění jednotlivých astrofyzikálních pojmů v učebnici. Zjišťuji jejich vědeckou správnost, metodickou vhodnost i způsob zavedení.

Ve čtvrté kapitole Funkce úloh zjišťuji, zda v učebnici uvedené úlohy jsou vhodné či nikoliv, zda jejich počet a umístění v textu respektuje didaktické potřeby při tvorbě učebnic.

Uplatňování didaktických principů je název páté kapitoly, ve které je výčet několika základních principů, které by učebnice měla splňovat. U každého principu je uveden jeho stručný popis spolu s informací, zda jej učebnice splňuje či nikoliv.

V šesté kapitole s názvem Metody řízení učebního procesu je ve stručnosti uvedeno, zda učebnice žáka při učebním procesu, ve kterém využívá tuto učebnici, vede k získávání poznatků.

Jako poslední je shrnující sedmá kapitola Závěr, ve které uvádím výsledky, které jsem při analýze učebnice získal a které jsou v diplomové práci obsaženy.

Obsah

1. Úvod

- 1.1 Proč zkoumat učebnice?
- 1.2 Co vše se skrývá pod pojmem učebnice
- 1.3 Základní funkce učebnice
- 1.4 Měření didaktické vybavenosti učebnic

2. Struktura obsahu učebnice

- 2.1 Ruská učebnice
- 2.2 Polská učebnice
- 2.3 Rakouská astrofyzika
- 2.4 Analyzovaná učebnice astrofyziky
- 2.5 Obsah analyzované učebnice
 - 2.5.1 Úvod učebnice
 - 2.5.2 Sluneční soustava
 - 2.5.2.1 Pohyby planet ve skutečnosti a na obloze
 - 2.5.2.2 Merkur a Venuše
 - 2.5.2.3 Země
 - 2.5.2.4 Měsíc
 - 2.5.2.5 Ostatní planety
 - 2.5.2.6 Planetky, komety a meteoroidy
 - 2.5.2.7 Slunce
 - 2.5.2.8 Dějiny sluneční soustavy
 - 2.5.2.9 Jak to všechno víme
 - 2.5.3 Hvězdy a galaxie
 - 2.5.3.1 Úvod do hvězdné astronomie
 - 2.5.3.2 Charakteristiky hvězd
 - 2.5.3.3 Vznik a vývoj hvězd
 - 2.5.3.4 Naše Galaxie
 - 2.5.3.5 Jiné galaxie
 - 2.5.3.6 Kosmologie
 - 2.5.4 Dodatky
 - 2.5.4.1 Život ve vesmíru
 - 2.5.4.2 Kalendář
 - 2.5.4.3 Jak lidé poznávali vesmír
 - 2.5.4.4 Astronomická pozorování

3. Výklad pojmů a zákonitostí

- 3.1 Test pojmů
- 3.2 Hvězda
- 3.3 Hvězdné velikosti
- 3.4 Teplota hvězd
- 3.5 Astronomická jednotka, parsek, paralaxa
- 3.6 Dvojhvězdy
- 3.7 H-R diagram
- 3.8 Meteoroidy, meteory, meteority

- 4. Funkce úloh**
- 5. Uplatňování didaktických principů**
 - 5.1 Didaktická zásada vědeckosti
 - 5.2 Didaktická zásada soustavnosti a trvalosti
 - 5.3 Didaktická zásada názornosti
 - 5.4 Didaktická zásada přiměřenosti
- 6. Metody řízení učebního procesu**
- 7. Závěr**
- 8. Dodatek**
- 9. Použitá literatura**

1. Úvod

Není asi člověka, který by ve svém životě pro vzdělávání učebnicí nikdy nepoužil. Učebnice patří k nejstarším produktům lidské kultury a používaly se dávno před vynálezem knihtisku. První učebnicové texty byly objeveny v archeologických nálezech po národech starověké Asýrie, Babylonu, Egypta a Číny, již několik tisíc let př.n.l. Byly vyryty klínovým písmem do hliněných destiček nebo psány na pergamenové svitky a týkaly se většinou instrukcí pro náboženské rituály, ale i pro astronomická měření, a poskytovaly poučení o vznikajících vědeckých oborech – aritmetice, geometrii, medicíně aj. V antickém Římě se zřejmě v tehdejších školách učebnice běžně používaly. Jedním z autorů této doby byl také Marcus Fabius Quintilianus, který téměř před 2000 lety napsal svou učebnici rétoriky *Institutionis oratoriae libri* (v českém překladu *Základy rétoriky*, 1985), v které hodnotil též prospěšnost gramatiky, geometrie a hudby pro všeobecné vzdělání mladých Římanů.

Masový rozvoj školních učebnic nastal postupně po Guttenbergově vynálezu knihtisku v 50. letech 15. století. Před vynálezem knihtisku se psaly knihy ručně a trvalo to měsíce a často i roky, než písař zhotovil jedinou kopii knihy, proto byly knihy pro většinu lidí nedostupné. Pro naši zemi je důležité, že jedním ze zakladatelů teorie a tvorby moderních školních učebnic byl **Jan Amos Komenský** (1592-1670), což je dnes obecně uznáváno zahraničními pedagogickými odborníky v Evropě i jinde. Zvláště významné byly Komenského učebnice jazyků – nejnámější z nich jsou *Brána jazyků otevřená* (*Jamua linguarum reserata*, 1631) a *Svět v obrazech* (*Orbis sensualium pictus*, 1658). Druhá kniha je považována za průkopnický didaktický prostředek, protože kombinuje verbální komponenty učení (text) s obrazovými komponenty, jak je to běžné v současných učebnicích. Ve *Velké didaktice* [1] zformuloval stále aktuální požadavky na vlastnosti textu učebnic, když píše:

„A co si silně přeji a důrazně žádám: knihy musí předkládat všechno srozumitelně a přístupně, tak aby žákům jistě podávaly světlo, s jehož pomocí mohou sami porozumět všemu i bez učitele.

K tomu cíli bych si přál, aby byly spisovány pokud možno formou dialogickou. Neboť tím způsobem lze snáze přizpůsobit dětské mysli obsah i sloh, aby si žáci nepředstavovali věci jako nemožné, nepřístupné a příliš nesnadné... Forma dialogů upevňuje vědění. Neboť jako si pamatujeme jistěji událost kterou jsme sami viděli ... tak v mysli žáků tkví pevněji to, čemu se učíme po způsobu komedie nebo rozmluvy, než to, co slyšíme od učitele prostě vypravovat.“

Komenský tak vyjádřil požadavky na komunikativní vlastnosti učebnic před více jak 300 lety. Vedle toho má učebnice i další důležité vlastnosti uzpůsobené k jejím funkcím, které dovede moderní pedagogika přesně popsat a také zjistit, zda zkoumaná učebnice tyto vlastnosti zachovává. V souvislosti s tím se rozvinula disciplína nazvaná **teorie a výzkum učení z textu** (ta se ovšem týká nejen školních učebnic, ale i jiných verbálních textů).

1.1 Proč zkoumat učebnice?

Učebnice vypadá z laického pohledu jako kterákoliv běžná knížka. Má nějaký text a k tomu obrázky, které jsou v současných učebnicích mnohdy na vysoké úrovni. Co vlastně může být na učebnici tak složitého, aby to vůbec stálo za vytvoření nějaké teorie či provádění výzkumu, analýzy?

Tato otázka odráží situaci, která dlouho přetrvávala i mezi pedagogickými odborníky. Školní učebnice byla sice považována za věc důležitou pro vzdělávací proces, avšak ve své podstatě ryze praktickou záležitostí, rutinní a příliš jednoduchou, než aby jí bylo nutno věnovat větší pozornost. Didaktická teorie se většinou omezovala na formulování požadavků o tom, co všechno má učebnice splňovat, avšak bez hlubší analýzy jevu. V důsledku toho bylo konstruování a hodnocení učebnic ponecháno intuitivně a zkušenostně založeným postupům, bez důsledného vědeckého řízení. Významný obrat nastal teprve od 70. let, kdy se začaly v mezinárodním kontextu vytvářet základy vědecké teorie a vědeckého zkoumání učebnic. Na učebnice se začalo nahlížet nejen jako na pouhý soubor informací, které mají být předávány žákům, ale jako na jeden z prostředků vývoje a změn poznání lidstva.

Výzkum učebnic se provádí na mnoha specializovaných pracovištích po celém světě. Například v Německu působí již od 60. let minulého století speciální ústav pro mezinárodní výzkum učebnic – George Eikert Institut für Internationale Schulbuchforschung, který se zaměřuje na analýzu učebnic společenských věd. V Japonsku působí Japan Textbook Research Center v Tokiu. Toto rozsáhlé pracoviště se zaměřuje na hodnocení textu učebnic, terminologie používané v učebnicích, komparativní evaluaci učebnic Japonska, USA a evropských zemí.

1.2 Co vše se skrývá pod pojmem učebnice

Objasnění toho, co vlastně je v pojmu **učebnice** obsaženo, můžeme docílit tím, že uvedeme některou z definic učebnice.

Definice: „*učebnice ... vychází z obsahové normy učebních osnov a vymezuje a konkretizuje obsah a rozsah učiva daného vyučovacího předmětu v daném postupném ročníku.*“

(G. Wahla, *Strukturní složky učebnic geografie*, 1983)

Školní učebnice je jedním z druhů školních knih – dále sem patří:

- cvičebnice – pracovní sešity, knihy pro úkoly atd.
- slabikář
- čítanky a sborníky – čítanky pro literární výchovu, sbírky úloh a cvičení aj.
- příručky – přehled učiva, tabulky, slovníky aj.
- atlasy a mapy – geografické a historické
- původní díla ve školním vydání

Učebnice je sice nejdůležitějším zdrojem učební informace, avšak je zpravidla doprovázena dalšími školními knihami, bez nichž je fungování učebnice omezeno. V současné školské praxi se učebnice zřídka vyskytují ve své klasické podobě (jakožto informační zdroj pouze prezentující učivo), ale většinou se jedná o smíšený typ – učebnice v sobě zahrnuje prvky cvičebnice, případně jiných školních knih. Podle strukturního hlediska rozlišujeme tyto typy:

1. klasické učebnice – nejpodstatnější je výkladový text, i když se zde uplatňují i další strukturální prvky (otázky, úkoly aj.)
2. učebnice s propojenou cvičebnicí – do struktury je zahrnuta cvičebnice, např. po určitém počtu lekcí jsou zařazeny cvičební struktury
3. učebnice s oddělenou cvičebnicí
 - a) učebnice s oddělenou cvičebnicí, avšak v jedné svazku
 - b) učebnice s oddělenou cvičebnicí, a to ve zvláštním svazku – studijní část, pracovní část

1.3 Základní funkce učebnice

V dnešní době ve srovnání s nejmodernějšími audiovizuálními pomůckami (CD-ROM aj.) mohou vypadat učebnice příliš jednoduše či dokonce zastarale. Skutečnost je však jiná. Učebnice nejen že nemizí ze škol, nýbrž dokonce nastává bouřlivý rozvoj jejich využívání – např. v USA, technicky nejvyspělejší zemi na světě, mluví pedagogičtí odborníci o „renesanci učebnic“. Je to dáno specifickými vlastnostmi a funkcemi učebnic, které v jiných učebních pomůckách nenalezneme.

Podle různých autorů rozlišujeme větší či menší počet funkcí, které školní učebnice plní. V našem pojetí ([2]) vymezujeme tři základní funkce učebnice:

1. **funkce prezentace učiva:** učebnice je především souborem informací, které musí prezentovat uživatelům, a to různými formami (verbální, obrazovou, kombinovanou)
2. **funkce řízení učení a vyučování:** učebnice je současně didaktickým prostředkem, který řídí jednak žákovské učení (např. pomocí otázek, úkolů aj.), jednak učitelovo vyučování (např. tím, že udává proporce učiva vhodné pro určitou časovou jednotku apod.)
3. **funkce organizační (orientační):** učebnice uživatele orientuje o způsobech svého využívání (např. pomocí pokynů, rejstříku či obsahu aj.)

Tato klasifikace není jen teoretickou záležitostí, naopak je základem pro praktické evaluační analýzy, kterými lze dosti přesně vyhodnocovat didaktickou vybavenost učebnic.

1.4 Měření didaktické vybavenosti učebnic

Nově vytvářené a zaváděné učebnice se většinou vyhodnocují jen po stránce svého obsahu – především se posuzuje, zda je obsah v souladu s osnovami. Velmi málo se posuzuje, zda je učebnice adekvátně vybavena jako didaktický prostředek. Avšak tuto didaktickou vybavenost učebnic lze přesně zjišťovat a měřit, jak je dále v práci rozvedeno.

Hodnocení učebnic je oblast výzkumu vyznačující se velkou rozmanitostí metod. Jejich počet je odhadován na něco přes tři sta. Celkově lze tyto metody rozdělit do těchto typů:

1. **Metody statistické** – metody, které pomocí statistických postupů zjišťují určité vlastnosti učebnice, a to na základě výskytu některých měřitelných jednotek učebnice.
2. **Metody strukturální** – metody kvalitativní analýzy učebnic a jejich jednotlivých strukturálních komponentů.

3. **Metody dotazníkové** – výpovědi jsou získávány prostřednictvím speciálních dotazníků zadávaných buď skupinám expertů nebo přímo uživatelům učebnice (učitelům, žákům).
4. **Metody testovací** – metody spočívají v aplikaci speciálních testů pro určité soubory žáků.
5. **Metody experimentální** – některé vlastnosti učebnic je možno regulovat zaváděním určitých změn. Experimentálními metodami se zjišťuje, jaké efekty vyvolávají určité řízené změny v učebnicích, ve srovnání s týmiž učebnicemi, v nichž tyto změny provedeny nebyly.
6. **Metody srovnávací** – slouží k porovnávání dvou a více učebnic z určitého hlediska (např. rozsah nebo časové řazení učiva).

Dostáváme se tak k cíli mé diplomové práce, ve které bude analyzována učebnice astronomie pro 4. ročník gymnázia ([19]) a to jak po stránce obsahové, tak didaktické. Je přitom nutné upozornit na to, že se nebudu zcela držet přísně vymezených pravidel daných odborníky z oboru pedagogiky. Mám například na mysli to, že nebudu posuzovat v struktuře učebnice všech 36 komponent, o kterých budu dále psát, ale pouze pár z nich.

2. Struktura obsahu učebnice

V struktuře učebnice rozlišujeme 36 komponent, z nichž každá přispívá k realizaci určité funkce a je vyjádřen buď verbálně, nebo obrazově. Jde o tyto komponenty:

I. Aparát prezentace učiva (celkem 14 komponent)

(A) verbální komponenty

- výkladový text prostý
- shrnutí učiva k tématům
- doplňující texty (citace z pramenů aj.)
- slovníčky pojmů, cizích slov aj.
- atd.

(B) obrazové komponenty

- umělecké ilustrace
- nauková ilustrace (schémata, náčrtky aj.)
- fotografie
- atd.

II. Aparát řídicí učení (celkem 18 komponent)

- | | |
|---|---|
| - předmluva (úvod do předmětu, ročníku) | - grafické symboly vyznačující určité části textu |
| - otázky a úkoly za lekci | - užití zvláštní barvy pro určité části textu |
| - otázky a úkoly za témata | - užití zvláštního písma pro určité části textu |
| - explicitní vyjádření cílů učení | |
| - sebehodnocení výkonů žáků | |
| - odkazy na jiné zdroje informací atd. | |

III. Aparát orientační (celkem 4 komponenty)

- obsah učebnice
- členění učebnice (na tématické celky, kapitoly, lekce aj.)
- marginálie
- rejstřík (věcný, jmenný, smíšený)

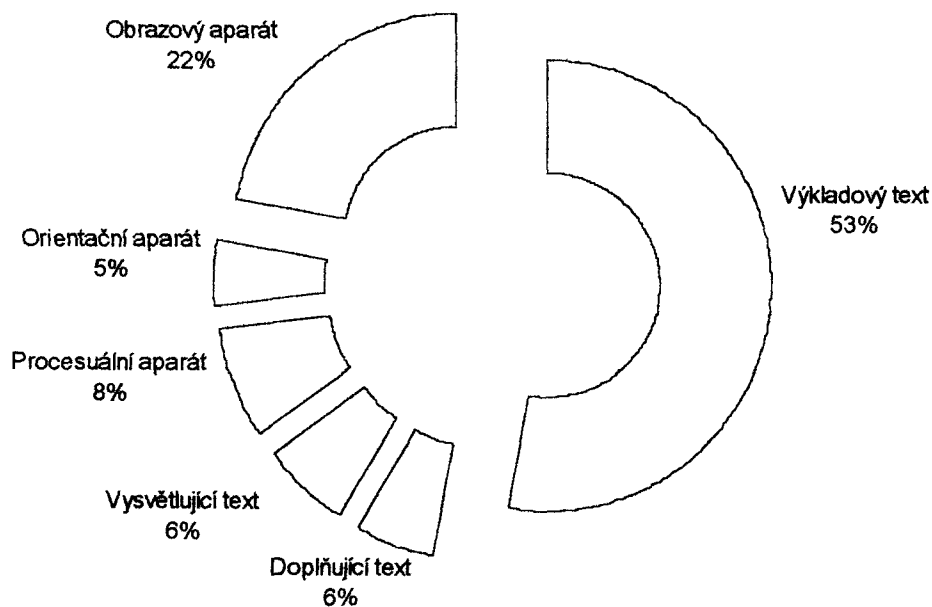
Didaktická vybavenost učebnice se hodnotí podle výskytu strukturních komponentů, které jsou nositeli určitých funkcí. Ze zjištěných hodnot výskytu se vypočítávají v analyzované učebnici jednak dílčí koeficienty (např. koeficient řízení učení, koeficient využití obrazových komponent aj.), jednak celkový koeficient didaktické vybavenosti učebnic. Všechny koeficienty mohou nabývat hodnot v mezích 0 – 100 %. Čím vyšší je v učebnici hodnota daného koeficientu, tím vyšší je didaktická vybavenost. Maximální hodnota představuje teoretickou ideální hodnotu, která slouží jako porovnávací kritérium pro evaluaci různých učebnic. Pro zajímavost uvedu, že průměrná didaktická vybavenost různých učebnic 2.–8. ročníku základní školy činila 43,7 %. To znamená, že tyto učebnice využívaly méně než z poloviny různé komponenty, které jsou pro konstruování učebnice k dispozici.

Já nedokáži tyto koeficienty určit, proto jsem se rozhodl použít jiný postup. V celé učebnici jsem zjišťoval procentuální zastoupení jednotlivých vybraných komponent. Tedy ne všech z přehledu uvedeného výše.

Jako příklad uvedu analýzu informační struktury tématického celku astrofyzika na gymnáziu v ČSSR vypracovanou Šteflem (učebnice [3]):

Analýza informační struktury tématického celku astrofyzika na gymnáziu v ČSSR	
	%
Výkladový text	52,8
Doplňující text	5,7
Vysvětlující text	6,4
Výkladové složky celkem	64,9
Procesuální aparát	8,2
Orientační aparát	4,8
Obrazový aparát	22,1
Nevýkladové složky celkem	35,1

V grafu:

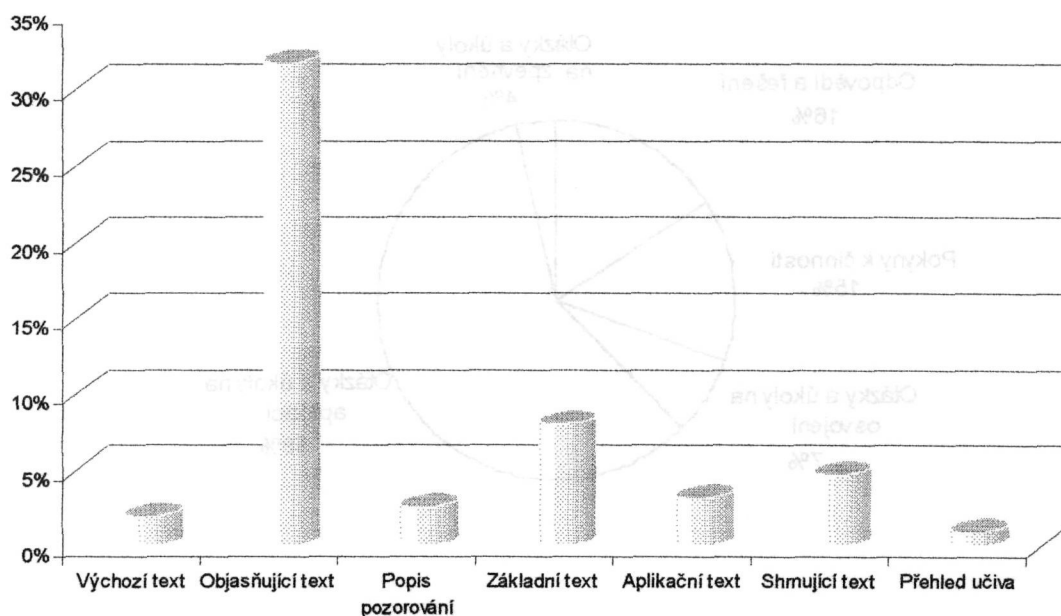


Jak je vidět, převažují výkladové složky nad nevýkladovými, dostatečné je zastoupení obrazového aparátu. Vysvětlující a doplňující text jsou v menšině.

Z toho výkladový text:

Výkladový text	
	%
Výchozí text	1,9
Objasňující text	31,7
Popis pozorování	2,5
Základní text	8,0
Aplikační text	3,1
Shrnující text	4,7
Přehled učiva	0,9
Celkem	52,8

Graf:



Je patrná převaha objasňujícího textu, zatímco je ochuzen popis pozorování, která mají významný motivační efekt, stejně jako text aplikační, jež vede žáky k samostatnému pozorování. Přiměřené je zastoupení shrnujícího textu.

Procesuální aparát:

Procesuální aparát	
	%
Otázky a úkoly na zpevnění	0,3
Otázky a úkoly na aplikaci	4,8
Otázky a úkoly na osvojení	0,6
Pokyny k činnosti	1,2
Odpovědi a řešení	1,3
Celkem	8,2

V grafu (vynášena procenta z celkového procesuálního aparátu):

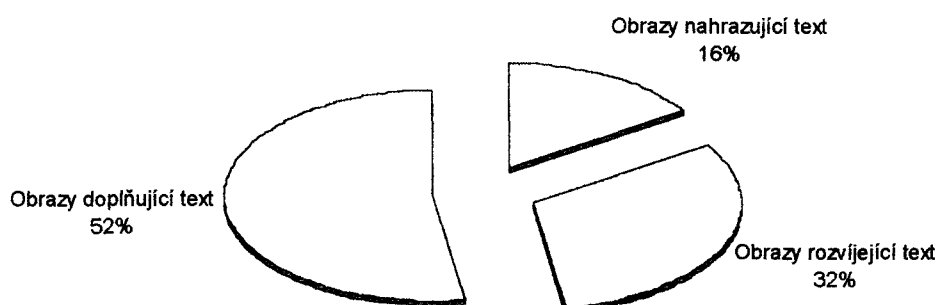


Bylo by vhodné zvýšit procentuální zastoupení otázek a úkolů na zpevnění, jež tvoří nejmenší část, stejně jako otázky a úkoly na osvojení. Je potěšitelné množství úloh pobízejících žáky k aktivní činnosti, jako je např. pozorování souhvězdí.

A obrazový materiál:

Vyobrazení	
	%
Obrázky nahrazující text	15,8
Obrázky rozvíjející text	31,6
Obrázky doplňující text	52,6
Celkem	100,0

Graf:



V tomto případě považuji zastoupení jednotlivých komponent za vhodné. Obrázky v učebnici slouží hlavně jako doplněk k učebnímu textu, což daný graf také vystihuje.

Je zde ovšem problém v tom, že astronomie jako věda se od mechaniky nebo optiky liší zásadně v tom, že zkoumá objekty dalekého vesmíru, a tedy i obsahy učebnic se mezi sebou liší. Například nelze v astrofyzice provádět pokusy na ověření určitých zákonitostí. Na druhé straně to neznamená, že žák musí být při výuce astrofyziky pasivní. Právě naopak. Lze využít množství dat a grafů a z nich například modelově určovat Hubbleův zákon, žáci si sami mohou sestavit H-R diagram. Ale zejména mohou sami pozorovat noční oblohu, vyhledávat souhvězdí pomocí knih, pozorovat povrch Měsíce či Slunce. Stále ovšem chybí určitý přímý pokus.

Nyní se dostáváme k vzájemné komparaci analyzované učebnice s vybranými zahraničními učebnicemi astrofyziky, resp. Astronomie. Jsou to tyto učebnice:

- ruská *Astronomie* ([4])
- polská *Astrofyzika i kosmologia* ([5])
- rakouská *Physik 3 – Teil B* ([6])

Jednotlivé učebnice se od sebe liší, proto nebudu porovnávat určité komponenty u těchto učebnic, ale zaměřím se spíše na to, abych podal obraz o tom, jak se astrofyzika (resp. astronomie) prezentuje v zahraničních učebnicích.

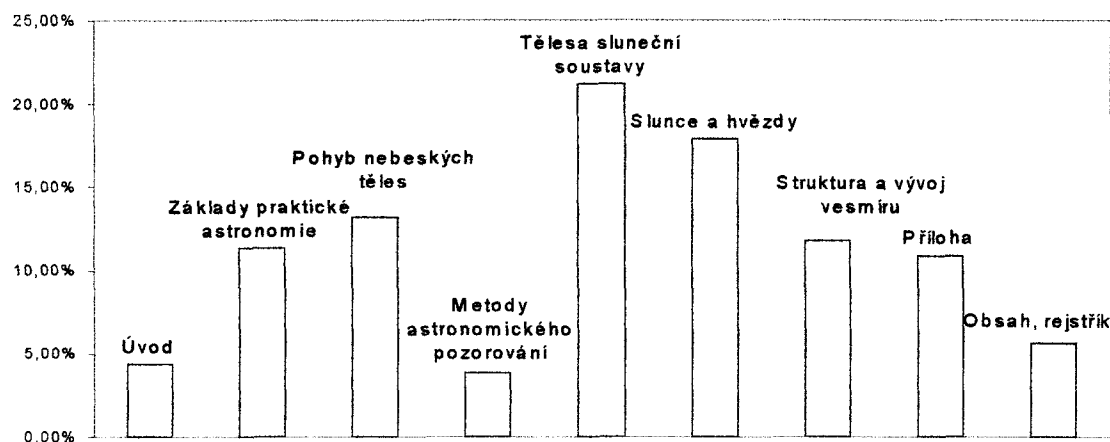
2.1 Ruská učebnice

Kniha je staršího vydání, to ale neznamená, že není kvalitní. Většina obrázku je kreslena, fotografie pouze černobílé, žáci jsou tak ochuzeni o počítačem zpracovávané krásné fotografie galaxií a hvězd. Toto je ovšem dáno dobou vzniku učebnice, popř. i ekonomickými faktory a nemyslím, že je to na škodu. Učebnice je v pevných deskách, což žáci ocení, neboť se kniha tolik neničí. Z vnitřní strany obou desek jsou velké barevné obrázky sluneční soustavy a H-R diagram. Podstatným kladem učebnice jsou otázky na upevnění vědomostí začleněné přímo do výkladového textu. Dále za jednotlivými kapitolami jsou otázky, a to dvojího druhu: jedny jsou označeny jako cvičení a druhé jako zadání. Ty první slouží k procvičení, druhé spíše nabádají žáky k aktivní činnosti, např. k vlastnímu pozorování hvězdné oblohy. Zpracování textu je na dobré úrovni, přehledně členěné kapitoly, kniha působí celkově vyrovnaným dojmem, není nijak zahuštěná textem, rámečky a fonty, jak jsem viděl u některých učebnic, kde se mi zdálo, že autoři tímto schovávají fakt, že učebnice není kvalitní. Jistě není bez zajímavosti, že je tato učebnice v Rusku užívána k výuce dodnes.

Kniha je rozdělena do sedmi základních částí, následuje příloha a rejstřík + obsah. Jednotlivé části jsou pak rozděleny na kapitoly (celkem 30). Jejich názvy a procentuální obsažení v učebnici jsou uvedeny v následující tabulce a grafu:

Zastoupení jednotlivých kapitol v ruské učebnici	
	%
Úvod	4,3
Základy praktické astronomie	11,3
Pohyb nebeských těles	13,2
Metody astronomického pozorování	3,8
Tělesa sluneční soustavy	21,2
Slunce a hvězdy	17,9
Struktura a vývoj vesmíru	11,8
Příloha	10,8
Obsah, rejstřík	5,7

Graf:



Procentuální zastoupení jednotlivých částí je v tomto případě počítáno jako čistý text – pouze počet vět, ne obrázky, nadpisy, otázky. Je vidět, že jednotlivé kapitoly jsou začleněny v přiměřené míře, žádná není ve výraznější menšině či většině.

Počet otázek:

- cvičení: 72 otázek
- zadání: 24 otázek či úkolů

Dále jsem zjistil, že v učebnici je celkem 33 stran obrázků, což při celkovém počtu stran 158 činí 21 % učebnice.

V roce 1988 vypracoval Štefl ([7]) analýzu informační struktury textu učebnic astronomie na středních školách v SSSR a tato byla právě jednou z analyzovaných knih. Proto po zapůjčení potřebných materiálů mohu tuto učebnici analyzovat (resp. popsat, já ji neanalyzoval) mnohem přesněji.

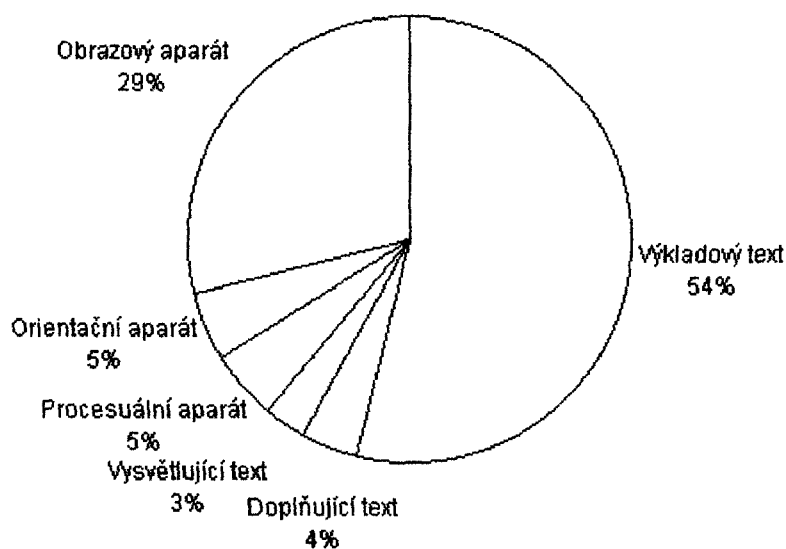
Při analýze srovnávaných učebnic autor vycházel z modelu makrostruktury učebnice fyziky podle Bednaříka v [8]. Základní strukturní informační složky jsou následující:

- A) výkladové složky
 1. výkladový text
 2. doplňující text
 3. vysvětlující text
- B) nevýkladové složky
 4. procesuální aparát
 5. orientační aparát
 6. obrazový materiál

Výsledky jsou shrnuty v jednotlivých tabulkách:

Rozsah strukturních složek učebnicového textu v %	
1. Výkladový text	54,7
2. Doplnující text	4,3
3. Vysvětlující text	2,6
Výkladové složky celkem	61,6
4. Procesuální aparát	4,7
5. Orientační aparát	4,6
6. Obrazový aparát	29,1
Nevýkladové složky celkem	38,4

Což můžeme opět ukázat i v grafu:

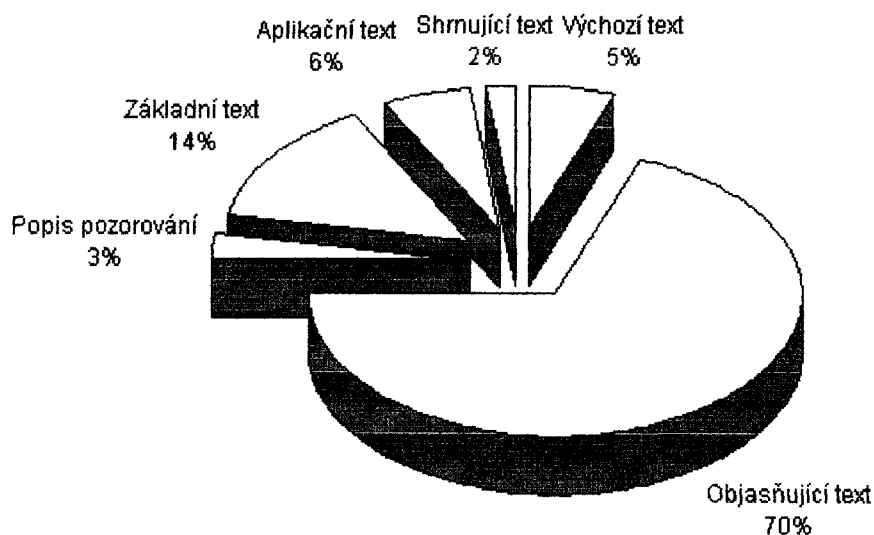


Je vidět, že převažují výkladové složky nad nevýkladovými. Potěšující je výrazné zastoupení obrazového aparátu, na druhé straně dosti ochuzený vysvětlující a doplňující text. Rozpor s procentuálním zastoupením obrazového aparátu je způsoben tím, že já jsem nezapočítával tabulky, pouze obrázky a fotografie.

Nyní se podrobněji podíváme na strukturu výkladového textu:

Rozsah strukturních prvků výkladového učebnicového textu v %		
	Celkem %	% z výkl. textu
Výchozí text	3,0	5
Objasňující text	38,0	70
Popis pozorování	1,7	3
Základní text	7,7	14
Aplikační text	3,3	6
Shrnující text	1,0	2
Přehled učiva	0,0	0
Výkladový text celkem	54,7	100

V grafu (vynášeno procentuální zastoupení ve výkladovém textu):

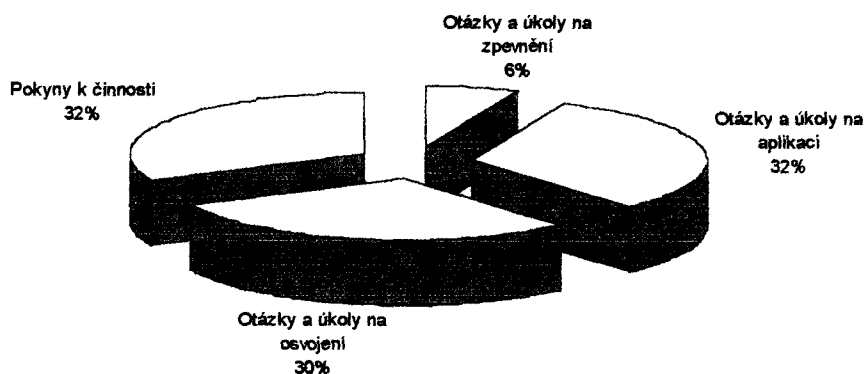


Velká převaha objasňujícího textu není přiměřená. Na její úkor je ochuzen důležitý shrnující text, velmi málo místa je věnováno popisu pozorování.

Dále mám k dispozici podrobně zpracovaný procesuální aparát textu:

Rozsah strukturních prvků procesuálního aparátu učebnicového textu v %	
Otázky a úkoly na zpevnění	0,3
Otázky a úkoly na aplikaci	1,5
Otázky a úkoly na osvojení	1,4
Otázky a úkoly celkem	3,2
Pokyny k činnosti	1,5
Odpovědi, řešení	0,0
Procesuální aparát celkem	4,7

V grafu (vynášeno procentuální zastoupení):



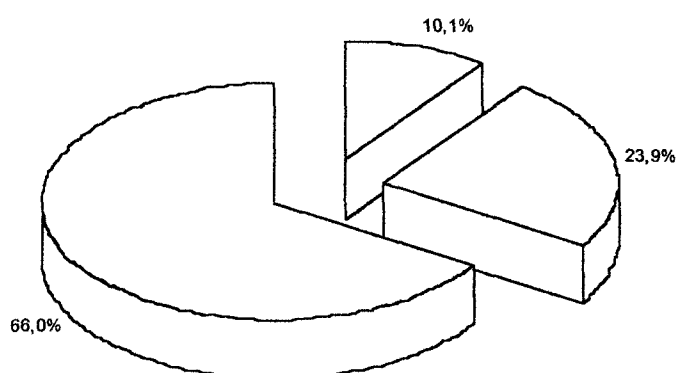
Otázky na zpevnění, na kterých si žáci ověřují, že správně pochopili definice pojmů, popis určitých jevů nebo zákonů, jsou zastoupeny nejméně. Toto je ovšem dostatečně kompenzováno množstvím pokynů k samostatné činnosti žáků, což je velmi chvályhodné – jedná se o otázky a úkoly na aplikaci. Ovšem nejcennější jsou otázky a úkoly problémové povahy, které jsou v této učebnici velmi dobře propracovány – otázky a úkoly na osvojení.

Velmi významným a k astronomii motivujícím je obrazový materiál – jak obrázky, tak fotografie. Podle velikosti informace, kterou obrazový materiál zprostředkovává ve vztahu k výkladovým složkám jej rozdělujeme podle [8] na obrazový materiál:

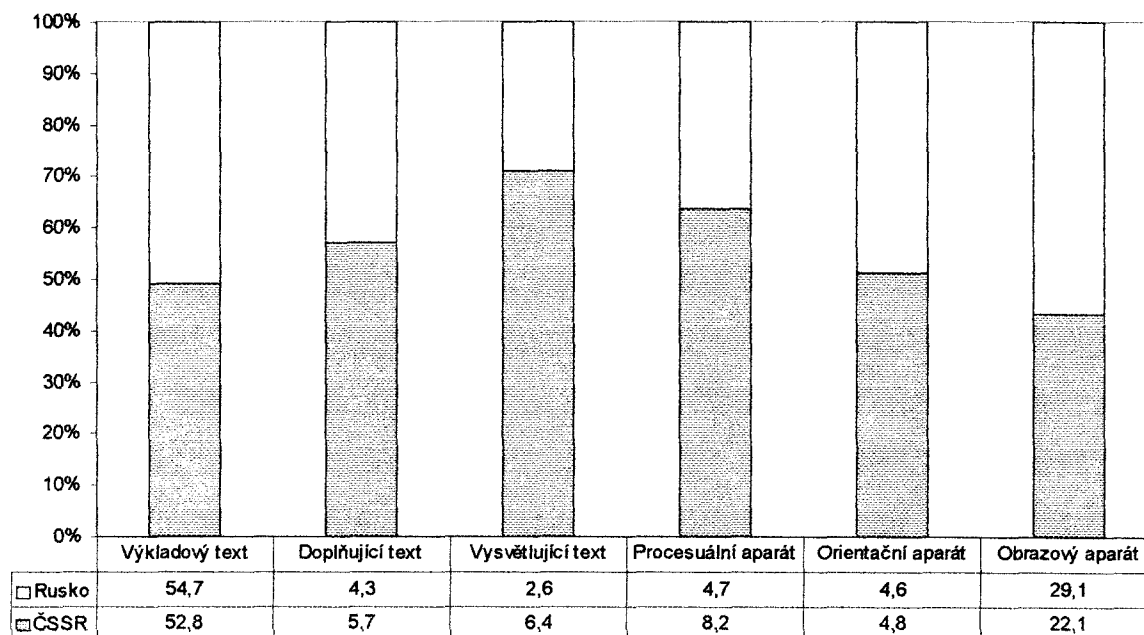
- nahrazující text
- rozvíjející text
- doplňující text

Počet vyobrazení učebnicového textu v %	
Obrazy nahrazující text	10,1
Obrazy rozvíjející text	23,9
Obrazy doplňující text	66,0

V grafu:



Za zajímavou považuji shodu zastoupení jednotlivých komponent v učebnicovém textu této ruské učebnice a výše zmiňované fyziky pro IV. ročník gymnázií v ČSSR, jak je vidět ze srovnávacího grafu:



2.2 Polská učebnice

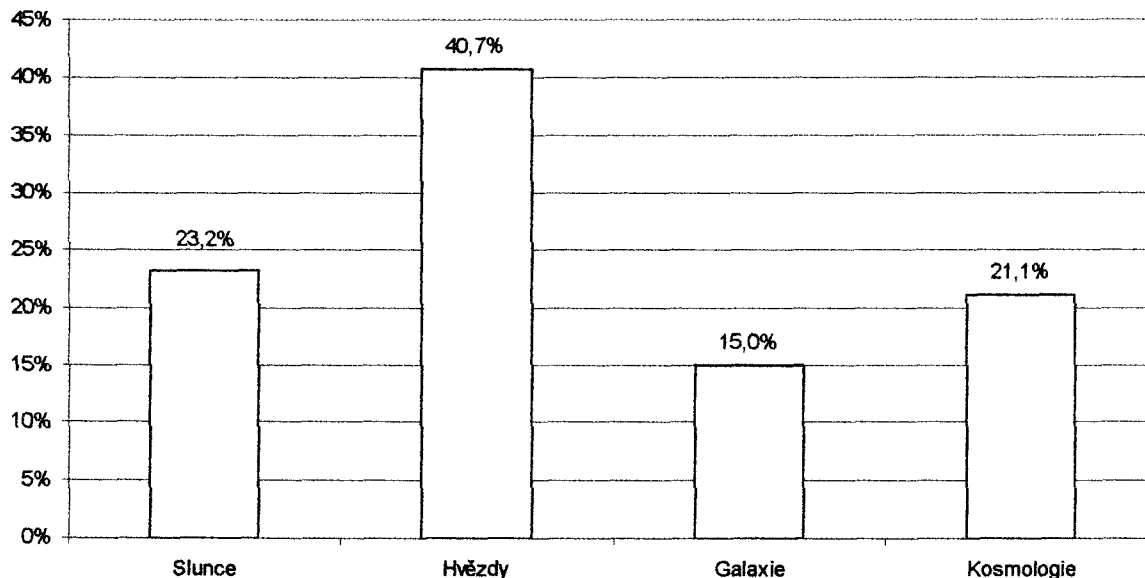
Další učebnici je polská učebnice fyziky [5], jejíž částí je i astrofyzika a kosmologie. V této knize, jež je na rozdíl od předchozí astrofyzika, nikoliv astronomie, se vůbec neobjevuje sluneční soustava, která je vyučována v II. ročníku. Přehlednosti učebnice výrazně napomáhá použití červené barvy v obrázcích i v textu. Opět má učebnice pevnou vazbu.

Podrobnější rozdělení textu v této učebnici je složité, neboť její autoři nerozdělili na několik kapitol a každou na podkapitoly, ale na 25 kapitol. Ve stručnosti lze učební text rozdělit na oblasti věnující se:

- Slunci
- hvězdám
- galaxiím
- kosmologii

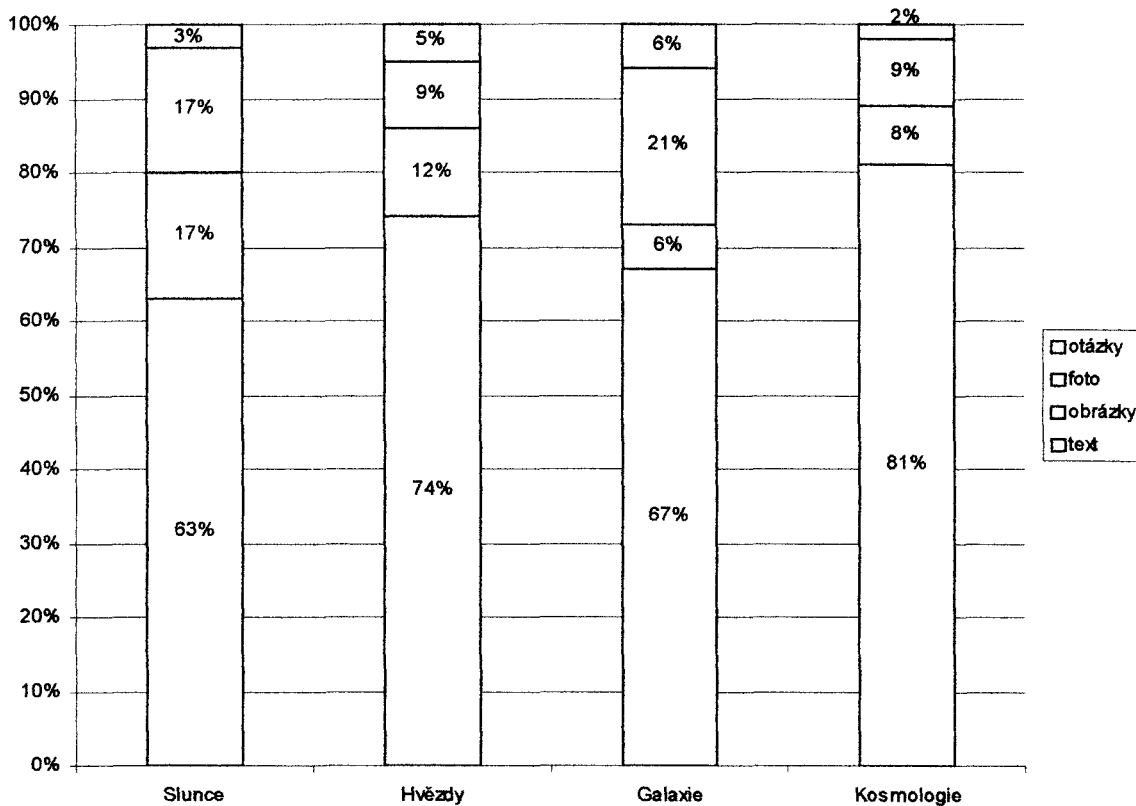
U Slunce se žáci dozvědí o rozměrech, teplotě, hmotnosti a dalších charakteristikách, o její atmosféře a aktivitě. Následuje pohyb hvězd, Dopplerův jev, jasnosti hvězd, rozdělení do spektrálních tříd, H-R diagram a rozdělení hvězd v něm, dvojhvězdy, hvězdokupy, novy, supernovy. Před kosmologií je uvedena velikost Galaxie, rozmístění hvězd v ní, vzdálenosti galaxií, Hubbleův zákon, dokonce je více místa věnováno problematice kvasarů. A nakonec kosmologie, stáří vesmíru a jeho hustota, dokonce i ověření obecné teorie relativity pomocí astrofyziky.

Opět lze vynést zastoupení těchto 4 „kapitol“ do grafu, vynášen je pouze text bez obrázků a otázek:



Lze sledovat trend všech učebnic, totiž že nejvíce textu je věnováno problematice hvězd a je to přirozené, o nich lze fyzikálně mnoho říci, je zde možnost navázání na znalosti žáků z jiných oblastí. Slunci jako nám nejbližší hvězdě je v této učebnici přiřazen stejný prostor jako celé kosmologii.

U této učebnice jsem si udělal ještě podrobnější rozbor každé z kapitol, kde jsem vynášel pro každou kapitolu procentuální zastoupení textu, obrázků, kde jsem počítal jejich plochu, fotografií (chtěl jsem je rozlišit od obrázků, myslím, že je rozdíl vidět fotografii několika nejbližších galaxií a schéma trigonometrického výpočtu vzdálenosti hvězd) a otázek vynášených v procentech, což považuji za adekvátní, neboť všechny otázky jsou psány stejným typem písma:



Je vidět celková vyrovnanost zastoupení v celém textu. Je přirozené, že nejvíce fotografií je v části věnující se galaxiím, na rozdíl od kosmologie.

Astronomie a kosmologie v učebnici zabírá 60 stran, z toho je celkem 10 stran obrázků a fotografií, což činí asi 17 % textu.

2.3 Rakouská učebnice

Tato učebnice ([6]) podle mě představuje trend moderních učebnic. Tento názor nejspíše potvrdí většina z těch, kteří se do této učebnice buď jen podívají a prolístují ji. Jedná se hlavně o členění textu, kdy hlavní text je blíže středu učebnice a po obou stranách jsou dva odstavce, které obsahují mnoho doplňujících a vysvětlujících tabulek, obrázků a fotografií. Autoři se oprostili od obvyklých obrázků a fotografií a zařazují snímky, u kterých by se mnoho autorů bálo je zařadit, neboť jejich přesné popsání a vysvětlení může činit problémy. Toho jsou si autoři této učebnice vědomi, ale tento nedostatek je vyvážen tím, že žákům ukáží, jak daná věc vypadá a funguje ve fyzikální praxi. Mám na mysli např. tyto snímky:

- mnoho fotografií z bublinové komory, na některých jsou dokonce zachyceny dráhy piónů π^+ , π^- s uvedením hmotností a střední doby života plus další elementární částice (mion, eta, lambda...)
- v kapitole o jaderné fyzice snímky raket, atomového výbuchu, 3 fotografie znázorňující rozmetání domu ve vzdálenosti 2 km od centra výbuchu
- velké množství snímků získaných pomocí elektronového mikroskopu
- za zmínku stojí také fotografie útvaru zvaného „Koňská hlava“ promítající se na jasné pozadí difúzní mlhoviny v Orionu, která je však uvedena ve větším měřítku, než jsem dosud viděl a tak je poznat, že se zase tolik hlavě nepodobá

Fotografie v astrofyzické a kosmologické části učebnice jsou vybrány velmi pečlivě a promyšleně za účelem přiblížení textu žákům a z motivačního hlediska. Nechybí Krabí mlhovina, výbuch supernovy, snímky hvězdokup. Za zmínku stojí fotografie na úvodu do kapitoly, kde je přes celou stránku galaxie v Andromedě a snímek před kapitolou o kosmologii, kde je opět na celou stránku několik galaxií, hvězd a hvězdokup v kupě galaxií. Tento na mě činí největší dojem ze všech astronomických snímků.

Kapitola o astrofyzice je rozdělena na 3 části, Hvězdy a galaxie, Teorie relativity a Kosmologie. Já se samozřejmě budu zabývat pouze 1. a 3. částí. S ohledem na to, že jsou obě tyto problematiky probrány na 21 stranách (nutno podotknout, že formátu A4) je množství informací v nich obsažených velké a nikterak zhuštěné či nepřehledné. Podrobnější členění textu je celkem obtížné, přesto se dá obsah takto rozdělit podle názvů kapitol:

- I. Hvězdy a Galaxie
 1. Pozorování
 - a) jasnost a zářivý výkon
 - b) teplota a poloměr hvězd
 - c) hmotnost a hustota hvězd
 - d) proměnné hvězdy
 - e) struktura Galaxie
 2. Vývoj hvězd
 - a) Vznik hvězdy
 - b) Hvězdy hlavní posloupnosti
 - c) Staré hvězdy
 - d) Zhroucení hvězdy

3. Struktury ve vesmíru
 - a) Hvězdy hlavní posloupnosti
 - b) Od atomu k planetě
 - c) Bílí trpaslíci a neutronové hvězdy
 - d) černé díry

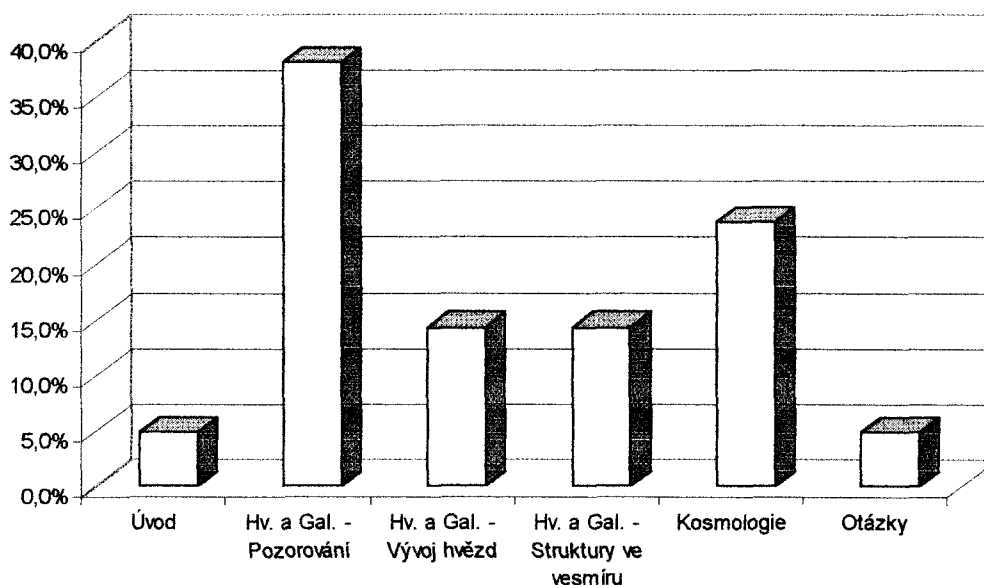
II. Kosmologie

1. Rozpínání vesmíru
2. Velikost vesmíru
3. Počátek vesmíru

Do tabulky vynesu zastoupení jednotlivých kapitol a podkapitol:

Zastoupení jednotlivých kapitol v rakouské učebnici		
	počet stran	%
Úvod	1	4,8
Hvězdy a galaxie – Pozorování	8	38,1
Hvězdy a galaxie – Vývoj hvězd	3	14,3
Hvězdy a galaxie – Struktury ve vesmíru	3	14,3
Kosmologie	5	23,7
Otázky	1	4,8

V grafu:



Zastoupení jednotlivých částí považuji za přiměřené.

V kapitolách o astrofyzice a kosmologii je celkem 45 otázek. Co je však překvapující je to, že celkové zastoupení obrázků, fotografií a tabulek tvoří 40 % celkového textu! Tuto učebnici doporučuji za prohlédnutí všem zájemcům. Celá je ve volné vazbě formátu A4, což zvyšuje její přehlednost, méně pak praktičnost při přenášení v aktovkách.

2.4 Analyzovaná učebnice astrofyziky

Pro analýzu informační struktury recenzované učebnice volím model makrostruktury učebnice fyziky stejný jako Štefl při analýze učebnice pro IV. ročník gymnázií ČSSR (viz. 2.1). Zahrnuje tyto strukturní informační složky:

A) Výkladové složky

1. *Výkladový text*
 - 1.1 Výchozí text
 - 1.2 Objasňující text
 - 1.3 Popis pokusu
 - 1.4 Základní text
 - 1.5 Aplikační text
 - 1.6 Shrnující text
 - 1.7 Přehled učiva
2. *Doplňující text*
 - 2.1 Úvodní text
 - 2.2 Text určený k četbě
 - 2.3 Dokumentační materiál
3. *Vysvětlující text*
 - 3.1 Vysvětlivky
 - 3.2 Text k obrázkům

B) Nevýkladové složky

1. *Procesuální aparát*
 - 1.1 Otázky a úkoly určené ke zpevnění vědomostí
 - 1.2 Otázky a úkoly vyžadující aplikace vědomostí
 - 1.3 Otázky a úkoly směřující k osvojení vědomostí
2. *Orientační aparát*
 - 2.1 Nadpisy
 - 2.2 Výhmaty
 - 2.3 Odkazy
 - 2.4 Grafické symboly
 - 2.5 Rejstříky
 - 2.6 Obsah
3. *Obrazový materiál*
 - 3.1 Obrazy, které nahrazují věcný obsah výkladových složek
 - 3.2 Obrazy, které rozvíjejí věcný obsah výkladových složek
 - 3.3 Obrazy, které doplňují věcný obsah výkladových složek

Výsledky jsou shrnuty v následující tabulce:

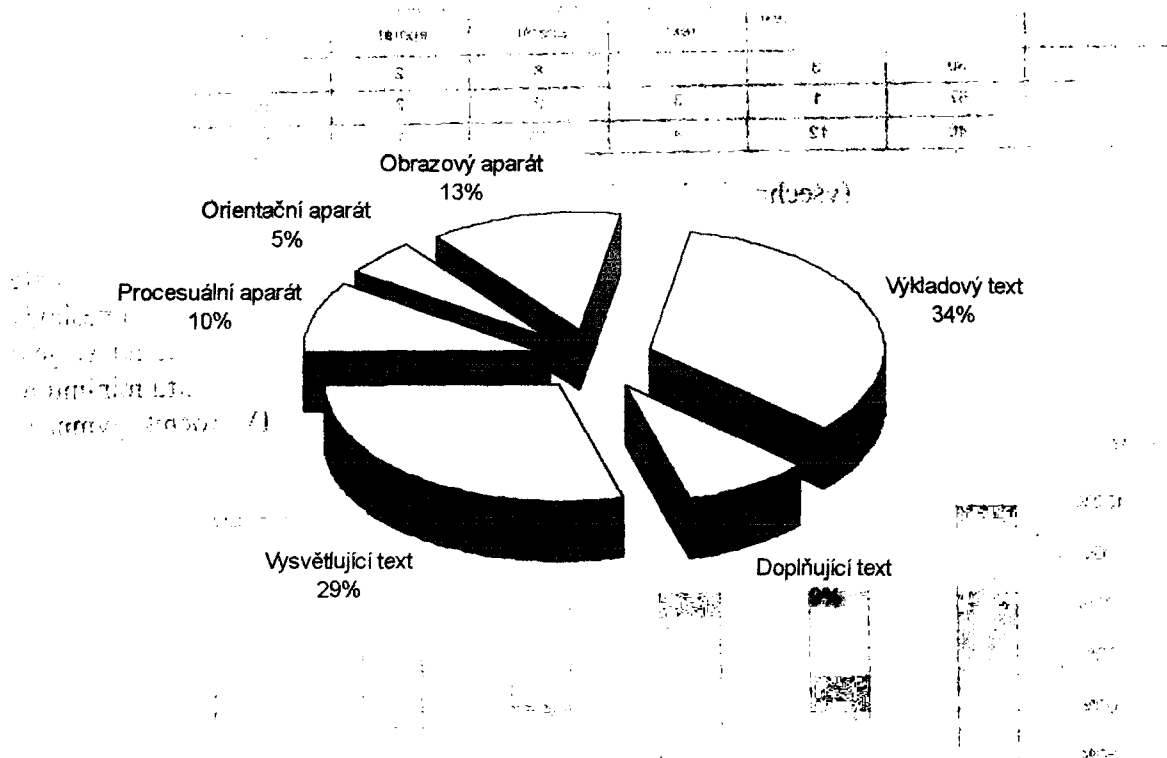
Výsledky jsou shrnuty v následující tabulce:

tabulka 10

Analýza informační struktury učebnice astrofyziky v s. 100-110

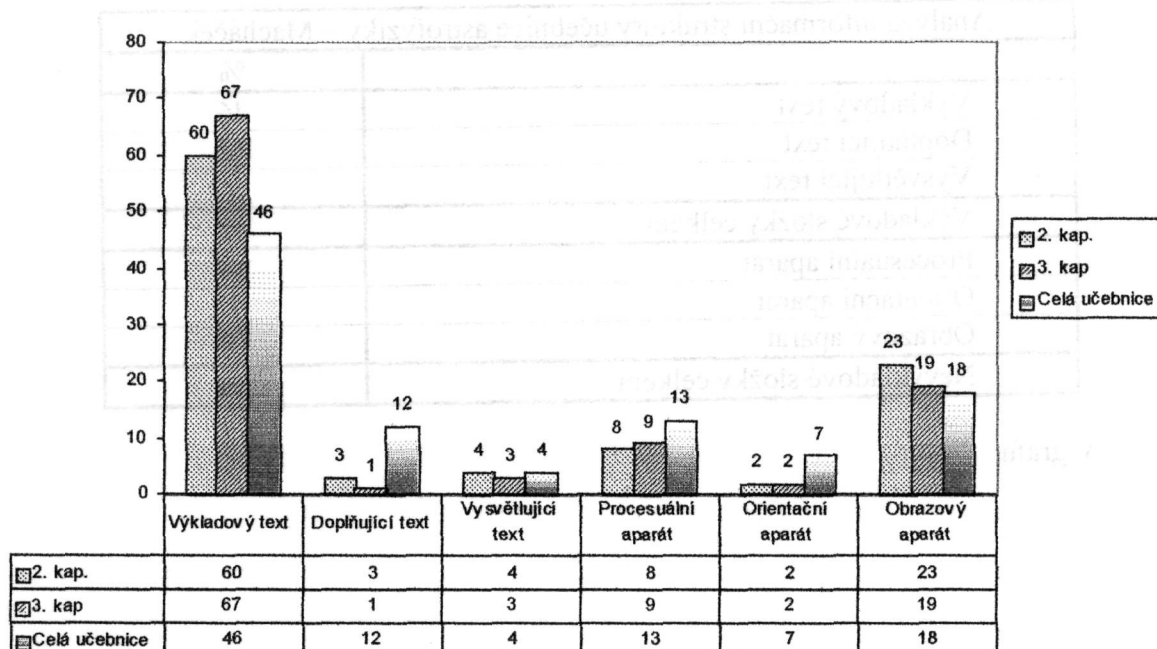
Analýza informační struktury učebnice astrofyziky – Macháček	
	%
Výkladový text	46
Doplňující text	12
Vysvětlující text	4
Výkladové složky celkem	62
Procesuální aparát	13
Orientační aparát	7
Obrazový aparát	18
Nevýkladové složky celkem	38

V grafu:



Opět je velká část textu věnována výkladu. Ovšem potěšující je výraznější zastoupení procesuálního aparátu stejně jako obrazového. Vysvětlujícího textu je také hojné množství, ale jak bude uvedeno dále, tento fakt příliš o skutečném zastoupení vysvětlujícího textu nevyovídá.

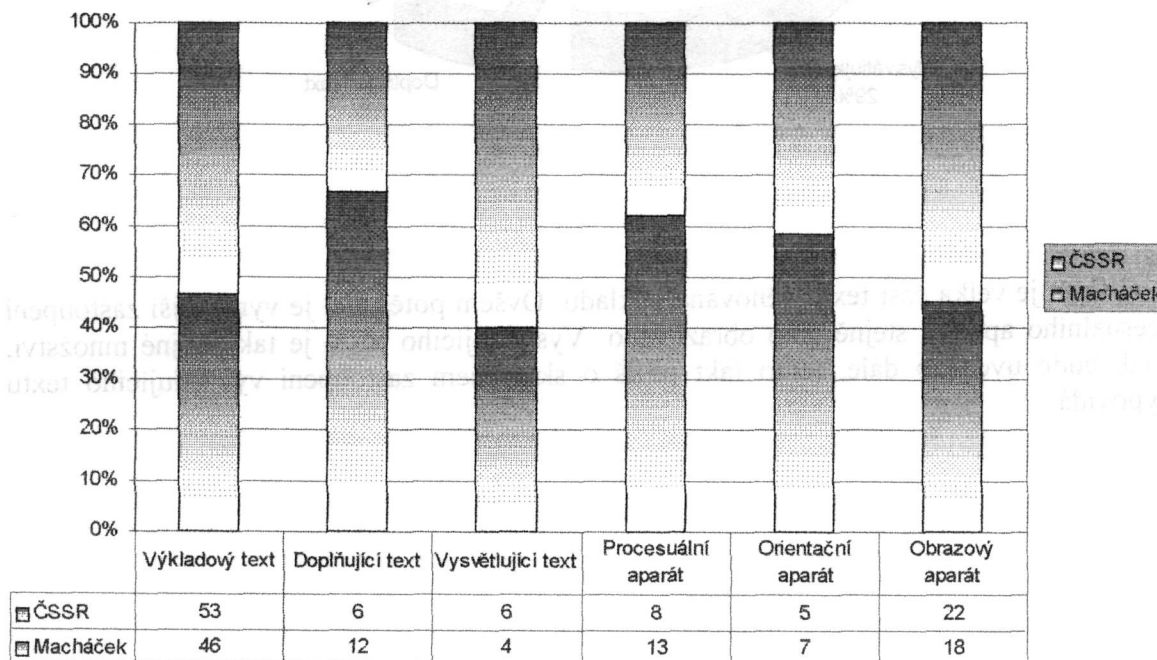
Pro podrobnější srovnání toho, jak jsou tyto složky zastoupeny v celé učebnici uvedu v následujícím grafu jejich zastoupení v kapitole 2. (první sloupec), v kapitole 3. (druhý sloupec) a v celé učebnici (třetí sloupec):



(všechny hodnoty jsou uvedeny v procentech)

Z grafu je patrný rozdíl zastoupení výkladového textu v 2. a 3. kapitole a v celé učebnici. Ještě více je tento rozdíl výrazný v případě doplňujícího textu. Čím je tato neshoda způsobena? Je to zařazením kapitoly 4. – Dodatky na závěr učebnice. Díky tomu se jeví učební text jako celek dobře, ovšem v jednotlivých kapitolách je doplňujícího textu minimum.

Dále bude jistě zajímavé srovnání s již zmiňovanou fyzikou pro IV. ročník gymnázií v ČSSR:



Je potěšující, že autor se již nadržuje tolik výkladového textu, dvojnásobně je zastoupen doplňující text (s ohledem na již zmiňovanou skutečnost to však v textu poznat není). Procesuální aparát je také přítomen ve větší míře.

Je zde jeden zarážející fakt, kterým se Macháčková učebnice výrazně odlišuje od ostatních. Jako jediná totiž zahrnuje také sluneční soustavu. A té je dokonce věnována skoro třetina celé učebnice. Kdy se vlastně podle osnov mají žáci dozvědět o sluneční soustavě? V osnovách pro 1.- 4. ročník čtyřletého gymnázia a 5. – 8. ročník osmiletého gymnázia se píše:

Obsah učiva pro 1. – 4. ročník osmiletého gymnázia:

Tématický celek – Vesmír

Přehled o sluneční soustavě: Slunce, planety, měsíce, planetky, komety, meteory. Kvalitativní popis pohybu planet ve sluneční soustavě, oběžná doba planety. Měsíc a jeho fáze. Hvězdy, podstata jejich složení a vyzařování. Souhvězdí. Orientace na obloze podle významných nebeských objektů.

Doporučené a rozšiřující učivo

Základní kvalitativní představy o struktuře vesmíru a jeho vývoji.

Vysílání umělých těles do vesmíru.

Obsah učiva pro 1. – 4. ročník čtyřletého gymnázia:

Tématický celek – Astrofyzika

Základní stavba vesmíru: hvězdy a jejich planety, galaxie a soustavy galaxií, kosmická fyzikální pole a záření, další hmotné objekty.

Zdroje energie ve hvězdách, vývoj hvězd.

Rozpínání a vývoj vesmíru.

Lety umělých těles do vesmíru.

Doporučené a rozšiřující učivo

Zářivé výkony a povrchové teploty hvězd.

Černé díry, kvasary, neutronové hvězdy.

Hubbleův vztah.

Již z prvního pohledu je zřejmé, že obsah je nepromyšlen. Nelze probírat rozpínání a vývoj vesmíru a nezmínit se přitom o Hubbleovu vztahu, který je určen jako rozšiřující, doporučené učivo. Obdobně nelze probírat vývoj hvězd bez zmínky o jejich povrchových teplotách.

Sluneční soustava se tedy podle osnov doporučuje probírat na základní škole.

Ke stejnému závěru jsem došel po shlédnutí zahraničních učebnic astrofyziky. V žádné se sluneční soustava neobjevuje. Typické členění je na hvězdy, galaxie a kosmologii.

Dále budu učebnici analyzovat s přihlédnutím k faktu, že sluneční soustava je její součástí, přestože ji považují za zbytečnou.

2.5 Obsah analyzované učebnice

2.5.1 Úvod učebnice

Úvodní odstavec, ve kterém autor obhajuje vědeckou práci a ukazuje na uplatnění astrofyziky v moderní vědě, považují za vhodný.

Správně žáky upozorňuje na to, že v astrofyzice se budou setkávat s ohromnými čísly, které bude obtížné si představit, a že se užívají v hojné míře modely.

Hlavní cíle učebnice mají podle autora spočívat v hledání vztahů mezi různými fakty, což je v pořádku a je to správné. Jak se tento zamýšlený plán autorovi povedl se dozvíme na následujících stranách této práce. Dále je čtenář upozorňován na to, že rozsah učebnice je větší, než lze stihnout odpřednášet, a proto je nutné vybírat pouze potřebné a „nepotřebné“ je určeno pro zájemce.

Nakonec autor žáky motivuje k tomu, aby se při řešení problémů na koncích jednotlivých kapitol nedívali ihned do výsledků.

2.5.2 Sluneční soustava

2.5.2.1 Pohyby planet ve skutečnosti a na obloze

Žáci si nejdříve utvoří představu rozměrech naše sluneční soustavy. Seznámí se s parametry drah a rotacemi planet a se souhvězdími. Zde autor předpokládá, že žáci či učitel si model sluneční soustavy vytvoří. Bylo by vhodné zařadit obrázek, na kterém jsou zachyceny všechny planety sluneční soustavy „vedle sebe“ tak, jak to neodpovídá realitě a žáci si mohou vytvořit názornou představu o tom, jaký je rozdíl mezi Jupiterem a Měsícem, ale hlavně mezi Sluncem a planetami. Chybí obrázek zachycující dráhy všech planet, to kvůli představě, jak daleko se planety pohybují vzhledem k Slunci a i k sobě navzájem.

Jedná se o učebnici určenou pro gymnázia, proto je nutností připomenout fakt, že planety se nepohybují po kružnicích, ale po elipsách, což je učiněno s tím, že výstřednost těchto elips je malá a také je zdůrazněn fakt, že dráhy planet jsou narušovány působením okolních těles. Na tomto místě je v textu uveden odkaz na problém, ve kterém mají žáci vypočítat: „...kolik procent síly, kterou na Jupiter působí Slunce, je síla, kterou na Jupiter působí Saturn?“ Možná by bylo příhodnější, pokud by se v příkladu počítala síla, kterou je narušována dráha Země působením např. Marsu či Jupiteru.

Rozdíl mezi hvězdným a slunečním dnem vysvětluje autor s použitím obrázku, který považují za názorný. Ovšem vztah mezi těmito dny a dobou oběhu planety kolem Slunce nechává autor na žácích ve formě problému. To je možné učinit, přesto bych považoval za vhodnější, pokud by byl vztah odvozen a vysvětlen již v textu.

Dále autor žáky seznamuje s tím, že u hvězd nás nezajímá jejich poloha v prostoru, ale směr, ve kterém hvězdu pozorujeme. V astronomii měříme úhlové vzdálenosti kosmických objektů v radiánech či stupních. To, že není ještě zaveden pojem *hvězda* nevadí, stačí intuitivní představa, že se jedná o svítící bod na hvězdné obloze. Navíc lze jistě předpokládat, že žáci znají hvězdy z televize, kde bývají mnohdy velmi efektně naanimované pomocí počítačů. Byl by namísto trojrozměrný obrázek, na kterém by se ukázalo, že hvězdy, které vidíme blízko u sebe mohou ležet ve velké vzdálenosti za sebou. O souhvězdích se žáci dozví

dostatečné množství informací. O zvěrokruhu je možná zbytečné se zmiňovat v tématu astrofyzika, přesto myslím, že to není na újmu učebnice.

Od planet tedy obsah učebnice přechází k hvězdné obloze, dále k souhvězdím a zvěrokruhu. Takto lze postupovat a považuji to za vhodné.

2.5.2.2 Merkur a Venuše

V kapitole o Merкуру jsou žáci dostatečně informováni, stejně tak i o Venuši. Na tomto místě autor vysvětluje také podstatu skleníkového jevu, který zapříčiňuje vysokou teplotu na Venuši. Nemyslím, že tento pojem patří jenom do astrofyziky, ale také do zeměpisu či ekologie. „Graf“, který znázorňuje závislost výkonu vyzařeného planetou na teplotě této planety bez skleníkových plynů a s nimi, je pouze náčrtek, chybí popis os. To považuji za chybu, v žácích by mělo být pěstováno fyzikální myšlení a k fyzice patří příslušné správné matematické formulace – i grafy s popsányými a očíslovanými osami.

2.5.2.3 Země

Zemi je věnována velká část textu (16 stran). Pro žáky je zajímavé, když si přečtou, jak se vlastně dozvídáme o zemském nitru – pomocí seizmických vln, které vznikají při zemětřesení. Ale tato problematika patří spíše do geologie. Stejně tak do astrofyziky nepatří pojmy jako litosférické desky, hlubokomořské příkopy nebo pohyb kontinentů. Popis globálního proudění v troposféře či rozložení oblastí tlakových níží a výší považuji za dosti zbytečný.

Magnetosféra je uvedena pouze v této kapitole. Ostatní planety mají také magnetosféru, žáci však o tom nejsou na tomto místě informováni. Uvedený obrázek magnetosféry Země je nesprávný, neboť magnetosféra je vlivem slunečního věru protažena a na vzdálenější straně od Slunce tvoří magnetický ohon. O deformaci indukčních čar magnetického pole Země se píše v kapitole o Slunci. Pojem sluneční vítr na tomto místě žáci neznají, přesto bych se nebál jej použít s odkazem na pozdější látku. Přírozně se přejde k pojmu polární záře, který je zaveden vhodně a srozumitelně. Jako motivace je uveden obrázek v barevné příloze.

Následují dvě stránky věnované kosmickému výzkumu, které jsou zajímavé, ale do učebnice astronomie nepatří. Pro astrofyziku by byla zajímavější např. problematika radarů, spektrografů či dalekohledů s popisem problémů, se kterými se astronomové potýkají při své činnosti.

2.5.2.4 Měsíc

Následuje opět popis základních charakteristik, jako je rotace, teplota, povrch. Slapy vysvětluje autor metodicky správně, naznačí i vznik a vlastnosti vázané rotace. Také je zde petitem uvedena zmínka o periodě Saros. Považuji za vhodné na tomto místě zopakovat pro žáky krátkou zmínku o vzniku měsíčních fází, které mnohdy studenti gymnázia nedokáží uspokojivě vysvětlit. Pro zajímavost mohl autor poznamenat, že v důsledku tření vodních částic, nárazy vlnobití na pobřeží apod. se ztrácí část rotační energie Země a v důsledku toho se rotace Země prodlužuje o 0,002 s za století a Měsíc se vzdaluje od Země o 3,7 mm/rok .

2.5.2.5 Ostatní planety

Mars: Zde je vhodná motivační připomínka možnosti života na Marsu, vzpomeňme sondu Pathfinder. Charakteristiky Marsu jako planety jsou dostatečné.

Obří planety – Jupiter: zmínka o velké červené skvrně (dříve rudé) je namístě, pokud chce autor žáky zaujmout, protože představa obrovského atmosférického víru, který již několik set let trvá, je jistě fascinující. Vznik jednotlivých pásů, z kterých se skládá povrch planety, vysvětlen není. Příčiny tohoto zabarvení nejsou zatím zcela známy, je však jisté, že rychlá rotace planety přispěla nějakým způsobem k rozdělení atmosféry do jednotlivých pásů a patrně molekulová hmotnost hlavních sloučenin zastoupených v jednotlivých pásích bude různá. Autor se mohl také zmínit o velikosti tohoto úkazu, který má rozměry přibližně 20 000 x 50 000 km, což odpovídá asi 2 obsahům průřezu naší Země.

U Saturnu je nezbytná zmínka o jeho prstencích, o Uranu, Neptunu a Plutu není zmínka skoro žádná, přitom by stálo za připomenutí, že Neptun byl první planetou, jejíž trajektorie byla nejdříve vypočítána a až pak na základě toho, že se vědělo, kde tuto planetu hledat, byla objevena. Mohlo být také uvedeno, že mnozí vědci Pluto ani za planetu nepovažují kvůli jeho malým rozměrům.

2.5.2.6 Planetky, komety a meteoroidy

Autor vhodně vysvětlil, proč mezi Marsem a Jupiterem nevznikla žádná planeta, ale nachází se zde tzv. pás asteroidů, odkaz na Problém 1 je mírně zavádějící, zdá se, že problém bude řešit otázku, proč vzniká kulový tvar asteroidů až od průměru asi 600 km.

Dále jsou čtenáři upozorněni na nebezpečí možnosti srážky Země s planetkou či jádrem komety (vzpomeňme na známý americký film Armageddon, který jistě může ve třídě vyvolat diskusi). Ale myslím, že se autor dopouští chyby, když píše, že nějaká vesmírná katastrofa může nastat třeba zítra. Domnívám se, že blízký kosmický prostor je dostatečně sledován mnohými astronomy po celém světě. Otázkou je, zda při zjištění tělesa křížujícího dráhu Země jsou již vypracované scénáře možných řešení tohoto problému.

2.5.2.7 Slunce

Na tomto místě se žáci poprvé setkají s pojmem *hvězda*, a to víceméně intuitivně zavedeným. Píše se zde: „*Slunce je hvězda – obrovská koule, v jejímž nitru probíhají termonukleární reakce*“ Tato „definice“ má dvě základní úskalí: předně užívá pojmu obrovská, který je jistě velmi subjektivní (např. pštros snáší skutečně obrovská vejce). Dále také vyvolává dojem, že v nitru každé hvězdy nutně probíhají termonukleární reakce. To však neplatí u hvězd obecně. H-R diagram však zatím žáci neznají, proto bych navrhol spíše uvést jinou definici, viz 3. kapitola této práce.

První problém autor částečně vyřešil tím, že na začátku učebnice uvádí tabulku, v které porovnává velikosti Země, planet a Slunce. Žák má možnost pochopit poměr mezi velikostí Slunce a planetami, ale nedozví se tak, že jiné druhy hvězd, s kterými se později seznámí, se svými rozměry od Slunce mohou značně lišit, a to na obě strany pomyslného měřítká velikostí. Doporučoval bych uvést odkaz na pozdější kapitolu o vzniku a vývoji hvězd, kde se žáci dozvědí o různých typech hvězd a jejich charakteristikách.

Také s problémem, že ve hvězdách probíhají termonukleární reakce se autor vyrovnal příliš jednoduše. V učebnici je užíváno pouze pojmu jaderné reakce, přestože je v astrofyzice zvykem vždy užívat spojení termojaderné reakce k zdůraznění skutečnosti, že tyto reakce jsou podmíněny vysokými teplotami. Právě tato skutečnost zatím znemožňuje využít termojaderné reakce k získání energie u nás na planetě Zemi. A snahy o tuto problematiku jsou pochopitelné, neboť by se jednalo o zdroj energie s vysokou účinností. Je chybou, že se autor spokojil pouze se slovním popisem termojaderné reakce probíhající ve Slunci. Ve 4. ročníku na gymnáziu by žáci jistě bez problému pochopili, pokud by následovala např. chemická rovnice pp řetězce s odpovídajícími hmotnostními úbytky a s uvedením známého Einsteinova vztahu $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$. Na místě by byla také menší zmínka, alespoň petitem, o tom, že existují ještě další termojaderné reakce, kterých jsou desítky. Na druhou stranu je dobře, že se žáci dozvědí o problému s počtem neutrin, která očekáváme od Slunce a počtem neutrin detekovaných v obrovských nádržích pod povrchem země kvůli odstínění ostatního slunečního záření. V dalším vydání již tato skutečnost uvedena nebude, neboť tento problém je již vyřešen. Dále se uvádí, že přenos energie ve hvězdách (Slunci) je uskutečňován hlavně zářením a konvekcí, vedením skoro vůbec ne, neboť hvězdný materiál je velmi špatný vodič tepla. Opět je vysvětlováno magnetické pole Slunce pomocí dynamového jevu, prouděním plazmy vlivem konvekce + rotace Slunce.

Následuje rozdělení sluneční atmosféry na fotosféru, chromosféru a korónu. Je zde zmínka o teplotě Slunce a stále se žáci zatím nedozví, že teplot hvězd je definováno více - povrchová, efektivní, barevná, a jak jsou definovány.

Zajímavá část o sluneční aktivitě by mohla být využita ke zvýšení zájmu žáku o astrofyziku, neboť koho by nezajímalo, jak vznikají obrovské a efektní protuberance (v učebnici s odkazem na povedený obrázek v barevné příloze), jak vzniká geomagnetická bouře nebo polární záře. A myslím, že se tento záměr autorovi povedl, žáci se zajímavou formou o těchto problémech dozvědí a mnohé to jistě podnítky k přečtení podrobnější literatury.

2.5.2.8 Dějiny sluneční soustavy

Vznik Slunce je popsán dostatečně. Stejně tak vznik planet a logickým vyústěním je vznik kometárních jader. Zde mohl autor zmínit skutečnost, že zákon zachování momentu hybnosti je příčinou rotace planet. Vysvětlení, proč na Zemi a větších planetách zemského typu je žhavé jádro ale např. na Měsíci v současné době ne, je také dobré, záleží totiž na jejich objemu. Následuje výklad vzniku Měsíce, na kterém se v současné době shoduje 99 % astronomů – totiž že vznikl při srážce s jiným tělesem jako odvržená hmota z povrchových vrstev Země, která se posléze zformovala vlivem gravitace do tvaru koule.

Mírně nevědecky působí nadpis odstavce Velké bombardování, ale nejspíše to byl autorův záměr tímto způsobem astrofyziku žákům přiblížit.

Další kapitola s názvem Země patří spíše do učebnice geologie nebo nauky o Zemi. Přesto ji zhodnotím. Údaje obsažené v této části a zejména v obrázku 2-23 na straně 65, který přehledně zachycuje nejdůležitější události v dějinách naší planety, jsem porovnal s údaji v [9]. S potěšením mohu konstatovat, že údaje byly ve velmi dobré shodě.

2.5.2.9 Jak to všechno víme

Vzdálenosti planet lze určit užitím třetího Keplerova zákona, což autor zmiňuje, nebo pomocí denní paralaxy. Co se týče určování vzdálenosti pomocí radaru, z popisu se zdá, že se jedná o velmi jednoduchou záležitost. Situace se však komplikuje, když si uvědomíme, že

měřený objekt i radar jsou ve vzájemném pohybu. Správně je uvedeno, že k určení hmotnosti planety je třeba mít alespoň dva objekty a pak využít jejich vzájemného gravitačního působení. Průměry planet se dají měřit celkem snadno a to je také uvedeno spolu se způsobem, jak se tato měření provádí. Další z charakteristik je doba rotace planet. Uvedený popis možnosti jejího měření je dostačující. Nakonec se žáci seznámí s rozdělení rychlostí kosmických těles na tečnou a radiální spolu se způsoby, jak je lze získat. Uvedené problémy považují za velmi jednoduché, leč důležité k pochopení dané problematiky.

Následuje krátké seznámení s Dopplerovým jevem, který žáci již znají. Přesto je tato autorova snaha na místě, neboť Dopplerův jev je skutečně v astrofyzice velmi důležitý a žáci mu musí dokonale porozumět. Samozřejmostí je zmínka o červeném posuvu a využití pro již dříve uváděné měření radiální rychlosti či doby rotace těles. Odvození vztahu pro radiální rychlost z posunutí $\Delta\lambda$ je uvedeno u obrázku tuto závislost popisujícího. Považují jej za přehledný a srozumitelný. Velmi by pomohla barevná fotografie dvou spekter, jednoho laboratorního získaného pozemským měřením vlnových délek daných prvků a spektra hvězdy, která je v pohybu, aby žáci na vlastní oči viděli, že se liší pouze vzdáleností $\Delta\lambda$ mezi jednotlivými vlnovými délkami. A na základě těchto fotografií vypočítat radiální rychlost dané hvězdy.

Dále je definován poločas rozpadu. A následuje využití této doby pro zjištění stáří Země. Uvítal bych zmínku o možnostech využití znalosti poločasu rozpadu pro historii Země i astrofyziku. Takto bylo možno dokázat, že Země není stará pouze 5000 let, jak se domnívali někteří lidé ve středověku. Alespoň petitem mohl být uveden či dokonce odvozen vzorec pro výpočet procenta rozpadlých atomů u jistého prvku s poločasem rozpadu T . Na druhou stranu je velmi zajímavé, na jakém principu vlastně funguje měření stáří archeologických nálezů pomocí poločasu rozpadu radioaktivního uhlíku ^{14}C . Tato metoda je vysvětlena srozumitelně.

2.5.3 Hvězdy a galaxie

2.5.3.1 Úvod do hvězdné astronomie

Nyní se dostáváme k jádru mojí diplomové práce, neboť astrofyzika se týká hlavně zkoumání fyzikálních a chemických vlastností kosmických těles – hvězd, galaxií, jejich vznikem a vývojem.

Autor žáky informuje o tom, že zavádíme modely hvězd. V odstavci nadepsaném základní pojmy rozděluje hvězdy na dvojhvězdy – zákrytové a spektroskopické, proměnné hvězdy, novy a supernovy. Proč však dvojhvězdy obíhají kolem společného hmotného středu, kterým prochází spojnice obou složek se zde neuvádí. Navrhoval bych také zařadit na toto místo upozornění na některé nejznámější dvojhvězdy, které lze pozorovat již dalekohledem s průměrem 5 cm – např. δ Oriona, Mintaka, která se považuje za nejsnáze rozlišitelnou dvojhvězdu na obloze. Text dále upozorňuje, že většina hvězdných soustav je vícenásobná. Dvojhvězdy jsou rozděleny na spektroskopické a zákrytové a vysvětlení tohoto rozdělení je přijatelné. Na tomto místě je uveden odkaz na problém, ve kterém mají žáci sami načrtnout graf změny jasnosti dvojhvězdy s časem. Chybí zde ovšem konkrétní záznam skutečně zaznamenaný, aby si žáci uvědomili, s jakými periodami se zde setkáme, popřípadě i s jakými jasnostmi.

Následuje zmínka o novách a supernovách s odkazem na pozdější podrobnější objasnění supernov. Zde by mohl být odkaz na fotografii, na které je zachyceno vzplanutí supernovy.

2.5.3.2 Charakteristiky hvězd

S pojmem hvězdná velikost se autor vypořádá srozumitelně, přestože je tato kapitola pro žáky obtížná. Vše, co je zde napsáno o hvězdných velikostech, je v pořádku. Pouze je tato problematika trochu nepřirozená a žáci si ji budou muset sami rozmyslet. Mám na mysli problém s hvězdnými velikostmi, které nabývají záporných hodnot a navíc s komplikací, že jasnější hvězdy mají menší hvězdnou velikost, pozorovanou i absolutní. Autor automaticky předpokládá při zavádění pojmu zářivý výkon bolometrický zářivý výkon. Toto měl učinit s poznámkou, že rozdíl je v tom, zda počítáme celkovou energii na všech vlnových délkách nebo např. pouze v optické části spektra. Je připojen názorný obrázek, který ukazuje, jak jasnost hvězdy závisí na vzdálenosti od této hvězdy. Naopak na tomto místě je uvedena zavádějící poznámka, že přesněji se jasnost hvězdy nazývá bolometrická jasnost. V běžném slova smyslu je jasnost hvězdy vlastnost, která nám říká, jak moc hvězda na obloze svítí. Tedy typická vizuální hustota zářivého toku, nikoliv bolometrická.

Myslím, že pojem hvězdná velikost není zaveden dostatečně. Nejsm si jist, zda byla správná volba, když autor nechal žáky dospět ke vztahu mezi absolutní a pozorovanou hvězdnou velikostí ve formě zadaného problému. Mohla být uvedena tabulka, ve které by byly příklady hvězdných velikostí různých zdrojů, absolutní i pozorovatelné. A v této tabulce by mohly být uvedena i svíčka, baterka či sirka pro uvědomění si, že hvězdná velikost určuje vlastně jen jasnost daného zdroje. Ani se nemusí jednat o zdroj světla, stačí, bude-li např. kosmická loď odrážet světlo od Slunce. Možná mohl autor u udávané hvězdné velikosti Měsíce zdůraznit, že tato je měřená za úplňku, aby si žáci uvědomili, že hvězdná velikost Měsíce se samozřejmě mění s měnící se jasností.

Nyní následuje důležité a autorem velmi zanedbané místo, totiž objasnění Pogsonovy rovnice. Navíc je toto odvození psáno petitem, tedy jej nejspíše autor nepovažuje za důležité. Škoda, podrobnější probrání by jistě mnoha žákům podstatněji vysvětlilo pojmy jako jasnost, absolutní a pozorovatelná hvězdná velikost a navíc by si znovu procvičili počítání s logaritmy a číselnými řadami. Autor si snad uvědomuje, že mnoho studentů takto psaný text vůbec nečte, pokud ho vůbec zaregistruje. Proto si myslím, že ani autor tuto rovnici nepovažuje za důležitou. Přitom je, jak jsem zjišťoval od několika učitelů a profesorů, dosti obtížná na vysvětlení a pochopení, pokud ji chce učitel žákům správně a srozumitelně vysvětlit. Doufám, že se v tomto případě nejedná o situaci, kdy autor předpokládá, že pokud je určitá látka obtížnější, tak se ji žáci nemusí učit. Vždyť k čemu užije běžný student Keplerovy zákony? Ve škole k tomu, aby dostal jedničku, v životě nejspíš již ne. Ale přesto je učíme, protože je to součást toho, co si žáci mají ze školy odnést. A co s těmito znalostmi žáci udělají, to záleží na nich. Ačkoli v době soutěží typu Chcete být milionářem se hodí vědět co nejvíce... Při odvozování Pogsonovy rovnice bych postupoval mnohem pomaleji a jednotlivé kroky ukazoval na jednoduchých příkladech. Viz způsob uvedený v kapitole III. Autor v textu psaném petitem píše:

„... A obdobně to platí i pro jasnost: naše vnímání hvězdných velikostí m není úměrné jasnosti j hvězd, ale logaritmu této jasnosti. Pro dvě hvězdy A a B tedy platí $m_A - m_B = -K \cdot (\log j_A - \log j_B)$.“

Toto vysvětlení není didakticky správné, běžný žák by z uvedené věty spíše vyvodil tento vztah:

$$m_A = -K \cdot \log j_A$$

Navíc není vůbec uvedeno, že hvězdná velikost je relativní pojem a k jejímu zavedení potřebujeme mít srovnávací hvězdu s nulovou hvězdnou velikostí.

S pojmem absolutní hvězdná velikost se žáci seznámí až v podkapitole paralaxa a vzdálenost, neboť k tomu je třeba znát jednotku vzdálenosti parsek.

Paralaxu považují za dobře definovanou, možná by mohlo následovat nějaké přiblížení malosti úhlů, pod kterými se hvězdy za rok pohnou (např. paralaxa $0,76''$ je stejná, jako kdybychom pohnuli zrnkem hrachu ve vzdálenosti 1 km o 7 mm). Stejně tak je správně zavedena jednotka parsek. Dále autor zmiňuje problém měření vzdáleností velmi vzdálených hvězd, kdy je měření paralaxy zatíženou značnou chybou a píše, že se vzdálenosti těchto hvězd zjišťují jinými, nepřímými metodami, avšak nehovoří alespoň ve stručnosti ani o jedné z těchto metod, což považují za chybu. Zvědavý student se jistě bude ptát svého učitele a ten mu odpoví. Ale co ostatní žáci, pro ně by to jistě bylo také zajímavé, vždyť učebnice se píše pro všechny žáky. Na druhou stranu právě nastínění dalších možností měření vzdáleností bez jejich popisu možná některé žáky donutí k tomu pátrat v populárně naučné literatuře.

V části věnované **absolutní hvězdné velikosti** se autor opět vyhýbá mnoha vysvětlováním vztahů např. mezi pozorovanou a absolutní hvězdnou velikostí odkazem na problémy. Jistě tato problematika záleží na každém učiteli, jestli ji považuje za důležitou a žákům vysvětlí sám, ale myslím, že nebude moc žáků, kteří při studování z učebnice si budou řešit problémy, na které je odkazováno, přestože uznávám, že takto nastudovaný problém, samostatně, žákům dá mnohem víc, než mnohdy strohý výklad učitele. Ale opět opakují, problém vidím v tom, že takových žáků nebude mnoho. Tato vysvětlování autor vyřešil zařazením dvou problémů, přičemž první problém vyžaduje jednoduché dosazení do odvozené rovnice spolu s nalezením údaje o hvězdné velikosti Slunce, který je však uveden v textu, a druhý problém je pouhá matematická úprava Pogsonovy rovnice, která nemá s pochopením dané problematiky nic společného. Vhodnější jsou příklady věnované absolutní hvězdné velikosti a jejímu vztahu s pozorovanou hvězdnou velikostí a jasností. Zde autor mohl uvést, že vzdálenost 10 pc, pomocí které se definuje absolutní hvězdná velikost je určena konvencí.

Motivací k výkladu o spektrech bych vyzdvihl ještě více než autor. Podrobněji bych se rozepsal o podrobnostech, co vše lze ze spektra získat, pokud se správně využije a snad i nastínil problematiku měření spekter.

Při výkladu o **spektu černého tělesa** bych doporučoval užívat pojmu *absolutně černé těleso*, neboť černé těleso je pro mnoho žáků např. i kousek uhlí. Napsat, že „*spojité znamená, že intenzita světla se s vlnovou délkou mění jen pomalu*“ mi připadá jako matematický hřích. Uznávám že je tato věta myšlena dobře a i matematicky je svým způsobem správná, říká vlastně, že nedochází k velkým změnám derivace funkce popisující závislost intenzity světla na vlnové délce – křivka neobsahuje žádné emisní či absorpční čáry. Přesto si myslím, že tato věta zařazena být neměla. Navrhoval bych uvést např.: „*Spojité znamená, že tvar křivky je hladký, derivace v každém bodě křivky je málo odlišná od derivace v okolních bodech*“. Dále se uvádí, že tvar tohoto spektra závisí na teplotě. Ano, závisí, připomínka Stefanova-Boltzmannova zákona v závorce by ovšem uvedena být měla i se vztahem $E = \sigma \cdot T^4$ kde E je celková energie integrovaná přes všechny vlnové délky, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ je konstanta úměrnosti mezi teplotou a energií. Dále citují: „*Když těleso zvyšuje svou teplotu, přesouvá se maximum intenzity ke kratším vlnovým délkám, od červené přes žlutou k modré. To je dobře známý jev: když teplota tělesa roste, převažující barva jeho záření se mění od červené k modré*“ To je správně, přesto jsem žádné těleso nelze zahrát do té míry, že by mělo modrou barvu. Hodilo by se spíše uvést modrobílou. Dále je uvedena věta: „*Kdybychom světlo z těchto nejnižších vrstev atmosféry rozložili spektrografem, dostali bychom spojité spektrum*“

podobné spektru černého tělesa“. Na tomto místě bych očekával odkaz na barevnou fotografii tohoto spektra skutečně naměřeného, aby žáci na vlastní oči viděli, že je tato skutečnost pravdivá a že toto spektrum není spojitě a proč není.

Dále je zmínka o **barvě** hvězdy. Cituji: „*Průběh tohoto spojitého spektra, a tím i barva hvězdy, tedy ukazuje, jaká je teplota v nejnižších vrstvách hvězdné atmosféry*“. Znovu bych zařadil alespoň do závorky připomenutí, že barva tělesa je určena vlnovou délkou světla s největší intenzitou a že tato vlnová délka závisí na teplotě podle Wienova posunovacího

zákona $\lambda_{\max} = \frac{2,897 \cdot 10^{-5}}{T}$ [m]. Opět bych uvítal fotografii např. Orionu, aby i žáci, kteří se

v zimě na oblohu příliš nedívají, neboť je jim třeba zima, viděli, jak moc se může lišit barvou červený hvězdný veleobr Betelgeuze a modrobílý Rigel. Fotografie Orionu bych vůbec doporučoval zařadit, myslím, že je nás víc, kteří považujeme toto souhvězdí za nejkrásnější. A každá příležitost, kdy můžeme žákům fyziku přiblížit a ukázat jim, proč se jí říká přírodní věda, by se měla využít. Už na tomto místě ovšem musím upozornit, že fotografie v této učebnici jsou velmi hezké.

Spektrální čáry – opět je odkazováno na již probrané učivo. Přesto bych zdůraznil, že k pohlcení některých vlnových délek může dojít také při putování světla vesmírem k našim detektorům. Žáci se dozvědí, že některé hvězdy mají rozsáhlé řídké obálky. Co si pod tímto pojmem představit je však otázkou. Má tuto obálku i Slunce? Z čeho se skládá? Jak daleko zasahuje? Tyto otázky jistě některé žáky napadnou. Jinak bych považoval pojmy jako je emisní a absorpční čára vysvětleny celkem uspokojivě – za předpokladu, že žáci již tyto pojmy probírali. Na uvedeném obrázku znázorňujícím absorpční spektrum chybí kvantitativní údaje na jednotlivých osách, křivka nezačíná od vlnové délky $\lambda = 0$ m ale dál.

Spektrální typ. Tato část z astrofyziky je nedostatečně probrána. Základní myšlenka, že totiž všechny hvězdy mají podobné chemické složení a rozdílnost ve spektrech je dána jejich teplotou, uvedena je. Ovšem rozdělení hvězd do různých spektrálních tříd je velmi zanedbané a pouze naznačené. Navíc chybí vysvětlení, že těchto tříd je 6 a každá se ještě dále se dělí a samozřejmě i jejich označení s alespoň částečnou charakteristikou každé zvlášť. To ovšem autora nijak neomezuje k tomu, aby o dvě stránky později v kapitole o H-R diagramu najednou popisoval jednotlivé spektrální typy od B0 po M0. Přitom částečný popis jednotlivých spektrálních typů s jejich základními charakteristikami by nezabral příliš místa. V [10] se srozumitelně píše:

“Spektrální typ hvězdy je dán výskytem či nepřítomností čar určitých prvků. Jdeme-li postupně spektrálními typy od M přes K, G, F, A, B do O, vidíme, jak se některé čáry objevují, dosahují maxima a později mizejí, zatím co jiné čáry se začínají teprve objevovat atd. Fysikální podmínky, jež určují vznik a intenzitu čar se tedy mění podél spektrální řady hvězd. Těmito podmínkami jsou – jak ukazují pokusy i teorie – teplota a také tlak plynu.”

Teplota. Autor správně žáky motivuje porovnáním teploty Slunce k různorodé teplotě v domě. Poté definuje dvě teploty: barevnou a efektivní. O jejich zavedení je více uvedeno v kapitole III.

Poloměr. To, že poloměr hvězdy je možné spočítat pomocí barevné teploty a zářivého výkonu je pravda. Autor sám v odstavci píše, že zářivý výkon můžeme určit z pozorované hvězdné velikosti, pokud známe vzdálenost hvězdy. Logicky uvažující žák tedy usoudí, že pokud neznáme vzdálenost hvězdy, tak nelze poloměr hvězdy vypočítat. Zmínka o tom, že existují další metody určování poloměrů hvězd, by byla na místě. Tyto metody jsou například následující dvě. Interferometrické měření (ve stručnosti – hvězdu rozdělíme pomyslně na levou a pravou stranu, tyto části považujeme za zdroje *koherentního* záření, které při vstupu do dvojštěrbiny vytváří interferenční obrazec a takto se stanoví přibližně poloměr dle vzorce: $\rho = 1,22 \cdot \lambda / d_0$ kde λ je vlnová délka dopadajícího záření a d_0 je minimální vzdálenost

štrbin, při kterých interferenční jev zmizí. Dále pomocí zákrytů hvězd Měsícem (zde se využívá faktu, že Měsíc se pohybuje konečnou rychlostí a tak hvězdu zakrývá postupně. Na okraji Měsíce ovšem vznikají ohybové jevy a také nepravidelnosti na měsíčním okraji zvětšují nejistotu výsledku). A také lze určit poloměr hvězd u zákrytových dvojhvězd proměřením závislosti intenzity záření na čase.

Hmotnost, doba rotace, rychlost pohybu. Autor správně uvádí, že hmotnost hvězdy lze určit pouze u dvojhvězd. Navíc mohlo být řečeno, že se k výpočtu užívá 3. Keplerova zákona. Ve skutečnosti platí, že hmotnosti lze určit u dvojhvězd ze znalosti doby oběhu, kterou zjistíme pozorováním, a vzdálenosti složek od hmotného středu soustavy, tu zjistíme ze znalosti úhlové vzdálenosti obou hvězd a paralaxy systému. U spektroskopických dvojhvězd je toto určení zatíženo neznalostí sklonu dráhy – lze určit pouze tzv. funkci hmoty a ne hmotnosti obou složek. Myslím ale, že nevádí, že toto v učebnici není uvedeno, neboť ta základní informace, že hmotnosti „osamocených“ hvězd nedovedeme určit, je uvedena.

U doby rotace autor opět základní informaci podává, totiž že lze někdy určit dobu rotace pomocí Dopplerova jevu. Ale jak? Stačí jedna věta, že se toto projeví rozšířením profilu čar ve spektru dané hvězdy. Navíc u neutronových hvězd je rotace úměrná periodě pulsů.

2.5.3.3 Vznik a vývoj hvězd

Pro astrofyziku důležitý H-R diagram, z kterého lze mnohé vyčíst, je zakreslen pouze schematicky, černobíle. Na ose x již zmiňované typy spekter, které nebyly vůbec probrány, dále slovní spojení vysoká teplota a nízká teplota. To vše na mě působí velmi zanedbaným dojmem. Tomuto diagramu měla být věnována celá stránka, v barevném provedení. Pokud toto není technicky realizovatelné, stačil by černobílý obrázek s odkazem na fotografie v příloze, mezi kterými by byl i barevný obrázek. Dále bych očekával vyobrazení HR diagramu sestaveného pro velké množství hvězd v okolí Slunce, na kterém je velmi výrazná hlavní posloupnost i větev obrů. Dále mi chybí také stručné vysvětlení toho, co vše lze z tohoto diagramu vyčíst. Proč například nazýváme některé hvězdy nadobry – z diagramu je vidět, že mají např. stejnou teplotu jako Slunce, přesto jejich absolutní hvězdná velikost je miliónkrát větší – to znamená, že sami musí být opravdu mnohem větší. Slunce na hlavní posloupnosti ani uvedeno není.

Úvodní pasáž v podkapitole Vznik a vývoj hvězd informuje o mechanismech vzniku hvězd s upozorněním na závislost na teplotě považují za dostatečně přesnou a výstižnou. Následně jsou probírány jednotlivé typy hvězd. V části věnované červeným obrům je nesprávně uvedeno, že až Slunce zvětší svůj poloměr asi 1000krát, bude sahat až k dráze Venuše. Ve skutečnosti bude sahat někde do pásu asteroidů mezi Marsem a Jupiterem.

Celkově je ovšem problematika vzniku a vývoje hvězd popsána dostatečně přesně a zajímavě bez větších chyb ve výkladu. Opět chybí schematický obrázek vývoje hvězd, na kterém by žáci lépe viděli závislost vývoje hvězdy na její hmotnosti a její konečná stádia.

2.5.3.4 Naše Galaxie

V této podkapitole se žáci dozví, jaký tvar má naše Galaxie, z jakých objektů se skládá a jaké má rozměry. Již na tomto místě v úvodu by měl být odkaz na pozdější obrázek Galaxie, neboť už na tomto místě se uvádí, že „*Slunce je vzdáleno přibližně 8500 pc od středu Galaxie...*“. Bez uvedení rozměrů Galaxie je tato informace téměř bezcenná. Problematika detekce spirálních ramen pomocí rádiových vln je vysvětlena srozumitelně. V části o kosmickém záření je uvedeno, že není dosud spolehlivě vysvětleno, jak vznikají kosmické

částice s obrovskou energií. Možná mohlo být uvedeno alespoň část teoreticky možných scénářů vzniku těchto částic.

Není mi jasný význam informace: „*Víme však, že tam (v galaktickém jádru) z oblasti několika krychlových parseků vychází zářivý výkon přibližně desetmilionkrát větší než výkon Slunce.*“ Jednoduchým výpočtem zjistíme, že několik krychlových parseků je objem řádově $10^{49} m^3$, kdežto objem Slunce je asi $1,4 \cdot 10^{27} m^3$. Tedy tento výkon je velký nebo malý? Výpočtem zjišťujeme, že Slunce je vlastně výkonnějším zdrojem. Autor nejspíše předpokládal, že si žáci uvědomí, že tento údaj znamená, že rozložení hmoty je jiné než ve spirálních ramenech – hustota je zde větší.

Dále je uvedeno, že se ve středu galaktického jádra nachází *poměrně malý (menší než 1 pc) zdroj rádiových vln. A jeho hmotnost můžeme odhadnout na 5 milionů hmotností Slunce.* Výpočtem zjistíme, že pokud vezmeme tyto dva údaje a vypočítáme objem a hmotnost tohoto zdroje, dostaneme hodnotu hustoty jako $\rho = 9 \cdot 10^{-14} kg \cdot m^{-3}$. Je vidět, že v tomto případě by se o černou díru nejednalo...

Další nelogickou větou je dle mého názoru popis kulových hvězdokup, kdy se v závorce uvádí: „*Uvědomme si rozdíl mezi hvězdokupou a Galaxií: obojí je sice seskupení hvězd držené pohromadě gravitací, avšak průměr Galaxie je asi 1000krát větší než průměr typické kulové hvězdokupy a počet hvězd v Galaxii je asi milionkrát větší než v hvězdokupě.*“ Především na tomto místě v učebnici chybí údaje o počtu hvězd v Galaxii, stejně tak jako rozměry hvězdokup. Proto nesouhlasím s uvedením slova *Uvědomme*, neboť žáci si sice mohou uvědomit, že hvězd je milionkrát více v Galaxii než ve hvězdokupě, ale to by museli nalistovat stranu 11, kde je uveden přibližný počet hvězd v Galaxii. Navíc průměrné rozměry hvězdokup v celé učebnici ani uvedené nejsou, žáci si je mohou až na základě této věty vypočítat.

2.5.3.5 Jiné galaxie

Hned v úvodu je odlišena Galaxie a galaxie s odkazem na motivující obrázky v barevné příloze, které jsou velmi povedené. Srozumitelně je vysvětleno zjišťování vzdáleností galaxií pomocí měření period pulsů cefeid, které bude pochopitelné všem žákům. Při výkladu o kupách a nadkupách galaxií by byl vhodný obrázek, na kterém jsou zakresleny tyto jednotlivé gravitačně vázané systémy, na kterých je vidět, jak se vesmír skládá z jednotlivých „bublin“ plných galaxií. Při výkladu o homogenitě vesmíru co se týče galaxií bych uvedl žákům jako příklad plyn, ve kterém také pokud se podíváme na určitý velmi malý výsek objemu, uvidíme u sebe někdy několik molekul plynu, jindy prázdné místo. Ovšem pokud se podíváme na větší část objemu, množství atomů v něm bude ve všech místech s velkou přesností stejné.

Při výkladu Hubbleova zákona je uvedeno: „*Povšiml si (Hubble), že čím jsou galaxie vzdálenější, tím rychleji se od nás vzdalují.*“ Metodicky vhodnější by bylo nejprve uvést, že všechny galaxie se od nás vzdalují, neboť toto z uvedené věty neplyne!

Velmi zajímavá část o kvasarech, které svými charakteristikami zaujmou mnoho žáků je probrána dostatečně motivačně na úrovni, stejně tak fakticky správně a srozumitelně. Na obrázku 3-11 se autor snaží vysvětlit pojem gravitační čočka, který vypadá na první pohled logicky správně objasněný, ovšem pokud si žáci uvědomí, že se jedná o prostorový problém, očekávali by nejspíše kolem galaxie jakýsi prstenec namísto dvou obrazů kvasaru. Navíc nemyslím, že fakt ohybu světla z kvasarů gravitačním působením galaxií přispívá k důkazu, že tyto objekty jsou od nás velmi daleko. Z uvedeného obrázku naopak lze učinit závěr, že stačí dvojnásobná vzdálenost kvasaru od Země než je vzdálenost určité galaxie.

2.5.3.6 Kosmologie

Na tomto místě se mnoho žáků poprvé dozví, že Newtonův gravitační zákon neplatí univerzálně, ale že je nutno užít obecnou teorii relativity. Historie názorů na rozpínání vesmíru je zajímavá, autor ji zmínil pouze velmi stručně, což považuji jako újmu této části učebnice. Objasnění faktu vzdalování všech galaxií od nás je názorně vysvětleno na obrázku pomocí známe analogie z dvourozměrného prostoru – totiž nafukování balónku. Pouze mi chybí upozornění, že v našem prostoru je tento „balónek“ trojrozměrný a abychom toto vzdalování jednotlivých bodů – galaxií mohli pozorovat, museli bychom se přenést do čtvrtého rozměru. Toto je sice nemožné, ale teoretickým fyzikům fakt nemožnosti praktického pozorování nijak nevádí, neboť mají k dispozici mocný nástroj - matematiku.

Dále se autor zmiňuje o velkém třesku, který z celé učebnice nejspíše dokáže přimět k diskusi žáky ve třídě. Většina práce připadá na učitele, aby dostatečně přesně odpověděl na případné dotazy. V tomto okamžiku mu tato učebnice stačit nebude. Ohledně budoucnosti vesmíru vidí autor dvě možnosti – vesmír se bude buď rozpínat do nekonečna, nebo se smrští. Teoretickou možnost tzv. plochého vesmíru učebnice ani nezmiňuje.

2.5.4 Dodatky

2.5.4.1 Život ve vesmíru

Považuji za správné, že se autor tomuto tématu věnuje. Patřím totiž k těm, kteří velmi pevně věří na život mimo naši sluneční soustavu. Problém spatřuji v tom, že jsme při diskusi o mimozemském životě příliš ovlivněni naší dosavadní zkušeností, jak dosvědčuje sám autor, když hned v úvodu uvádí, že předpokládáme život založený na sloučeninách uhlíku. Jiné možnosti sice nevylučuje, byla by to velká chyba, ale považuje je za málo pravděpodobné.

Následuje zajímavé a logicky správné vysvětlení nutných podmínek pro život jaký známe. Autor zmiňuje snahu o nalezení rádiových signálů jiných civilizací. Jako příklad mohl uvést projekt SETI, ve kterém se lidé na celém světě, kteří vlastní počítač s připojením na Internet, mohou tohoto vyhledávání zúčastnit. Jejich počítače jsou užívány k vyhledávání jistých nešumových signálů v datovém souboru získaném z detektorů kosmického záření.

V odstavci nazvaném Věda jako hledání pravdy se autor zamýšlí nad rozdílem pojetí pravdy ve vědě a v běžném lidském životě. Protože je tato problematika uvedena až v dodatku, považuji ji za zcela na místě. Pouze poslední věta: „*Existuje proto dobře zavedený průmysl, který zkazky o „záhadných skutečnostech“ vyrábí a dává do oběhu, aniž by samozřejmě musel cokoli dokazovat.*“ Ačkoli s tímto názorem souhlasím, nevím zda je správné uvádět takovéto závěry bez patřičných důkazů.

2.5.4.2 Kalendář

Žáci se ve stručnosti seznámí s problémy při zavádění kalendáře, s jejich různými typy a historickým vývojem. Místo pro tuto čistě astronomickou problematiku spatřuji v učebnici astrofyziky skutečně pouze v dodatku.

2.5.4.3 Jak lidé poznávali vesmír

Následuje přehled lidského poznávání vesmíru od starověku až do dneška. Tato kapitola potřebuje důkladný pomocný výklad učitele, pokud má žákům být k užitku. Dle mého názoru si mnoho žáků neuvědomuje, že pokud je uvedeno, že jistý muž *tvrdil*: „*Země je kulatá*“, pak to byl pouze jeho názor a s vědou neměl mnoho společného, dokud nebyl podán nějaký přímý důkaz (postupné mizení plachty lodě za obzorem za důkaz nepovažují, může se jednat o jisté „údolí“ v moři). O Ptolemaiovi se autor zmiňuje s větším respektem než o Hipparchosovi, přestože zrovna to, co převzal od Hipparchosa je v pořádku a jeho vlastní práce – asi 10% je nesprávná. Chybí údaj, že první katalog hvězd sestavil právě Hipparchos. Právě naopak se zdá, že jej sestavil Ptolemaios.

2.5.4.4 Astronomická pozorování

Na závěr autor žáky motivuje k vlastnímu pozorování vesmírných objektů. Tuto část považují za vhodné zakončení celé učebnice.

3. Výklad pojmů a zákonitostí

Obsahem této kapitoly bude podrobnější rozbor zavádění a výklad různých astronomických pojmů resp. zákonitostí v analyzované učebnici. K tomuto účelu jsem si vybral několik důležitých pojmů a zákonitostí. Jedná se o následující:

- hvězda
- hvězdné velikosti
- teplota hvězd
- astronomická jednotka
- dvojhvězda
- H-R diagram
- meteoroidy, meteory, meteority

Nejdříve ale uvedu pro zajímavost jeden test.

3.1 Test pojmů

V roce 1992 Štefl ([11]) uspořádal mezi účastníky konference anketu, při které měli účastníci – 8 středoškolských a 11 vysokoškolských učitelů vyplnit dotazník, který zjišťoval důležitost pojmů užívaných v astronomii.

Účastníci dostali dotazník s celkem 148 pojmy a měli dle svého uvážení jednotlivé pojmy následně obodovat:

- základní pojem..... 1 bod
- důležitý pojem..... 2 body
- nepodstatný pojem.... 3 body

Po vyhodnocení bylo vybráno 96 pojmů, které měly v průměru méně jak 1,7 bodů za základní, 35 pojmů s průměrem (1,7..2,1) bylo považováno za důležité a zbylých 17 pojmů bylo označeno za nepodstatné.

Rozhodl jsem se, že by mohlo být zajímavé zjistit, jak je na tom recenzovaná učebnice právě ve vztahu na tuto anketu. Kolik pojmů, v anketě považovaných za základní, se objevuje v učebnici a kolik důležitých.

Seznam základních, důležitých a nepodstatných pojmů je uveden v dodatku 1.

Výsledky jsou takovéto:

	Základní pojem	Důležitý pojem
Kolik % obsahuje učebnice	67 %	56 %

Přitom je ovšem nutné přihlédnout k tomu, že pojmy jsou z oblasti astronomie, kdežto učebnice pojednává o astrofyzice, tedy v ní chybí pojmy jako např. dalekohled, souřadnice atd. Skutečně, při podrobnějším prozkoumání, které pojmy v učebnici ze základních chybí, nezjistil jsem mnoho pro astrofyziku důležitých pojmů. Celkově lze tedy říci, že z tohoto „testu pojmů“ vyšla učebnice úspěšně.

3.2 Hvězda

Tento základní pojem se v učebnici nikde precizně nedefinuje. Je otázkou, zda je to vůbec potřeba či stačí intuitivní zavedení, kdy se postupně v žácích formuje představa o tom, co je to hvězda.

Hned v druhé kapitole o sluneční soustavě se píše: „*Slunce je jednou z přibližně 100 miliard hvězd v naší Galaxii. Mezi ostatními hvězdami nevyniká žádnou zvláštní vlastností, pro nás je ovšem výjimečné tím, že jsme mu mnohem blíže než jiným hvězdám.*“

Autor tak předpokládá, že žáci již určitou představu mají, užívá i pojem Galaxie, zatím nezavedený. Zatím by mnoho žáků nejspíše získalo představu, že oněch 100 miliard hvězd je stejného typu jako Slunce. Což není pravda. Navrhoval bych uvést např.: „*Slunce je jedno z nejdůležitějších kosmických těles z hlediska pozemského života. Jedná se o průměrnou hvězdu z hlediska jejich charakteristik, jako je hmotnost, poloměr či jasnost. Ostatní hvězdy se liší svými hmotnostmi, poloměry a dalšími charakteristikami.*“

V kapitole o Slunci se píše: „*Slunce je hvězda – obrovská koule, v jejímž nitru probíhají termonukleární reakce*“ Jak již bylo uvedeno, vhodnější než pojem *obrovská* by bylo uvést její průměr, který sám o sobě mnoho neřekne, a poté tabulku či obrázek pro představu, jak se svými rozměry jednotlivé hvězdy mohou lišit. Stejně tak v každé hvězdě neprobíhají termonukleární reakce – ty probíhají v nitrech hvězd nacházejících se na hlavní posloupnosti. Proto bych považoval za vhodné doslova uvést, že termonukleární reakce probíhají v Slunci a ne ve hvězdě obecně.

Navrhoval bych uvést:

„*Slunce je jedním z typů hvězd. Jedná se o hvězdu tzv. hlavní posloupnosti (viz kapitola 3.3). V jejím nitru probíhají termonukleární reakce jež zapříčiňují vyzařování energie do prostoru a umožňují tak život na Zemi.*“

V hlavní kapitole o hvězdách - Hvězdy a galaxie se pojem *hvězda* nezpřesňuje, ale hned se definují spektroskopické a zákrytové dvojhvězdy, proměnné hvězdy či novy. Rozdíly mezi jednotlivými typy hvězd lze ukázat v H-R diagramu. Ten je ovšem v učebnici velmi nevhodně popsán a vysvětlen. Na žáky možná působí spíše jako jeden z dalších nedůležitých obrázků. Více představy získají studenti po přečtení kapitole o vývoji hvězd. Zde již rozdělení uvedeno je a to uspokojující.

Celkově lze říci, že pojem *hvězda* je zaveden dostatečně, na gymnáziu by však bylo možné tuto problematiku probrat podrobněji a přesněji.

Mnou navrhované zavedení pojmu *hvězda*:

V předchozích kapitolách jsme se dozvěděli o různých typech vesmírných těles. Na hvězdné obloze vidíme v největší míře hvězdy. Nám nejbližší hvězda je Slunce, které je jedním z mnoha typů hvězd. Jedná se o hvězdu tzv. hlavní posloupnosti (viz kapitola 3.3). V jejím nitru probíhají termonukleární reakce jež zapříčiňují vyzařování energie do prostoru a umožňují tak život na Zemi.

Pokud bychom spektrografy získávali spektra z různých, náhodně vybraných hvězd, zjistili bychom, že existují skupiny hvězd, v jejichž spektrech jsou některé spektrální čáry intenzivnější než ostatní. Toho si všimli i astrofyzici a podle těchto spekter rozdělili všechny hvězdy do tzv. spektrálních typů. Princip klasifikace se opírá o přítomnost (nebo nepřítomnost) důležitých čar ve hvězdném spektru a o jejich intenzitu. Jedná se hlavně o čáry vodíku, vápníku a čáry kovů. Zjistilo se, že chemické složení většiny hvězd je podobné. Rozdíly v jejich spektrech jsou zapříčiněny rozdílnou teplotou hvězdných atmosfér.

V současné době jsou hvězdy rozděleny do 13 tříd z nichž každá je označena jedním z písmen velké abecedy, nejdůležitějších je 8:

O, B, A, F, G, K, M, L

Posloupnost těchto tříd vyjadřuje klesající teplotu od písmene O k písmenu L. Každá spektrální třída je opět rozdělena na 10 podtříd, které jsou označeny číslicí 0, 1, 2, ..., 9, které se klade za velké písmeno označující třídu. Máme tedy např. typy B2, B8, A0, M7 atd.

3.3 Hvězdné velikosti

Problematiku hvězdných velikostí bych vysvětlil například takto:

Zářivý výkon – celková energie, kterou hvězda vyzaří za sekundu. U vzdálených hvězd je obtížně měřitelná, neboť dochází k částečnému pohlcení (absorpci) toku záření v prostoru. Značí se L . Protože zjišťujeme celkovou energii vyzařovanou v oblasti všech vlnových délek, přesnější pojem je *bolometrický zářivý výkon*. Jako příklad „jiného“ zářivého výkonu můžeme uvést např. vizuální zářivý výkon, který říká, kolik energie vyzaří hvězda za sekundu v oblasti viditelného záření.

Zářivý výkon Slunce - $L_{\odot} = 3,86 \cdot 10^{26} \text{ W}$.

Jasnost – mějme 2 hvězdy o stejném vizuálním zářivém výkonu. Pokud se bude jedna hvězda nacházet blíže a druhá o 1 000 000 000 000 000 km dále, pak je tato hvězda v nevýhodě, na obloze se bude jevit jako méně jasná. Hvězdy o stejném L různě daleko se jeví jinak jasně. A právě o jasnost, tedy o veličinu, kterou vnímá náš zrak či přístroje, se budeme nyní zajímat. Umožní nám totiž porovnávat „viditelnost“ jednotlivých hvězd.

Jasností světelného zdroje rozumíme hustotu světelného toku způsobeného daným zdrojem v místě pozorování. Nepřesnosti se dopouštíme tím, že v běžném hovoru slovo jasnost myslíme ve vztahu k lidskému oku. Pokud budeme předpokládat jasnost jako veličinu, která v sobě zahrnuje celé spektrum vlnových délek, nebudeme užívat pojem bolometrická jasnost, který je správný avšak zavádějící. Místo něj uijeme pojem hustota zářivého toku. Uvědomme si rozdíl mezi hustotou světelného a zářivého toku: v prvním případě uvažujeme vlnové délky z viditelné oblasti spektra, v druhém z celého spektra. Navíc předpokládáme, že nedochází k absorpci některých vlnových délek v mezihvězdném prostoru. Je tu ovšem jedna komplikace.

Ve 2. st.n.l. starověký astronom Hipparchos (190-125) sestavil první katalog hvězd a v něm každé pozorované hvězdě přiřadil *hvězdnou velikost*. Obvyklou značkou hvězdné velikosti je m a její jednotkou je *magnituda*. Řekneme tedy např., že hvězda má hvězdnou velikost $m = 6$ magnitud, $m = 6 \text{ mag}$. Nejedná se samozřejmě o rozměr hvězdy, ale vypovídá o tom, jak moc je hvězda na obloze jasná. Zde nám však Hipparchos zavedl jisté úskalí. Jednotlivé hvězdy měly hvězdné velikosti od $m = 1$ do 6. To ještě není ten problém, ale hvězdy, které měly největší jasnost, neoznačil největším číslem, ale naopak. Nejjasnější hvězdy byly hvězdy první velikosti, nejslabší pak šesté velikosti. Na druhou stranu je takovéto rozdělení celkem přirozené, viz umístění na stupních vítězů v soutěžích. Slunci a Měsíci či dokonce např. svíče hvězdnou velikost nepřiražoval.

Příklady hvězdných velikostí vybraných objektů:

<i>objekt</i>	<i>Vizuální hvězdná velikost (mag)</i>
Slunce	-26,8
Měsíc v úplňku	-12,0
Sírius	-1,6
Vega	0
nejslabší hvězdy viditelné pouhým okem	6
nejslabší hvězdy viditelné třídrem	9 až 10
nejslabší zjistitelné objekty	23 až 24

Poté došlo k rozvoji fyzika a astrofyziky, která se do problému hvězdných velikostí vložila. Fyzika je exaktní věda a snaží se vše vyjadřovat přesně, ne pouze od oka. Proto se zavádí pojem *hustota zářivého toku*. Ta udává, kolik zářivé energie hvězdy projde za 1s plochou o obsahu $1m^2$, jednotkou je tedy $W.m^{-2}$.

Pokud tedy máme hvězdu o zářivém výkonu L a nacházíme se ve vzdálenosti r od ní, veškerý zářivý výkon prochází kulovou sférou o poloměru r . Protože celková plocha této sféry činí $S = 4\pi.r^2$, jedním m^2 za 1s projde energie (což je hustota zářivého toku):

$$\Phi = \frac{L}{4\pi.r^2}$$

Ze vzorce lze vyčíst, že hustota zářivého toku hvězdy se se vzrůstající vzdáleností zmenšuje, ubývá s druhou mocninou vzdálenosti. Pozorovatel měřící jasnost hvězdy tedy měří množství energie přicházející z hvězdy za 1s plochou $1m^2$ a nezáleží mu na tom, zda toto záření přišlo z obrovské vzdálenosti a jeho intenzita je tedy menší či nikoliv.

Obdobným vztahem lze zjistit hustotu světelného toku, pokud pro výpočet užijeme vizuální zářivý výkon.

Fyzikové však chtěli zachovat již zažitě značení pomocí magnitud. A také je tento způsob výhodnější, neboť lidské oko reaguje na podněty logaritmicky, tzn. že zvýšení jasnosti 1000krát pociťuje pouze 3krát. Podobně reaguje také ucho, toto se nazývá Fechnerův-Weberův psychofyzický zákon, který říká: probíhá-li změna popudů geometrickou řadou, probíhá změna pocitů řadou aritmetickou. Mezi počítkem a vjemem je logaritmický vztah. A navíc je pohodlnější určovat jasnosti pomocí malých, celých čísel, než pomocí čísel od 0,00001 do 10000000000.

Nyní jde tedy o to, jak sloučit hvězdné velikosti (zavedené Hipparchosem) a hustoty zářivých toků hvězd (zavedené moderní fyzikou), které udávají totéž, jen první pomocí oka a druhá pomocí detektorů.

Při proměřování hvězd z Hipparchosova katalogu se ukázalo, že jasnost hvězdy 1.velikosti je shodou okolností asi 100krát větší než jasnost hvězdy 6.velikosti. Toho využijeme. Zapišeme si do tabulky již zmiňovaný Fechnerův-Weberův psychofyzický zákon. Hvězdná velikost souvisí s pocití – změna probíhá aritmetickou řadou, proto jasnost, která souvisí s popudem, probíhá geometrickou řadou s neznámým koeficientem k :

Magnituda	Jasnost
6	j
5	$k \cdot j$
4	$k \cdot k \cdot j$
3	$k \cdot k \cdot k \cdot j$
2	$k \cdot k \cdot k \cdot k \cdot j$
1	$k \cdot k \cdot k \cdot k \cdot k \cdot j$

Nyní tuto tabulku vyjádříme matematicky s tím, že odvodíme i výpočet hvězdných velikostí s hodnotami, které nenabývají přirozených čísel.

Jedná se vlastně o geometrickou řadu s koeficientem k , který neznáme.

Víme ale, že:

Hvězdná velikost 6 mag jasnost j

Hvězdná velikost 1 mag jasnost $100 \cdot j$

A také (z tabulky) hvězdná velikost 1 mag jasnost $k^5 \cdot j$

$$\text{Tedy } k = \sqrt[5]{100} \doteq 2,51189.$$

Všimneme si vztahů v jednotlivých řádcích:

Magnitudy:

$$5 \text{ a } 2 \quad j_B = k^3 \cdot j_A$$

$$5 \text{ a } 1 \quad j_B = k^4 \cdot j_A$$

$$6 \text{ a } 3 \quad j_B = k^3 \cdot j_A$$

obecně:

$$m_A \text{ a } m_B \quad j_B = k^{m_A - m_B} \cdot j_A$$

A právě poslední rovnice udává vztah mezi hvězdnými velikostmi a jasnostmi hvězd a umožňuje mezi těmito veličinami přecházet. Zapisuje se v jiném, analogickém vztahu.

Totíž:

$$\frac{j_B}{j_A} = k^{m_A - m_B} \quad \text{po zlogaritmování}$$

$$\log \frac{j_B}{j_A} = (m_A - m_B) \cdot \log k, \text{ což upravíme, } k \doteq 2,51189, \log k = 0,4$$

$$m_A - m_B = 2,5 \cdot (\log j_B - \log j_A) \quad \text{nebo}$$

$$\boxed{m_A - m_B = -2,5 \cdot (\log j_A - \log j_B)} \quad \text{- Pogsonova rovnice}$$

Pozor! V textu se dvakrát objevuje číslo 2,5. Ovšem poprvé je zda jako $\sqrt[3]{100} = 2,51189$ a podruhé jako $\frac{1}{\log(2,51189)} = \frac{1}{0,4(\text{přesně})} = 2,5(\text{přesně})$.

To je samozřejmě pouhá náhoda a je nutné si uvědomit, jak se na které číslo v průběhu odvozování přišlo.

3.4 Teplota hvězd

Definování teploty není v učebnici věnováno příliš místa. Ovšem na druhou stranu je potěšující, že se zde vůbec objevuje a to dokonce s přihlédnutím k faktu, že je možné definovat teplot více. A zavedeny jsou dvě, barevná a efektivní teplota.

Barevnou teplotu autor definuje podle barvy hvězdy takto: „*řekneme, že hvězda má stejnou teplotu jako černé těleso, které vysílá záření stejné barvy (jakou má hvězda)*“. Na tomto místě je otázkou, do jaké míry být přesný. Pokud autor slovním spojením *záření stejné barvy* rozumí dvě spektra se stejnou vlnovou délkou o maximální intenzitě, pak je tato definice v pořádku. Jinak by se totiž mohl vyskytnout dotaz ve smyslu, že absolutně černé těleso vyzařuje spojité spektrum záření, tedy všechny vlnové délky. Tedy každé AČT, bez ohledu na jeho teplotu, by vysílalo záření stejné barvy, jakou má hvězda.

Efektivní teplotu definuje učebnice jako teplotu, kterou by mělo stejně velké AČT, kdyby mělo stejný zářivý výkon. Odborná literatura, např. [12], ovšem stejnou velikost AČT nevyžaduje.

Celkově se mi zdá pojem teplota hvězdy zaveden nedbale. Chybí mi uvedení faktu, že zjišťovat jednotlivé teploty není vůbec jednoduché. Na závěr je uvedena věta, že efektivní teplota bývá blízká barevné, ale úplně stejná být nemusí. Asi by mělo být uvedeno, že pro AČT jsou tyto teploty naprosto stejné. Rozdíl u hvězd je tím větší, čím více se liší mechanismus záření hvězdy od AČT. Naprosto zde také chybí jakékoli kvantitativní informace o těchto teplotách. Jediná konkrétní hodnota co se týče teploty, kterou je možné v učebnici najít, je uvedena v kapitole o Slunci, kde se píše, že „*Teplota ve středu Slunce...je přibližně 15 milionů K, teplota povrchu Slunce je asi 5000K*“. Žáci se tedy vůbec nedozví, jaké jsou teploty u jiných druhů hvězd, a to ani později. Při probírání jednotlivých fází vývoje hvězd, se autor omezil na konstatování typu poměrně vysoká teplota. A dokonce i v části, která se věnuje H-R diagramu, jsou na „ose x“ uvedeny pojmy „vysoká teplota“ a „nízká teplota“. Kdysi jsem vystrašil svoje rodiče, když jsem měl vysokou teplotu - $39,8^{\circ}\text{C}$ a naopak o zimních prázdninách jsem zažil nízkou teplotu - -20°C .

Mnou navrhované zavedení barevné teploty :

Mějme danu hvězdu. Spektrografem zjistíme vlnovou délku, která odpovídá maximální intenzitě ve spektru této hvězdy. Nyní vezmeme AČT. Toto těleso zahříváme. Po každém zvýšení teploty např. o 1°C proměříme spektrum AČT a najdeme vlnovou délku, která odpovídá maximální intenzitě. V okamžiku, kdy zjistíme, že se tato vlnová délka shoduje s příslušnou vlnovou délkou hvězdy, víme, že hvězda má stejnou teplotu, jako AČT. Tuto teplotu nazveme barevná teplota.

3.5 Astronomická jednotka, parsek, paralaxa

Zavedení astronomické jednotky - jde o základní a jednoduchý pojem a v učebnici je správně uveden jako délka hlavní poloosy zemské dráhy, jež je elipsou. Dále je také uvedeno, že tato veličina se užívá zejména k vyjadřování vzdáleností ve sluneční soustavě. Pro určování vzdáleností ve vesmíru se totiž užívá jednotka parsek. Ta je zavedena v souvislosti s pojmem paralaxa. Ovšem při vysvětlování pojmu parsek se autor odkazuje na problém, ve kterém žáci zjistí, že platí věta uvedená v textu: „Pro tak malé paralaxy platí: kolikrát je hvězda dál, tolikrát je její paralaxa menší.“ Na tomto místě se možná žáci poprvé setkají s nahrazením výrazu $\sin \alpha$ přímo úhlem α a u některých může při hloubavějším zamyšlení vyvstat mnoho otázek, které ovšem musí směřovat k učitelům.

Jak by přesné vysvětlení pojmu parsek mohlo vypadat ukazuje následující text:

Mějme hvězdu, jejíž paralaxa je α . Tato hvězda necht' se nachází ve vzdálenosti r . Pak platí:

$\sin \alpha = \frac{1AU}{r}$ z toho $r = \frac{1AU}{\sin \alpha}$. Poněvadž paralaxa hvězd je vždy menší než $1''$, můžeme

nahradit výraz $\sin \alpha$ přímo úhlem α . (přesnější odvození tohoto kroku přesahuje možnosti středoškolské matematiky, ve stručnosti lze říci, že pro malé úhly platí:

$\sin \alpha = \alpha + \frac{\alpha^3}{3!} + \frac{\alpha^5}{5!} + \dots$ přičemž další členy ve výrazu lze pro svou malost zanedbat).

Nyní je důležité uvědomit si fakt, že úhel α je nutné zadávat v radiánech, kdežto v astronomii se používá pro vyjadřování paralax hvězd jako jednotka úhlová vteřina. Platí:

$$1 \text{ rad} \doteq 206265'' , \text{ tedy}$$

$$1'' \doteq \frac{1 \text{ rad}}{206265}$$

potom místo úhlu α zadávaného v radiánech můžeme tento úhel zadávat v úhlových vteřinách jako:

$$\alpha'' \doteq \frac{\alpha \text{ rad}}{206265}$$

Poté bude tedy výpočet vzdálenosti hvězdy r mít tento tvar:

$$r = \frac{1 AU}{\alpha(\text{rad})} = \frac{1 AU}{\frac{\alpha''}{206265}} = \frac{206265 AU}{\alpha''}$$

Uvědomme si, že i po rozměrové stránce je tento vztah v pořádku, neboť úhel dosazujeme vlastně vždy v jednotkách rad , pouze u výsledného vztahu je číselně tento úhel roven úhlu v úhlových vteřinách. Korekce je provedena právě vynásobením odvozeným číslem v čitateli zlomku.

Takto bychom dostávali vzdálenost hvězd v astronomických jednotkách. Z uvedeného vzorce je vidět, že pro běžné hvězdy, jejichž paralaxy jsou blízké nule (řádově $10^{-3} - 10^{-1}''$), by vycházely číselné hodnoty vzdáleností v astronomických jednotkách příliš velké. Proto se *definiuje* jednotka parsek takto:

$$1 \text{ pc} \doteq 206265 AU \text{ (parsek značíme } pc \text{)}$$

Díky této definici, se uvedený vzorec velmi zjednoduší, platí pak totiž:

$$r = \frac{1}{\alpha}$$

Je důležité nezapomenout, že úhel je v tomto vztahu nutno zadávat v jednotkách úhlových vteřin a výsledek, totiž vzdálenost hvězdy, bude mít jako jednotku vzdálenosti právě parsek.

Jako příklad uvedeme několik hvězd s jejich paralaxami a vzdálenostmi jak v parsecích, tak v AU a km:

Hvězda	Paralaxa ($''$)	Vzdálenost (mil. km)	Vzdálenost (AU)	Vzdálenost (pc)
Proxima Centauri	0,763	40453785	270413	1,311
Sírius	0,376	82080284	548665	2,660
Vega	0,140	220413310	1473351	7,143
Polárka	0,008	38564355500	257783125	125,000

Nyní je teprve vidět hlavní důvod zavedení této jednotky – čísla, s nimiž pracujeme jsou pro nás přijatelnější. Ovšem je nutné upozornit na to, že ve vesmíru jsou objekty i ve vzdálenostech řádově $10^3 - 10^6 pc$

3.6 Dvojhvězdy

Uvedeny jsou dvojhvězdy zákrytové a spektroskopické. Autor mohl dvojhvězdy viditelné dalekohledem zavést jako vizuální dvojhvězdy, což neučinil. Zařadil bych poznámku, že zákrytová dvojhvězda je také spektroskopická, pouze s tím rozdílem, že spojnice hvězda-pozorovatel leží v blízkosti oběžné roviny systému (dvojhvězdu vidíme „z boku“). Tedy i v tomto případě pozorujeme periodický posuv spektrálních čar.

Na tomto místě by se hodilo uvést, že lze vypočítat hmotnost dvojhvězdy následujícím způsobem:

Nejprve pozorováním zjistíme periodu oběhu T a součet vzdáleností složek od hmotného středu soustavy $r_1 + r_2$ z úhlové vzdálenosti obou složek a známé vzdálenosti systému (je nutné vzít v úvahu zkrácení $r_1 + r_2$ v případě, že rovina dráhy není kolmá na směr zorného paprsku).

Dále platí:

Pro hvězdu o hmotnosti M_1 :

$$F_{\text{odstředivá}} = F_{\text{gravitační}}$$

$$\frac{M_1 v_1^2}{r_1} = \kappa \frac{M_1 M_2}{(r_1 + r_2)^2}$$

G. grav. konst.

Úhlové rychlosti obou složek jsou stejné:

$$v_1 = \omega r_1$$

$$\frac{M_1 \omega^2 r_1^2}{\kappa} = \kappa \frac{M_1 M_2}{(r_1 + r_2)^2}$$

$$(r_1 + r_2)^2 = \frac{M_2 \kappa}{r_1 \omega^2}$$

Analogicky pro hvězdu o hmotnosti M_2 :

$$(r_1 + r_2)^2 = \frac{M_1 \kappa}{r_2 \omega^2}$$

Pak tedy platí:

$$\frac{M_2 \kappa}{r_1 \omega^2} = \frac{M_1 \kappa}{r_2 \omega^2}$$

$$\boxed{\frac{M_1}{M_2} = \frac{r_2}{r_1}}$$

Z Keplerova zákona platí:

$$T^2 = \frac{4\pi^2 (r_1 + r_2)^3}{\kappa (M_1 + M_2)}$$

Tedy:

$$M_1 + M_2 = \frac{4\pi^2 (r_1 + r_2)^3}{\kappa T^2}$$

Hmotnost celé soustavy lze tedy určit, pokud známe i poměr $r_2 : r_1$, určíme poměr $M_1 : M_2$. Ovšem určení jednotlivých hmotností hvězd je ztíženo neznalostí sklonu dráhy, proto lze určit pouze určitou funkci závislou na hmotnosti systému, stručně zvanou funkce hmoty. Pokud sklon známe, můžeme jednotlivé hmotnosti vypočítat, pokud známe i parametry r_1, r_2 . Tyto lze u řádově desítek dvojhvězd skutečně určit.

3.7 H-R diagram

V učebnici je o Hertzsprungově-Russellově diagramu uvedeno pouze nutné minimum. Odkaz na obrázek v učebnici, na kterém je diagram uvedený, je nesprávný. Vzbuzuje dojem, že takto jej nakreslili tito astronomové v r.1913. Přitom byl původně sestaven pomocí absolutních magnitud odvozených pouze z trigonometrických paralax blízkých hvězd. Rozdělení celého diagramu tak, jak je uvedeno na obrázku je také mírně zavádějící. Vypadá to, že autor si diagram nakreslil sám a zjednodušil tak, aby odpovídal jeho výkladu. Problém spočívá v tom, že některé hvězdy se nechovají tak slušně, aby se daly zařadit do některé ze skupin hlavní posloupnost, nadobří, červení obří nebo bílí trpaslíci. Opět je část práce nechána na učiteli, který musí žákům přiznat, že situace je složitější a hvězdy se třídí ve skutečnosti více podrobněji. Stejně tak bude muset nejspíše žákům ukázat reálnější H-R diagram.

Myslím, že na tomto místě nebylo zjednodušení na místě. Mohl být uveden podrobnější diagram s poznámkou, že jej lze pro názornost zjednodušit a až poté by následoval v učebnici uvedený obrázek.

V obrázku jsou pod osou x , na které jsou nanášeny spektrální typy, uvedeny v závorce slovní spojení vysoká teplota a nízká teplota. K tomuto připomenutí, jakými teplotami jsou charakterizovány jednotlivé spektrální typy, bych neměl žádnou připomínku, pokud by se tuto skutečnost žáci dozvěděli v předchozí kapitole. Situace je však jiná. Žáci se totiž vlastně až na tomto místě dozvědí, že spektrální typy hvězd jsou označeny pomocí písmen, dozví se pomocí jakých písmen a také to, že spektrální typ B má vyšší teplotu než např. M. Pro žáka se tak na tomto místě učebnice stává jakousi křížovku, kterou je třeba vyluštit, pokud chce jisté zákonitosti pochopit. A to není v pořádku.

Na druhou stranu autor později vysvětluje, proč většina hvězd setrvává především na hlavní posloupnosti, totiž že tato skutečnost souvisí s vývojem hvězd.

3.8 Meteoroidy, meteory, meteority

Meteoroid je v učebnici zaveden jako těleso o rozměrech několika stovek metrů a menší, především se jedná o kameny a prach. Meteory jsou správně zavedeny jako žhavé stopy na obloze a meteority jako ty části, které dopadnou na Zemi. Více se neuvádí, přitom lze říci ještě mnoho zajímavostí. Především chybí jakékoli údaje o hmotnostech. Obvykle je hmotnost meteorů řádově $10^{-3} - 10^{-2}$ kg, jen výjimečně dosahují 1 kg a velmi vzácně 10 či 100 kg. Jistě není bez zajímavosti, že hmotnost meteorického tělíska lze odhadnout z maximální jasnosti stopy podle vztahu:

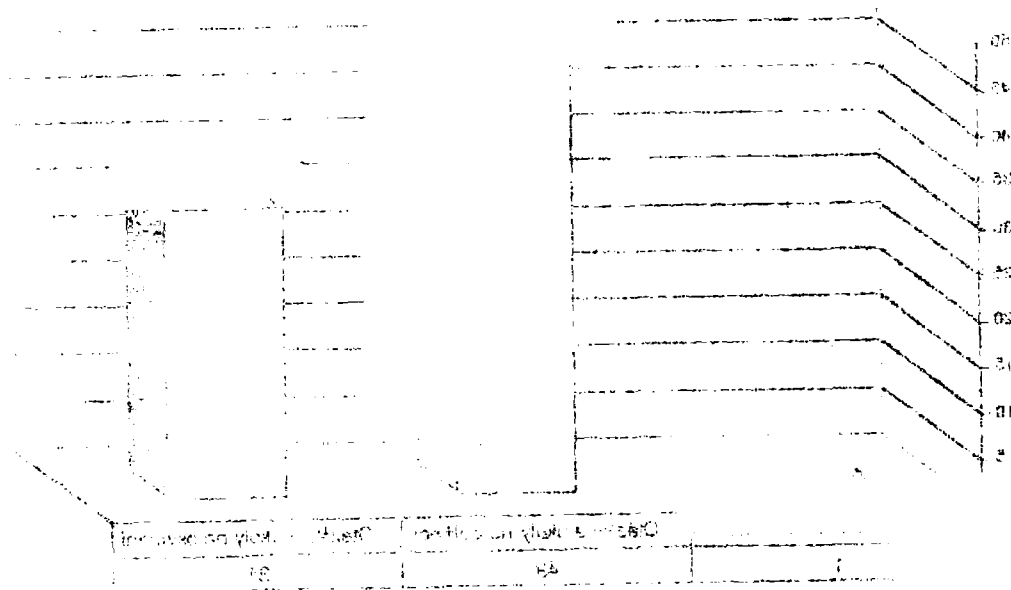
$$\log M = -0,3 - 0,4m,$$

kde M je hmotnost meteoru v kg a m , je jeho zdánlivá vizuální hvězdná velikost.

Ke zvýšení zájmu žáků by jistě přispěla i zmínka o tom, že na Zem spadne za den asi 5 tun meteorické hmoty, jedná se však pouze o statistický odhad.

Dále není uvedeno, že počet pozorovaných meteorů se mění během celého dne, přičemž maximum nastává kolem 6 hodiny, spolu s uvedením, proč je tomu právě tak

Autor ovšem neopomněl věnovat odstavec meteorickým rojům, ve kterém vysvětlil i pojem radiant.



4. Funkce úloh

V informační struktuře učebnice zaujímají významné místo nevýkladové složky, které zasahují do samotného procesu osvojování věcného obsahu učiva prezentovaného výkladovými složkami. Nevýkladové složky nejsou tedy přímými nosiči informací o učivu, ale regulátory spolehlivého zpracování těchto informací. Jednou z nejdůležitějších složek je procesuální aparát. Jedná se o složitý subsystém struktury učebnice, který má stimulovat a usměrňovat učební činnost žáka, rozvíjet jeho poznávací schopnosti a vytvářet návyky k samostatné práci.

Strukturální prvky procesuálního aparátu mají charakter úloh. Vyžadují provedení určité myšlenkové nebo manuální operace, popřípadě předkládají údaje o průběhu a výsledcích této operace. Nejčastěji používaným strukturálním prvkem procesuálního aparátu jsou otázky a úkoly. Z hlediska jejich hlavní funkce rozlišujeme tři skupiny otázek a úkolů:

1. Otázky a úkoly mající funkci zpevnění vědomostí

- ty vyžadují reprodukci učiva a vedou k pamětnímu učení. Patří k nim např. otázky na definování pojmů, vyjádření zákonů a na prostý popis fyzikálních jevů

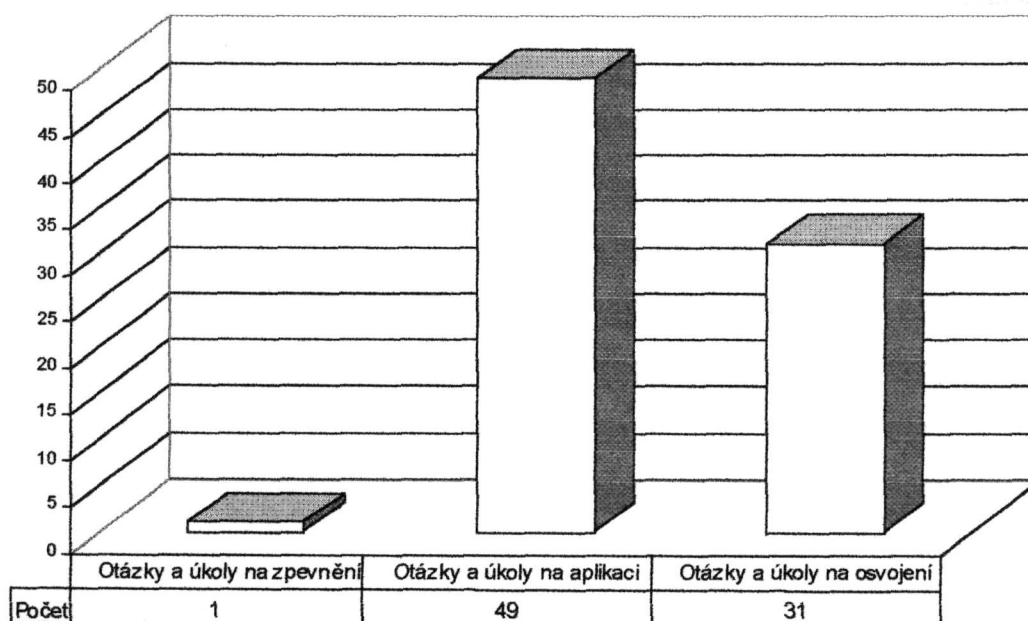
2. Otázky a úkoly vyžadující aplikaci vědomostí

- směřují k využití vědomostí v nové situaci. Typickým příkladem jsou fyzikální úkoly kvantitativní i kvalitativní povahy.

3. Otázky a úkoly směřující k osvojení vědomostí

- jde v podstatě o otázky a úkoly problémové povahy, které vedou k vytvoření nové vědomosti a k poznávání pracovních metod

Zastoupení jednotlivých skupin otázek a úkolů v analyzované učebnici je uvedeno v následujícím grafu:



Otázky a úlohy na zpevnění vědomostí jistě nemají tvořit nejvýznamnější složku, ale v této učebnici se najde pouze jedno takové zadání. A to i přes to, že se jedná o učebnici pro gymnázia, kde je možné předpokládat, že definice pojmů a zákonitostí žáci pochopí již z textu a nemusí je k tomu vybízet učebnice formou otázek. Nejvíce je věnováno aplikačním otázkám, které vyžadují od žáků pochopení probrané látky a využití svých poznatků při řešení úloh. Tento typ otázek tvoří ve většině učebnic majoritní část. Potěšující je množství otázek a úkolů problémového charakteru. Učitel má množství různých druhů otázek, které může dát žákům k vypracování na doma. Na druhou stranu se nedá očekávat, že by si s většinou z nich žáci poradili bez pomoci učitele či vhodné literatury.

Všechny otázky a úlohy jsou za jednotlivými kapitolami zadávány pod nadpisem Problémy. Hodilo by se zařazení otázek přímo do učebního textu, neboť takto jsou vědomosti u žáků upevňovány ihned po probrání příslušného tématu a řídí tak učební činnost žáka téměř okamžitě a při správné volbě znemožní jejich špatné pochopení. Takovéto umístění otázek je možné sledovat u některých zahraničních učebnic, nebo ve velmi zdařilém svazku v [13].

Na konci učebnice jsou umístěna řešení problémů. U příkladu kvantitativní povahy jsou uvedeny pouze číselné údaje. Avšak drtivá většina řešení je dostatečně podrobná se všemi potřebnými vzorci. Najdou se však i případy, kdy je uvedené zdůvodnění logicky nesprávné, např.:

2.3/3.

Otázka: Vysvětlete, proč spalování dřeva (jestliže současně neubývá rozlohy lesů) nemůže zvýšit skleníkový jev.

Odpověď: Neubývá-li lesů, pak fotosyntézou se z atmosféry odebere na růst stromů právě tolik CO_2 , kolik se ho do ní dostane spálením dřeva. Proto koncentrace CO_2 v atmosféře nevzrůstá.

Polemika: Uvedená odpověď z ničeho neplyne, není vidět důvod, proč jsou množství odebraných a vydaných molekul CO_2 stejná.

Takovýchto případu je však jen velmi málo.

Příklad úlohy na aplikaci:

Dvojhvězda Sírius má paralaxu $0,379''$. Její složky jsou na obloze od sebe vzdáleny $7,6''$. Vypočítejte jejich skutečnou vzdálenost v AU za předpokladu, že jejich spojnice je kolmá k zornému paprsku.

Příklad úlohy na osvojení:

K tomu, aby planeta zachytila okololetící těleso (např. planetku) a udělala z něj svůj měsíc, je třeba toto těleso nějakým způsobem zbrzdit. Vysvětlete, proč sama přitažlivost planety k zachycení měsíce nestačí.

Jak již bylo uvedeno, většina úloh je uvedena ve formě problému. Žáci tedy k jejich vypracování potřebují mnohem více času a mnohdy i pomoc učitele. Je otázkou, zda je tento způsob vhodný. Dle mého názoru je těchto problémových úloh nadbytek. Zdá se mi, že se autor díky takto zadaným úkolům mnohdy vyhýbá podrobnému vysvětlení jednotlivých pojmů a zákonitostí. Nejvýraznější je tato snaha v učivu o hvězdných velikostech a vzdálenostech ve vesmíru.

V učebnici je celá řada vhodných úloh. Zaujala mě například jedna, ve které pozorujeme létající talíř a stojíme přitom na vlaku o délce 100 m přičemž naměříme „vlakovou paralaxu“ a počítáme vzdálenost talíře. Takto autor žákům vhodně přiblíží skutečnost, že slovo „paralaxa“ není nikterak zvláštní a ozřejmí jeho význam.

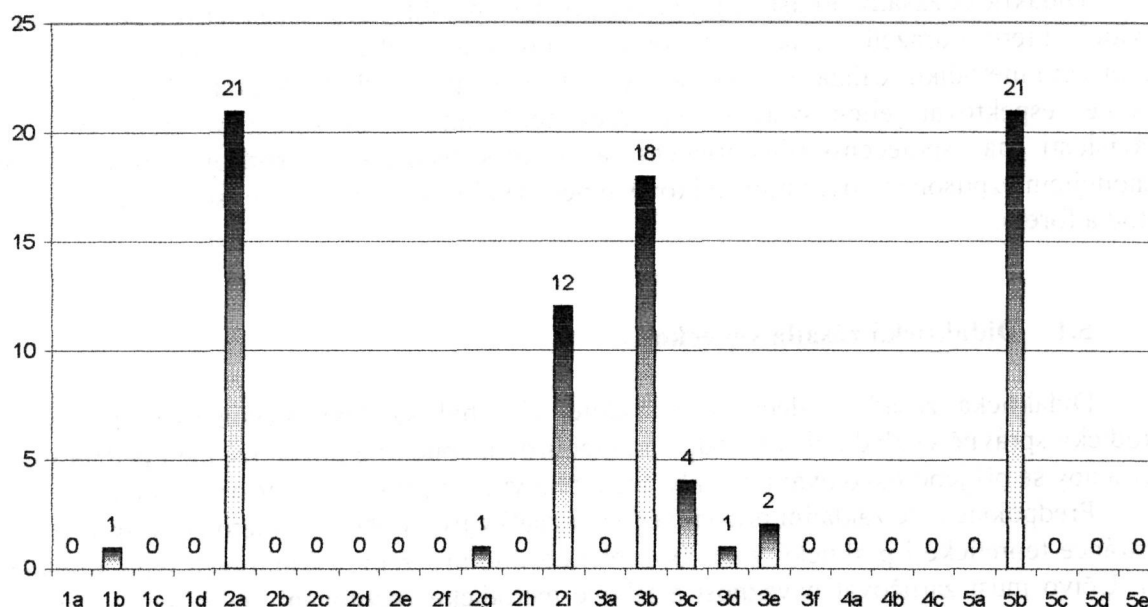
Detailnější členění úloh je možné následujícím způsobem:

Klasifikace učebních úloh

1. Úlohy vyžadující pamětní reprodukci poznatků:
 - (a) úlohy na znovupoznávání
 - (b) úlohy na reprodukci jednotlivých faktů, čísel, pojmů apod.
 - (c) úlohy na reprodukci definic, norem, pravidel apod.
 - (d) úlohy na reprodukci velkých celků, textů, tabulek apod.
2. Úlohy vyžadující jednoduché myšlenkové operace a poznatky:
 - (a) úlohy na zjišťování faktů (měření, vážení, výpočty aj.)
 - (b) úlohy na vyjmenování a popis procesů a způsobů činnosti
 - (c) úlohy na vyjmenování a popis faktů (výčet, soupis aj.)
 - (d) úlohy na rozbor a skladbu (analýzu a syntézu)
 - (e) úlohy na porovnávání a rozlišování (komparace a diskriminace)
 - (f) úlohy na třídění (kategorizace a klasifikace)
 - (g) úlohy na zjišťování vztahů mezi fakty
 - (h) úlohy na abstrakci, konkretizaci a zobecňování
 - (i) řešení jednoduchých příkladů (s neznámými veličinami)
3. Úlohy vyžadující složité myšlenkové pochody a poznatky:
 - (a) úlohy na překlad (translaci, transformaci)
 - (b) úlohy na výklad, vysvětlení smyslu, vysvětlení významu, zdůvodnění aj.
 - (c) úlohy na vyvozování (indukci)
 - (d) úlohy na odvozování (dedukci)
 - (e) úlohy na dokazování a ověřování (verifikaci)
 - (f) úlohy na hodnocení
4. Úlohy vyžadující sdělení poznatků:
 - (a) úlohy na vypracování přehledu, výtahu, obsahu aj.
 - (b) úlohy na vypracování zprávy, pojednání, referátu aj.
 - (c) samostatné písemné práce, výkresy, projekty aj.
5. Úlohy vyžadující tvořivé myšlení:
 - (a) úlohy na praktickou aplikaci
 - (b) řešení problémových situací
 - (c) kladení otázek a formulace úloh
 - (d) úlohy na objevování na základě vlastního pozorování
 - (e) úlohy na objevování na základě vlastních úvah

Uvedená klasifikace učebních úloh pomáhá učiteli udělat si představu, jak operačně náročné jsou úkoly, které zadává, co vlastně od žáka vyžadují.

Rozdělení všech úloh zadaných v analyzované učebnici do jednotlivých skupin je uvedeno v následující tabulce:



Na první pohled jsou patrné čtyři nejčastější typy úloh, které lze navíc zhruba rozdělit do dvou tříd. V první jsou příklady kategorie 2a – úlohy zaměřené na výpočty a 2i – řešení jednoduchých příkladů. V druhé třídě jsou příklady, při kterých jsou důležitější myšlenkové pochody žáků, jedná se o příklady z kategorie 3b, začínající zejména slovy *Vysvětlete proč...* a kategorie 5b, které jsou jedny z nejobtížnějších – řešení problémových úloh. I tento graf vystihuje naprostou absenci úloh, které vyžadují reprodukci poznatků a zpevňují tak vědomosti žáků. Jediným příkladem je z kategorie 1b úloha: *Jak se vypočítá velikost rychlosti tělesa, které má tečnou složku rychlosti v_t a radiální složku rychlosti v_r ?*

Ovšem je potěšitelné, že alespoň jistá variabilita příkladů v učebnici je. Samozřejmě je nereálné požadovat, aby byly všechny typy zastoupeny. Naopak, možná právě takovéto zastoupení jednotlivých příkladů je autorovým záměrem.

Z mého pohledu je absence úloh na pamětní reprodukci poznatků chybou. Nyní nemám na mysli situace, kdy po definování pojmu parsek následuje otázka: *Definujte pojem parsek.*

Spiše např. úloha: *Seřadte podle velikosti vzdálenosti hvězd A, B, C, D, víte-li, že jednotlivé vzdálenosti hvězd jsou: A: 300 000 000 km, B: 2000 pc, C: 100 ly a paralaxa hvězdy D je 0,06".*

5. Uplatňování didaktických principů

Didaktické zásady představují dynamický systém vědecky zdůvodněných požadavků a pravidel, které odrážejí základní zákonitosti procesu výuky a determinují její obsah, organizaci i metodiku realizace ve výchovně-vzdělávací práci. Při aplikaci didaktických zásad musíme respektovat jejich systémovost. Jsou totiž autonomní kategorií, která se vyvíjí v závislosti na společensko-historickém a vědeckotechnickém rozvoji. Přitom však rozhodujícím způsobem ovlivňují celkové pojetí výuky a charakter soustavy vyučovacích metod a forem.

5.1 Didaktická zásada vědeckosti

Didaktická zásada vědeckosti vyžaduje, aby byl se žáky vyvozován obsahově i metodicky správně výklad učiva na odpovídající úrovni současné přírodovědné i pedagogické vědy a aby se při jeho osvojování užívaly adekvátní vyučovací metody, formy a prostředky.

Předpokládá, že základní přírodovědné poznatky jsou odborně i metodicky zpracovány po stránce teoretické i praktické v učivo diferencované pro žáky jednotlivých typů středních škol. Učivo musí zaručovat návaznost a takové metodické zpracování vědeckých poznatků, které je *nezkresluje*, jen přiměřeně obsahově *zjednodušuje* k lepšímu pochopení a postupnému dalšímu rozvíjení.

Požadavek vytváření vědomostí a dovedností na základě nejnovějších poznatků přírodních věd vyžaduje ovšem učitele, který neustále sleduje vývoj a dále se sám vzdělává. Tím, že žákům podáváme skutečné vědecké poznatky na úrovni současné vědy a učíme je studovat problematiku vědecky zdůvodněnými metodami, vytváříme u nich základy správného myšlení. Na základě této aktualizace učiva, pro niž by měly učební osnovy ponechávat jisté časové rezervy, je zajištěno, aby v každém studijním cyklu dostali žáci nejdůležitější poznatky studovaného oboru, tj. i takové, které se dosud nemohly dostat do učebních osnov a učebnic.

Ve stručnosti lze konstatovat, že analyzovaná učebnice zásadu vědeckosti splňuje. Přestože se astrofyzika neustále vyvíjí v závislosti na rozvoji všech ostatních fyzikálních disciplín, základy obsažené v učebnici stále platí.

5.2 Didaktická zásada soustavnosti a trvalosti

Tato zásada vyžaduje, aby se nové poznatky opíraly o předcházející, dříve osvojené. Aby nové poznatky byly vhodnou základnou pro poznatky následující, aby byly vyvozovány v pevném logickém systému, v ucelené soustavě. Znalosti bez systému nejsou příliš k užítku, protože neumožňují jejich pohotové praktické využití. Učebnice musí usilovat o dynamickou soustavu vědomostí, a dovedností, což zahrnuje nejen stránku obsahovou, ale i procesualní, tzn. předcházet zapomínání včasným opakováním.

Didaktická zásada soustavnosti řeší výběr a uspořádání učiva, jejich pořadí a vzájemné vztahy. Dotýká se nejen obsahu, tj. úpravy a plánování učební látky, mezipředmětových vztahů apod., ale i volby vhodných metod, forem a prostředků vyučování.

Důležitý je také fakt, že tato zásada sleduje upotřebitelnost vědomostí v praxi. Učebnice by měla žáky naučit rozlišovat mezi hlavními myšlenkami, objasňovat vztahy a

souvislosti mezi novými a staršími pojmy. Didaktická zásada soustavnosti představuje boj se zapomináním.

Výraznější nelogické postupy při výkladu látky v učebnici nejsou. Pojmy jsou zaváděny ve chvíli, kdy k jejich pochopení mají žáci již vybudovaný dostatečný základ. Jiným problémem je však to, jakým způsobem jsou zaváděny. Např. za nedostatečně zavedenou považují problematiku hvězdných velikostí.

Dosti výrazně je však tato zásada porušena v případě, kdy se zajímáme o to, zda její procesuální aparát je dostatečný k tomu, aby v žácích nové poznatky uchoval. Není tomu tak. V celé učebnici není ani jedna otázka na zpevnění vědomostí. Proces zapominání by také výrazně omezilo užití vhodných otázek přímo v textu. Situace je však taková, že autor zřejmě předpokládá studenty, kteří si jednotlivé případné otázky či nejasnosti vyřeší a zjistí sami. Úlohy jsou zadány pouze ve formě problému či aplikace získaných poznatků.

Autor se skoro vůbec nevrací k již získaným vědomostem žáků, poznatky před ně spíše klade a nechá na nich, aby si je dali do souvislosti. Přitom by stačila poznámka typu: *porovnejte tento údaj s obrázkem 12 na straně 34.*

5.3 Didaktická zásada názornosti

Didaktická zásada názornosti vyžaduje, aby si žáci vytvářeli své představy na základě smyslových údajů získaných bezprostředním vnímáním jevů nebo jejich zobrazením s různou mírou abstrakce. Je odvozena ze zákonitostí poznávacího procesu žáků a vyžaduje vytvoření nejvhodnějšího poměru smyslového a logického poznání, tj. konkrétních a abstraktních myšlenkových operací.

Názorné vyučování umožňuje využívat životní zkušenosti žáků i jejich dříve osvojené poznatky, vede žáky k aktivitě a vzbuzuje u nich pozornost a zájem o užité názorné prostředky, ať už jde o bezprostřední nebo zprostředkovanou názornost. Spojení slova s názorem by se tedy neměla nikdy podceňovat, ovšem názornost nesmí být cílem, ale prostředkem.

V učebním textu lze princip názornosti nejlépe splnit pomocí obrazového materiálu. Autor ilustraci užívá v dostatečné míře, navíc tam, kde přispívají k celkovému pochopení problematiky. V astrofyzice nelze jednotlivé jevy vnímat bezprostředně, učitel nemá k dispozici nějaký přímý pokus. V učebnici lze pokus o jistou názornost vyzorovat například na začátku učebnice, kdy se autor snaží v žácích vybudovat představu o velikostech a vzdálenostech v naší sluneční soustavě, resp. v celém vesmíru. Nutno dodat, že se mu to dle mého názoru příliš nepovedlo. Učitel má však v rukou silný nástroj v tom, že může předpokládat jistou astrofyzikální znalost žáků, neboť mnozí z nich se jistě o tuto problematiku již zajímali, zejména z populárně naučné literatury.

Autor se tedy spíše dopouští přílišné názornosti na úkor kvality. Lze to vidět například u tématu teplot hvězd, kdy je teplota v nitru hvězd přirovnávána k teplotě v domě, přičemž se o mnoho dále učebnice nedostává. Dále se zdá, že si autor neuvědomuje důležitou skutečnost: jako čtenáře má osmnáctileté studenty, u kterých je již výrazně vyvinuté abstraktní myšlení a takové triviální problémy, jako je problematika teploty v domě, jim ani nemusí připomínat. Mohl si dovolit jít více do hloubky, k podstatě problému.

5.4 Didaktická zásada přiměřenosti

Pod touto zásadou se skrývá požadavek, aby obsah a rozsah učiva, jeho obtížnost, vyučovací metody i formy odpovídaly věkovým zvláštěm a stupni rozumového vývoje žáků i jejich dříve osvojeným vědomostem a dovednostem.

Hlavním požadavkem je, aby žáci nové učivo plně pochopili. To závisí na řadě okolností a podmínek, na životních zkušenostech žáků, na dříve osvojených vědomostech a dovednostech. Závisí to rovněž na četbě populárně vědecké literatury, na shlédnutých odborných filmech, na dosavadních zkušenostech apod. Neúměrné rozšiřování objemu látky budí zdánlivě dojem vysoké odbornosti, které nutí žáky naučit se látce z učebnice pouze verbálně, mechanicky bez hlubšího pochopení.

Tato zásada úzce souvisí s didaktickou zásadou vědeckosti, soustavnosti, názornosti a spojení teorie s praxí. Srozumitelnost poznatku nesmí být dosažena porušením zásady vědeckosti, poznatek musí být vědecky správný. Poznatek je pro žáky srozumitelný jen tehdy, dovedou-li jej zařadit do dříve osvojené poznatkové soustavy a dovedou-li jej užít v praxi.

Co se týče této zásady, pokud se na látku v učebnici podíváme pouze z hlediska, zda je pro žáky přiměřená, zjistíme, že bohužel až příliš. Jak již bylo uvedeno, učebnici lze číst skoro jako populárně naučnou literaturu. Čtenář nemá větší potíže, pokud mu vysvětlení problémů a pojmů stačí v takové formě a rozsahu, jaký je v učebnici. Hlubavější žák zde velkou většinu odpovědí nenalezne, možná, pokud si vyřeší dané problémy v učebnici, k jejich vyřešení bude ovšem potřebovat nejspíše pomoc učitele či jiné knihy.

Na tomto místě považuji za vhodné zmínit se o možnosti měření obtížnosti didaktického textu. K objektivnímu hodnocení obtížnosti textů je nutno zohledňovat lexikální faktor (text se hodnotí podle toho, zda obsahuje slova vysoce nebo málo frekventovaná) a syntaktický faktor, který vyjadřuje složitost větných struktur. Různé faktory způsobující obtížnost textu byly začleňovány do tzv. vzorců pro výpočet obtížnosti textu. Jednoduchým univerzálním (použitelným pro různé jazyky) vzorcem obtížnosti textu je **vzorec LIX** vyvinutý ve Švédsku C.H. Björnssonem.

Obtížnost textu učebnice se vypočítává podle vzorce:

$$LIX = Lm + Lo$$

kde Lm je průměrná délka věty v počtu slov v souboru 200 vět

Lo je průměrná délka slova o počtu více než 6 písmen v souboru 2000 slov.

Soubory vět se vytvářejí z 20 vzorků po 10 větách, vybraných systematicky z různých částí učebnice, soubory slov se vytvářejí z 20 vzorků po 100 slov. Míra LIX je vybavena škálou obtížnosti, kde:

LIX = 20-30 bodů.....	velmi snadné texty
LIX = 30-40 bodů.....	středně obtížné texty
LIX = 40-50 bodů.....	velmi obtížné texty
LIX = 50-60 bodů.....	extrémně obtížné texty

Tato míra byla sice úspěšně aplikována na hodnocení obtížnosti např. polských učebnic, ale jinak lze tuto míru považovat za příliš jednoduchou. Při aplikaci na texty českých učebnic vlastivědy a zeměpisu se totiž prokázalo, že míra LIX nekoreluje s komplexnější mírou T, jež je vypočítávána z 10 faktorů. Tato míra tedy pravděpodobně není určující pro hodnocení stupně obtížnosti textů českých učebnic.

Přesto jsem se rozhodl spíše pro zajímavost tuto míru pro Macháčkovu astrofyziku vypočítat. Výsledky jsou následující:

$L_m = 19,3$ bodů

$L_o = 8,8$ bodu

$L_{IX} = 28,1$ bodů

Z tohoto hlediska je tedy obtížnost textu na dobré úrovni, na hranici mezi velmi snadnými texty a středně obtížnými. Přesto znovu připomínám, že není pro české učebnice příliš vhodná.

5.5 Didaktická zásada spojení teorie s praxí

Didaktická zásada spojení teorie s praxí vyžaduje, aby žáci ve výuce odborných předmětů získávali nové vědomosti a dovednosti se zaměřením na jejich praktické využití a aby je dovedli používat i v technické činnosti.

Praktické vyučování se stává východiskem a motivací pro zvládnutí teoretického učiva. Je bezprostředním kritériem pravdy. Umožňuje utvořit se správný citový vztah ke studiu daného předmětu.

Není jednoduché uplatnit tuto zásadu v astrofyzice. Vždyť všechny astronomické objekty jsou od nás příliš vzdálené a zdá se, že stejně využití astronomických poznatků v lidském životě bude minimální. Na druhou stranu má astrofyzika a zejména astronomie v rukou ohromnou výhodu oproti ostatním disciplínám: objekty jejího zkoumání může pozorovat každý člověk každou noc, pokud jsou vhodné meteorologické podmínky. Nemusí vyhledávat laboratoř. Pro jednoduché pozorování stačí obyčejný triedr.

Pokud však problematiku směřujeme pouze do oblasti astrofyziky, situace je obtížnější. Astrofyzika totiž zkoumá zejména stavbu a vývoj hvězd, galaxií a jejich charakteristiky. Nabízí se názor, zda by naprostá neznalost jakýchkoliv astrofyzikálních poznatků nějak ovlivnila technický rozvoj na Zemi. Vždyť většina lidí nemá ani ponětí o tom, že na Slunci probíhají termojaderné reakce nebo o existenci nadkup galaxií, zatímco např. vlastnosti tření, což je pojem z mechaniky, užívají dnes a denně, a proto vysvětlit žákům, co to vlastně tření je není tak obtížné.

Přesto je možné i astrofyzikální problémy žákům přiblížit pomocí jejich již získaných zkušeností. Využíváme totiž v hojně míře modelů namísto reálných objektů a situací. Žáci vědí, že z kamen se teplo šíří ve formě záření, zatímco v konvici s vodou, kterou zahříváme, se šíří vedením. A nyní je již pouze malý krůček k vysvětlení šíření tepla u hvězd v různých stádiích. Nebo snahy o sestavení termojaderného reaktoru pramení právě ze znalosti procesů, jež probíhají ve Slunci.

Rozhodně má astrofyzika situaci ohledně spojení teorie s praxí mnohem lehčí než kvantová fyzika, kde každodenní lidská zkušenost naprosto selhává.

Autor se v celé učebnici snaží žákům astrofyziku přiblížit v maximální míře. Nutno podotknout, že někdy i na úkor kvality.

Ve snaze utvořit u žáků představu o rozměrech planet ve sluneční soustavě přirovnává v příslušném zmenšení planety k ovoci a zelenině, což považuji za vhodné, vtipné a názorné. Paralaxu hvězd žákům přibližuje v problému, kdy zavádí pojem vlaková paralaxa a umožní žákům uvědomit si, že vezmeme-li délku vlaku nebo astronomickou jednotku je v principu to samé, rozdíl je pouze v přesnosti měření. Rozpínání vesmíru vysvětluje nejznámějším

způsobem za použití analogie při rozpínání dvourozměrného tělesa – balónku. Opět se jedná o názorný příklad.

Celkově je nutno říci, že informovat žáky o praktickém využití astrofyziky bude muset spíše učitel.

6. Metody řízení učebního procesu

Řízení učebního procesu je nutno chápat systémově: rozhodující úlohu v něm má přesné stanovení cíle, zjištění výchozího stavu učení a průběžná kontrola pomocí procesuálního aparátu či jiných zpětných vazeb.

Východiskem řízení učení žáků a podmínkou jeho úspěšnosti je vymezení cílů, kterých mají žáci dosáhnout. Stanovené cíle, jež si učebnice klade, musí být přesné a konkrétní. Musí si je stanovovat každý učitel, jež se připravuje na vyučovací hodinu a stejně tak i autor každé učebnice. Tyto cíle jsou uvedeny v úvodní kapitole. Píše se zde: *Proto je v učebnici kladen velký důraz na vztahy mezi různými fakty, na to, jak jeden jev vyplývá z druhého.* Dále se uvádí: *Fakta i jejich vysvětlení, která v učebnici najdete, jsou samozřejmě zjednodušená – učebnice není vědecký článek.* Na druhou stranu je ovšem nutné přiznat si, že stejně tak učebnice pro gymnázia není literaturou, jež pouze o daných faktech informuje. Záměr autora je z učebnice poznat. Skutečně dbá na vysvětlení vzájemných vztahů, ale tím se vytrácí ona fyzikálně-matematická složka, která z fyziky dělá exaktní vědu a ne pouze disciplínu popisující jevy bez přesnějšího vysvětlení. V celé učebnici jsem našel pouze 5 vzorců. Jistě počet vzorců není kritériem pro posouzení, nakořik je učebnice kvalitní, ale tak malé množství je přinejmenším zarážející. Dle mého názoru tento fakt dosti přesně vystihuje cíle učebnice i autora, totiž neodradit žáky od astrofyziky za cenu snížení počtu matematických formulací problémů. Takovýto postup je možný v některých částech výkladu, nikoliv však v celé učebnici. Ať chceme nebo ne, matematika je pro fyziku tím, co štětec pro malíře: malíř (resp. fyzik) může danou scénérii (resp. jev) popsat miliónem slov, ale jeden obraz (resp. vzorec) řekne mnohem více a to způsobem, který je univerzální a nezávislý na jazyku. Nabízí se mi srovnání obrazů Claude Moneta a Maxwellových rovnic. Je nutné přiznat, že množství vztahů a rovnic je řešením problémových úloh, přesto mi takový postup nepřipadá vhodný.

Člověk je za normálních podmínek schopen učít se čemukoliv, avšak v různé hloubce a s různou dokonalostí. Tento názor je v souladu s názory J.A.Komenského, který požadoval, aby se dětem zprostředkoval souhrn poznání o všech důležitých věcech. Jinak řečeno, je možno kterékoli dítě na kterémkoliv vývojovém stupni úspěšně seznámit v přiměřeném rozsahu s kterýmkoliv učebním předmětem. Opět je ovšem nutno přiznat, že v případě kvantové fyziky toto konstatování nejspíše příliš nevyhovuje.

Autor si je jistě vědom, že astrofyzika se na vyšších stupních gymnázií probírá jako poslední fyzikální disciplína většinou v období před maturitou. Možná, že právě proto nechce žáky příliš zatěžovat a nabízí jim astrofyziku spíše v oddychové formě, aby se mohli více věnovat opakování předchozí látky. Jenže je tu ještě druhý možný postup. Totiž využít právě toho faktu, že astrofyzika má možnost opřít se o již získané znalosti za předchozí léta. Pak by vlastně sloužila v posledním ročníku jako vítaná látka, která znovu opráší zapomenutá fakta z různých oblastí. Autor tak samozřejmě činí. Ovšem jiným způsobem, látku již probranou někdy pouze nastíní a v dalším pokračuje způsobem, který předpokládá její zvládnutí. Viz odvozování Pogsonovy rovnice. Dopplerův jev, který je klíčovým pro zjišťování radiálních rychlostí hvězd, však vysvětluje názorně a srozumitelně. Navíc má autor jako čtenáře jedny z nejlepších žáků u nichž lze s úspěchem očekávat více porozumění daným problémům.

Mocným nástrojem pro řízení učebního procesu je procesuální aparát, tedy vhodně umístěny a vybrány příklady a zadání úloh. Dle mého názoru je vůbec nejvhodnější metodou začleňování *vhodných* příkladů přímo do textu, jak je tomu např. v [13]. Problematika funkce úloh v učebnici je podrobněji probrána v kapitole V. Mnoho v učebnici uvedených příkladů je vhodně vybráno a žákům danou problematiku přiblíží. Chybí však příklady na upevnění vědomostí, které mnoha žákům naznačí, jaké pojmy jsou skutečně zásadní a je nutno je zvládnout.

K aktivní účasti žáků přispívá velkou měrou obrazový materiál, který má obzvláště v astrofyzice silný motivační efekt, který působí dlouhodobě. Při pohledu na počítačem obarvenou fotografii, na které je množství galaxií různých typů se přinejmenším mírnému úžasu neubrání ani ten největší raubíř ve třídě. To stejné platí pro snímky Slunečních erupcí, planet, miliard hvězd či mlhovin. Však také učebnice v tomto ohledu řídí učební proces žáků odvoláváním se na snímky uvedené na konci učebnice. Zařazením těchto fotografií přímo v textu by autor jistě vytěžil více, ale zde se bude nejspíše jednat o ekonomické, popřípadě sazečské důvody. K použitým snímkům skoro nelze nic dodat. Všechny fotografie jsou velmi vydařené a vhodně vybrané. Pouze snad obr.6, který zachycuje koncentraci ozonu ve stratosféře je zavádějící, použití barev mělo být podrobněji vysvětleno. Osobně mám nejraději poslední obrázek z Hubbleova dalekohledu.

Jiná situace nastává podíváme-li se podrobněji na ilustrace v knize. Většina z nich je pouze velmi zjednodušená vystihující podstatu problému zastiňující však fakt, že situace je v reálném světě jiná. Přitom mám na mysli zejména různé „grafy“ a závislosti bez kvantitativních popisů os (obr.2-8, 2-24, 2-26, 3-5, 3-7 aj. v učebnici).

Orientaci v učebnici zajišťuje kvalitní orientační aparát. Použité typy písma, velikost písma a celkové rozmístění textu a obrazového aparátu hodnotím kladně. Při čtení čtenář necítí přílišné zhuštění textu, jež se tak stává hůře čitelným a ani naopak. Případné upřesnění umístil autor na stránku ve formě poznámek. Členění jednotlivých kapitol a podkapitol je taktéž v pořádku. Za plus považuji přítomnost rejstříku pojmů, který se stává užitečným pomocníkem, samozřejmě zejména při vyhledávání v textu. Učebnice nepůsobí strohým dojmem, úvodní obálka je také citlivě graficky vyvážená a neodradí od četby již pouhým obalem. Prolistovával jsem ji téměř dva roky a z lepené vazby nevypadl ani jeden list, což jistě svědčí o kvalitě použitého klišu.

7. Závěr

Celkový dojem z analyzované učebnice lze jistě z mé práce vyčíst. Při prvním listování učebnicí a jejím pročitání na mě působila dobrým dojmem. Dozvěděl jsem se z ní mnoho nových informací, nečinilo mi nijaké obtíže číst si ji během parného dopoledne. Později jsem si však uvědomil, že to není v pořádku. Analyzuji totiž učebnici, což rozhodně nemá být oddechové čtení. Jako populárně naučná kniha by jistě našla mnoho čtenářů, kteří by se k ní i vraceli. Jako učebnice však svůj úkol nespĺnila.

Učíteli, kterému by měla při výkladu sloužit jako pomocník mnoho práce neusnadní. Většina potřebných pojmů a vzorců je totiž zadávána ve formě problémů, které je třeba vyřešit. Stejně tak není příliš užitečná pro žáka, který po ní sahá s potřebou zjistit v ní informace, jež v běžně dostupné literatuře nenalezl. Autor v celé učebnici pouze nastiňuje dané problémy a zákonitosti, přičemž jejich hlubší pochopení a vysvětlení nechává na žácích ve formě problémů. Ale učebnice je odvozena od slova učit, ona má být tím, kdo žákům předá potřebné informace, nikoli pouze prostředníkem, který jim předloží jednotlivé problémy a komplikace a jejich pochopení nechá na nich.

Celý text je vlastně pouze výklad a problémy. Je samozřejmostí, že některé pojmy jsou zavedeny správně jak po faktické stránce, tak metodické. Ovšem stále nelze říci, že by byly pojmy podrobně vysvětleny, vzorce, kterých je velmi málo, rozebrány z různých hledisek.

Jako celek tedy učebnici považují pouze za doplňující text, z kterého lze při výkladu či učení čerpat, nikoli však jako učebnici, ze které by se měli žáci učit. A tento fakt nevyvrátí ani velmi kvalitní a pěkné fotografie v učebnici nebo mnoho problémových úkolů, ze kterých může učitel vybírat. Jednou z kladných stránek je dobrá typografická úprava textu, ve kterém se velmi dobře orientuje.

Pokud bych měl analyzovanou učebnici klasifikovat jako ve škole, nejspíše bych jí udělil známku 3, tedy dobře.



8. Dodatek

96 pojmů bylo považováno za základní:

Afélium	Jasnost	Roční paralaxa
Apogeum	Kalendář	Rok
Atrofyzika	Keplerovy zákony	Rotace
Astronomická jednotka	Kometa	kosmických těles
Astronomie	Kosmické rychlosti	Rozpínání vesmíru
Astronomie (rtg...)	Kosmická sonda	Reliktní záření
Atmosféra	Kosmické záření	Rektascenze
Azimut	Kosmologie	Rovník světový
Bílý trpaslík	Kosmonautika	Rudý posuv
Čárové spektrum hvězd	Kráter	Rychlost kruhová
Čas (světový)	Kvasar	Slunce
Černá díra	Meteor	Sluneční koróna
Dalekohled	Meteorit	Sluneční skvrna
Deklinace	mezihvězdná látka	Sluneční soustava
Družice umělá	Měsíc	Souhvězdí
Dvojhvězda	měsíc (kalendářní)	Souřadnice
Ekliptika	Měsíc planety	Spektrální třídy hvězd
Erupce na Slunci	Mléčná dráha	Stavba
Fáze Venuše,	Nadir	kosmických těles
Měsíce	Neutronová hvězda	Stáří
Fotosféra	Nova	Supernova
Charakteristiky hvězd, planet	Oběh	Světelný rok
Galaxie	Oběžná perioda	Tělesa sluneční soustavy
Heliocentrická sluneční soustava	Obr	Tlak světla
H-R diagram	Parsek	Trajektorie
Hlavní posloupnost	Perigeum	Trpaslík
Hvězda	perihélium	Úhlová vzdálenost
Hvězdná magnituda poz., abs.	Planeta	Velký třesk
Hubbleův zákon	pozorování	Výška
Chromosféra	Proměnná hvězda	Vývoj
	Prstence planet	Vzdálenosti (těles)
	Přitažlivost	Zatmění (Slunce, Měsíce)
	Pulsar	Země
	Rádiová astronomie	Zenit
	Rádiový teleskop	

Dalších 35 pojmů bylo označeno za důležité:

Aktivita	Kosmogonie	Rychlost hvězd
Astrometrie	Kosmologický	Sluneční vítr
Bolid	model vesmíru	Solární konstanta
Cefeida	Kupa galaxií	Spektrum
Cyklus sluneční	Meziplanetární	Spojité spektrum
aktivity	látka	Teplota hvězdné
Geocentrická	Meziplanetární let	atmosféry
sluneční soustava	Nitro hvězd	Veleobr
Gravitační kolaps	Observatoř	Vesmír
Hvězdokupa	Obzorník	Vnější galaxie
Hubbleova konst.	P-p řetězec	Vypouštění
Chvost komety	Protuberance	kosmických těles
Jádro (Galaxie)	Radiační pás	Zářivost
Kosmické těleso	Rovina (Galaxie)	

A 16 pojmů jako nepodstatné:

Aktivita (jader	Kosmologický	Prostředí
galaxií, Slunce)	princip	(mezihvězdné,
Cefeida	Krabí mlhovina	meziplanetární)
Gravitační	Metagalaxie	Protoplanetární
kontrakce hvězdy	Mlhovina	mračno
Hvězdná asociace	v souhvězdí	Spirální ramena
Konfigurace	Andromedy	Zákryt hvězd
planet	Pogsonova rovnice	Měsícem
Nebeská	Poruchy v pohybu	
mechanika	planet, měsíců,	
	družic	

9. Použitá literatura

- [1] Komenský J.A.: *Velká didaktika*. SPN, Praha 1958.
- [2] Průcha J.: *Moderní pedagogika*. Portál, Praha 1997.
- [3] Pišút J. a kol.: *Fyzika pro IV. ročník gymnázií*. SPN, Praha 1987.
- [4] Voroncov-Veljaminov B.A.: *Astronomie*. Prosvěščenije, Moskva 1980.
- [5] Gladyszewski L. aj.: *Fyzika IV – astrofyzika i kosmologia*. Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Varšava 1990.
- [6] Sexl R., Raab I., Streeruwitz E.: *Physik 3 – Teil B*, Verlag Carl Ueberreuter, Vídeň 1983.
- [7] Štefl V.: *Analiz koncepcii i soděržanija učebnogo matèriala astronomii v srednej škole v SSSR*. *Physica* **18**, č. 3 (1988) 303.
- [8] Bednařík M.: *Problematika informační struktury učebnice fyziky*. MfvŠ **11**, č. 3, (1980).
- [9] Špinar Z.V.: *Kniha o pravěku*. Albatros, Praha 1988.
- [10] Link F.: *Co víme o hvězdách*. Jčmf, Praha 1947.
- [11] Štefl V.: *Soustava astronomických pojmů ve výuce na gymnáziích*. HPMK, Brno 1992.
- [12] Vanýsek V.: *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha 1980.
- [13] Halliday D., Resnick R., Walker J.: *Fyzika*. VUTIUM, Brno 2000.
- [14] Drahovzal J., Kilián D., Kohoutek I.: *Didaktika odborných předmětů*. Paido, Brno 1997.
- [15] Linhart J.: *Základy psychologie učení*. SPN, Praha 1982.
- [16] Danilov M.A., Skatkin M.N.: *Didaktika střední školy*. SPN, Praha 1975.
- [17] Macháček M.: *Encyklopedie fyziky*. Mladá fronta, Praha 1995.
- [18] Mlíkovský M. a kol.: *Ilustrovaná encyklopedie vědy*. Perfekt, a.s., Bratislava 1997.
- [19] Macháček M.: *Fyzika pro gymnázia*. Prometheus, Praha 1998.

Knihovna PŘF MU



3 1 4 5 3 1 3 6 5 1

