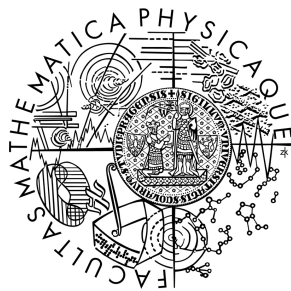


Výuka astronomie na středních školách

DISERTAČNÍ PRÁCE

Mgr. Petr PUDIVÍTR

Školitel: Doc. RNDr. Marek WOLF, CSc.



Matematicko-fyzikální fakulta UK, 2004

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

V Praze dne 10. června 2004

Mgr. Petr Pudivít

Rád bych poděkoval všem, kteří se o tuto práci zasloužili. Na prvním místě děkuji svému školiteli Marku Wolfovi za vedení celé práce a cenné rady. Děkuji také Gymnáziu Christiana Dopplera, a především studentům astronomického semináře, na kterých jsem mimo jiné část své práce testoval, aniž si toho všimli.

Velké poděkování si zaslouží všichni, kteří mně poskytli potřebné údaje, články, rady, případně se mnou korespondovali. Chtěl bych poděkovat zejména Ulrice Babiakové (im memoriam), Georgi Greensteinovi, Syuzo Isobe, Sergeji A. Lamzinovi, Magdě Stavinschi a Anatoly V. Zasovovi.

Děkuji i své ženě Liduš, která mě vždy dokázala v průběhu práce dostat z hvězdných výšin do reality.

Obsah

Předmluva	vi
1 Výuka astronomie v České republice	1
1.1 Znalosti žáků ze základních škol	1
1.2 Astronomie jako součást osnov fyziky	3
1.3 Nadstandardní výuka astronomie	6
1.4 Astronomie v jiných předmětech	8
2 Výuka astronomie ve světě	10
2.1 Evropské státy	11
2.2 Spojené státy a Kanada	17
2.3 Austrálie a Oceánie	20
2.4 Latinská Amerika	20
2.5 Asijské státy	22
2.6 Afrika	25
3 Nové trendy ve výuce astronomie	26
3.1 Nová témata	26
3.2 Aktivity v hodině	27
3.2.1 Projektová výuka	28
3.2.2 Demonstrační výuka	29
3.2.3 Praktická měření a zpracovávání dat	32
3.3 Astronomie pro humanitně založené	33
4 Počítače ve výuce astronomie	36
4.1 Astronomické informace na internetu	36
4.1.1 České odkazy	37
4.1.2 Zahraniční odkazy	38
4.2 Astronomické obrázky	39
4.3 Astronomické internetové časopisy	40
4.4 Multimediální astronomie	40
4.5 Astronomické úlohy	41
4.6 Astronomické programy	44

5	Jak vyučovat astronomii?	46
5.1	Základní pojmy a představy	47
5.2	Zařazení astronomie do výuky	48
5.3	Nová témata středoškolské astronomie	51
5.3.1	Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm I	51
5.3.2	Naše poznávání sluneční soustavy	52
5.3.3	Objekty ve vesmíru a jak o nich víme	53
5.3.4	Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm II	54
5.4	Komentář k novým tématům	55
6	Závěry	56
A	Vzdělávací systémy	64
A.1	Vzdělávací systém v České republice	64
A.2	Novinky ve školském systému v ČR	67
A.3	Zahraníční vzdělávací systémy	68
B	Organizace pro výuku v astronomii	71
B.1	Česká republika	71
B.2	Svět	71
C	Astronomické soutěže	74
C.1	Česká republika	74
C.2	Svět	76
D	Sbírka úloh	77
D.1	Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm I	77
D.2	Naše poznávání sluneční soustavy	87
D.3	Objekty ve vesmíru a jak o nich víme	102
D.4	Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm II	107
D.5	Ostatní úlohy	109

Abstrakt

Název práce: *Výuka astronomie na středních školách*

Autor: *Mgr. Petr Pudivít*

Katedra (ústav): *Astronomický ústav UK*

Vedoucí disertační práce: *Doc. RNDr. Marek Wolf, CSc.*

e-mail vedoucího: *wolf@mbox.cesnet.cz*

Abstrakt:

Tato disertační práce mapuje výuku astronomie na středních školách na celém světě, se zvláštním ohledem na střední školy v České republice. Jejím cílem je také sestavení přehledu astronomických témat nejen v rámci výuky fyziky na středních školách. Obsahuje sbírku netradičních teoretických i praktických úloh z astronomie pro širší okruh zájemců, která je vhodná i jako didaktická pomůcka pro výuku fyziky na školách všech typů. V práci je zahrnuta i kapitola o využití výpočetní techniky při výuce astronomie.

Klíčová slova: *astronomie, střední škola, výuka*

Title: *Astronomical Teaching at High Schools*

Author: *Mgr. Petr Pudivít*

Department: *Astronomical Institute of Charles University in Prague*

Supervisor: *Doc. RNDr. Marek Wolf, CSc.*

Supervisor's e-mail address: *wolf@mbox.cesnet.cz*

Abstract:

This thesis maps teaching astronomy at high schools all over the world, with the special attempt to high schools in the Czech Republic. Its goal is to set up a list of astronomical topics not only for teaching physics at high schools. It contains a collection of unusual, theoretical and practical problems of astronomy for wide range of applicants. The collection is useful as a didactic tool for teaching physics at schools of all types. One chapter of this thesis is given to using of computers in teaching astronomy.

Keywords: *astronomy, high school, teaching*

Předmluva

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

Jiří Dušek (2002)

Výuka astronomie v konkrétní třídě na střední škole v České republice je velmi závislá na učiteli, který v dané třídě vyučuje fyziku. Tak je tomu vždy v jakémkoli předmětu. Astronomii tak vyučují na jedné straně učitelé, kteří jsou zároveň amatérskými astronomy, na straně druhé lidé, kteří o astronomii slyšeli pouze při studiu na fakultě, nebo ani to ne.

Přesto je astronomie hodnocena celosvětově jako velmi vhodný předmět pro výuku přírodních věd. Velkolepé obrázky vzdálených galaxií dokáží přitáhnout pozornost studentů. Astronomické úlohy v sobě spojují fyzikální principy, zeměpisný pohled, biologické ohledy i chemické problémy. Ve všech těchto předmětech můžeme najít úseky učiva, kdy je astronomická aplikace jeho vhodné doplnění.

Při mnoha změnách, ke kterým dochází nejen ve školních osnovách, je otázkou se hlouběji zabývat tím, zda astronomii využijeme k motivaci studentů, nebo zda se nám zdá pouze jako vhodný doplněk stávajících teorií. Zda je vůbec nutné astronomii na středních školách vyučovat, případně jakou formou.

V této práci navrhuji jednak využití astronomie jako spojovacího článku mezi jednotlivými přírodovědnými předměty, pak i jako vhodný doplněk pro výuku předmětů v humanitních třídách. Zavrhuji myšlenku vyučovat astronomii jako samostatný předmět, pokud se nejedná o výběrový seminář z astronomie. Zároveň odůvodňuji, proč není potřeba nechávat astronomii jako jedno z témat výuky fyziky na gymnáziích v České republice.

Kapitola 1

Výuka astronomie v České republice

1.1 Znalosti žáků ze základních škol

Poprvé se žáci v České republice setkávají s astronomií na základní škole. Už na prvním stupni, nejdříve v předmětu prvouka (který je zařazen do prvního až třetího ročníku), je podle *Standardu základního vzdělávání* ve společenskovední a přírodovědní oblasti zařazena orientace podle světových stran a orientace v čase (jak chápeme kalendář, roční období, režim dne). V předmětu přírodověda (pro čtvrtý a pátý ročník) se dále v kapitole Země ve vesmíru objevují pojmy planeta Země, Měsíc, Slunce, sluneční soustava a vesmír. Za základní učivo pak učitelé mají chápat:

- Slunce a jeho planety, postavení Země,
- pohyb Země kolem Slunce a otáčení Země kolem osy,
- střídání ročních období a střídání dne a noci,
- model Země - glóbus,
- Slunce jako zdroj světla a tepla - základních podmínek života,

6. ročník	<u>Zeměpis</u> Přírodopis	<u>Planeta Země</u> Země a život
8. ročník	Přírodopis	Člověk
9. ročník	<u>Přírodopis</u> Fyzika	<u>Země - naše planeta</u> Vesmír

Tabulka 1.1: Základní astronomická témata na druhém stupni českých základních škol.

- práce s glóbusem, znázornění pohybu planet (hra),
- návštěva planetária (podle možnosti),
- gravitační síla a její projevy (tato znalost je rozšiřující).

Žák by dle platných osnov měl umět:

- vysvětlit význam Slunce pro život na Zemi a popsat postavení Země ve vesmíru,
- uvést důsledky pohybu Země kolem její osy a kolem Slunce na život a jeho rytmus,
- ukázat pohyb Země a jeho důsledky na glóbusu.

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

Na druhém stupni základních škol dochází u nás k diferenciaci učebních předmětů do té míry, že jsou učeny i jinými pedagogy. Astronomická témata se ovšem objevují ve všech přírodovědných předmětech kromě chemie: v zeměpise, přírodopise a fyzice (viz tabulka 1.1). Výuka astronomie je tak uzavřena v devátém ročníku na druhém stupni základní školy nebo odpovídajícím ročníku víceletého gymnázia (pokud učí podle osnov pro základní školu). Kapitola Vesmír v předmětu fyzika si stanovuje za cíl naučit žáky následujícímu učivu:

- znalost světových stran,
- sluneční soustava a její složení, charakteristika pohybů planet ve sluneční soustavě, oběžná doba planety, hvězdný a sluneční den,
- orientace na obloze podle význačných nebeských objektů (planet, hvězd, souhvězdí),
- základní znalosti o hvězdách (podstata jejich složení a vyzařování), orientace na mapě hvězdné oblohy,
- vzdálenosti ve vesmíru (včetně pojmu světelného roku).

Žák by dle platných osnov měl tedy umět:

- že sluneční soustava je tvořena Sluncem, devíti planetami, které kolem něj obíhají pod vlivem jeho gravitačního pole po uzavřených křivkách, dále měsíci planet, dalšími malými planetkami, meteoroidy a kometami,
- vyhledat základní charakteristiky Slunce a planet v tabulkách,
- orientovat se v mapě hvězdné oblohy a využívat ji k orientaci na obloze (vyhledat podle ní na obloze význačné nebeské objekty),

- charakterizovat pojem oběžná doba planety a pojmy hvězdný a sluneční den,
- charakterizovat hvězdy jako vesmírná tělesa, v nichž je vysoký tlak a teplota, a která vysílají záření vznikající při slučování jader atomů, jež v hvězdách probíhá,
- charakterizovat Slunce jako hvězdu,
- charakterizovat pojem světelného roku jako dráhu, uraženou světlem za rok a používat tento pojem při řešení problémů a úloh,
- popsat základní představy o struktuře vesmíru a jeho vývoji (*tato znalost je nepovinná*),
- hovořit o vysílání umělých těles do vesmíru (*tato znalost je nepovinná*).

S těmito znalostmi se dostávají žáci do prvního ročníku střední školy, ať již jde o všeobecné gymnázium, případně střední odbornou školu, střední odborné učiliště nebo konzervatoř¹.

1.2 Astronomie jako součást osnov fyziky

Jedinou standartní výuku astronomie na středních školách lze najít v osnovách fyziky pro gymnázia. Ač se objevují astronomické poznatky i v úvodní kapitole Planeta Země prvního ročníku zeměpisu, jedná se pouze o tvar, rozměry a pohyby Země, které stejně student zná ze základní školy. Učební osnovy fyziky předpokládají minimální možný rozsah výuky 2/0 ve třech rocích², jako standartní navrhuje dotaci 2/0 ve všech čtyřech ročnících gymnázia. Některé školy zařazují v nižších ročnících dotaci hodin 2/1, přičemž jsou cvičení nebo laboratorní práce z fyziky zařazena pro každého studenta dvouhodinovou prací jednou za čtrnáct dní.

Osnovy fyziky pro gymnázia předpokládají zahrnutí celkem osmi témat (jejich základní přehled i s orientačními tématy shrnuje tabulka 1.2). Astronomie je zařazena jednak v kapitole Gravitační síla, a potom jako poslední téma fyziky. Kapitola Gravitační síla je většinou vykládána učiteli v prvním ročníku (a to bez ohledu na specializaci), astrofyzika jako samostatné téma je zařazena do posledního ročníku (do 3. nebo do 4.).

Kapitola Gravitační síla navazuje tématicky na předchozí kapitoly kinematiky a dynamiky (student tak již má probrány např. Newtonovy pohybové zákony, popis mechanické energie). Podle *Učebních dokumentů pro gymnázia* je doporučeno

¹Jedinou výjimkou jsou kvinty těch gymnázií, na kterých středoškolská výuka fyziky začíná již v kvartě (tedy v ročníku odpovídajícím deváté třídě ZŠ).

²Dotace 2/0 znamená 2 hodiny týdně, žádnou hodinu pro laboratorní práci nebo cvičení (kdy je většinou třída dělena).

Mechanika	Kinematika hm. bodu Dynamika hm. bodu a soustavy hm. bodů Mechanická práce a energie Gravitační pole Mechanika tuhého tělesa Mechanika kapalin a plynů
Molekulová fyzika a termika	Vnitřní energie, práce a teplo Plynné látky Kruhový děj Pevné látky Kapaliny Změny skupenství látek
Mechanické kmitání a vlnění	Kmitání mech. oscilátoru Mechanické vlnění Zvukové vlnění
Elektrina a magnetismus	Elektrický náboj Elektrický proud v kovech Elektrický proud v kapalinách Elektrický proud v plynech a ve vakuu Stacionární magnetické pole Nestacionární magnetické pole Střídavý proud (i v energetice) Elektromagnetické kmitání a vlnění
Optika	Zobrazování opt. soustavami Vlnová optika Elmg. záření a jeho energie
Speciální teorie relativity	Relativistická kinematika Relativistická dynamika
Fyzika mikrosvěta	Struktura mikrosvěta Atomová fyzika Jaderná fyzika Částicová fyzika Fyzikální obraz světa
Astrofyzika	Sluneční soustava Hvězdy a galaxie Dodatky

Tabulka 1.2: Témata středoškolské fyziky na českých gymnáziích s tučně vyznačenými tématy týkajícími se astronomie.

na probrání kapitoly vymezit³ 8 hodin, během kterých je probrán Newtonův gravitační zákon, gravitační a tíhová síla, intenzita gravitačního pole, gravitační pole homogenní a nehomogenní, gravitační a tíhové zrychlení a dále pohyby tělesa v gravitačním poli (tedy pohyby těles v tíhovém homogenním poli a gravitačním radiálním poli, Keplerovy zákony). Astronomie se tak týká zejména téma pohybu těles v gravitačním radiálním poli a Keplerovy zákony (asi 2 hodiny).

Nejčastěji užívanou učebnicí je Bednařík a Šíroková (2000). Autoři věnovali prostor určení první kosmické rychlosti, a to využitím toho, že při pohybu tělesa na oběžné kruhové dráze je gravitační síla vlastně dostředivou silou kruhového pohybu. Při udělení větší rychlosti se těleso bude pohybovat po eliptické trajektorii (jsou vysvětleny pojmy perigeum a apogeum). Bez odvození je vysvětlen pojem únikové rychlosti (pro Zemi druhé kosmické rychlosti), tento pojem je ovšem pokládán za nadstandartní učivo. Opět bez odvození jsou vysvětleny Keplerovy zákony.

Na učivo tématu Astrofyzika má být optimálně věnováno 5 hodin. Tématický plán má podle osnov vydávaných Ministerstvem školství obsahovat:

- základní stavbu 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.

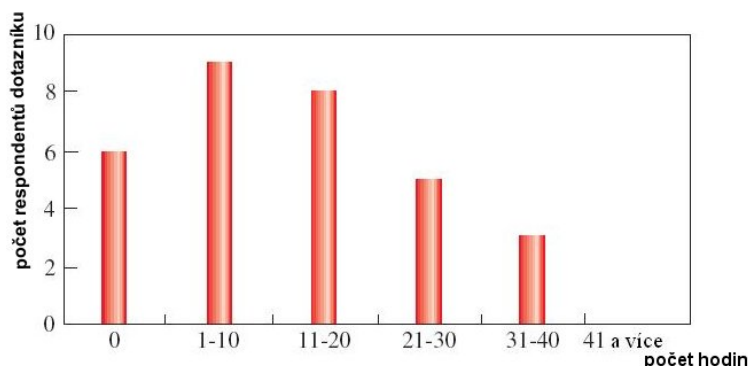
Jako doporučené rozšiřující učivo jsou jmenovány tyto znalosti:

- zářivé výkony a povrchové teploty hvězd,
- černé díry, kvasary, neutronové hvězdy, Hubblov vztah.

Tématicky je Astrofyzika zpracována v učebnici Macháček (1998).

Pro čtyřletý předmět fyzika (tedy celkem 240 výukových hodin a 24 hodin na laboratorní práce) je na astronomická témata věnováno celkem 7 hodin (to jsou asi 3 % všech hodin). Pokud vezmeme za určující pouze data od učitelů, kteří vyučují astronomii, potom na astronomii připadá asi 5 % všech hodin fyziky (viz obrázek 1.1). Z důvodu zejména malé časové dotace na probrání tolika rozličných témat (na většině škol se fyzika vyučuje pouze první tři roky) je astronomie v posledním ročníku vynechávána, nebo se na ni neklade takový důraz. Některé školy ani astronomii do učebního plánu fyziky nezařazují. Většina učitelů se snaží alespoň navštívit nejbližší hvězdárnu nebo planetárium při exkurzi, a tím pokládá astronomii za probranou.

³při čtyřleté dotaci 2/0



Obrázek 1.1: Kolik hodin je věnováno výuce astronomie? (Pudivítr 2003a)

Země, pohyby planet, Slunce, Měsíc, ostatní planety
Galaxie, planetky, komety, asteroidy, dějiny sluneční soustavy
základní pojmy hvězdné astronomie, kosmologie
vývoj a vznik hvězd, určování astronomických veličin, charakteristiky hvězd, život ve vesmíru, jiné galaxie

Tabulka 1.3: Jednotlivé oblasti výuky astronomie v posledním ročníku fyziky od nejvíce vyučovaných po nevyučované (přehledový dotazník autora).

Podle tabulky 1.3 se nejvíce učí sluneční soustava - tedy hlavně popisná astronomie (vlastnosti planet, dobývání planet, Slunce), hlavní úlohu má Země a její stavba; moderní astronomická témata se většinou vyučují sporadicky (jako látku, kterou učí, je označilo dvakrát méně učitelů). Většina hodin astronomie je výkladových, kdy si učitelé dávají za cíl seznámit studenty se základními pojmy astronomie, případně s novými poznatky a aktuálními událostmi. Tyto informace shánějí učitelé buď v učebnicích (zejména v knize Macháček 1998), nebo využívají moderní technologie (encyklopedie na CD, internet).

1.3 Nadstandardní výuka astronomie

Některé školy se nespokojují pouze s několika hodinami astronomie v hodinách fyziky, ale zavádějí astronomické semináře. Seminář je vlastně předmět, který si vybírají studenti jako dvouletý (ve 3. ročníku studia) nebo jako jednoletý (v posledním ročníku).

Cíle vyučování semináře z fyziky, kam astronomický seminář patří, mohou být

různé, záleží plně na škole, která cíle určuje. Seminář z astronomie tak spadá do kategorie semináře, který prohlubuje a rozšiřuje vědomosti a dovednosti žáků získané v povinné výuce. Obsah takového semináře určuje samotný vyučující, schvaluje ho i předmětová komise fyziky a ředitel školy. Metodickým doporučením ministerstva školství je používat v co možná nejvyšší míře aktivizující metody práce s žáky (tzn. těch metod, které vedou žáka k vlastnímu aktivnímu zapojení do vyučovacího procesu). V semináři z fyziky je proto zapotřebí umožnit žákům řešit problémy (ať už formou řešení fyzikálních úloh či prováděním a vyhodnocováním experimentů včetně laboratorních úloh), samostatně vyhledávat fyzikální informace, zpracovávat a systemizovat je, referovat o získaných poznatcích a diskutovat o nich.

Školy, které nevlastní astronomický dalekohled, se snaží výuku astronomického semináře zaplnit hlavně prohloubením znalostí (nadstavbové astronomické učivo, využití vyšší matematiky při řešení astronomických problémů). Součástí semináře můžou být i návštěvy astronomických institucí (exkurze na vědecká pracoviště, na hvězdárny) nebo přednášky astronomů přímo ve školách. Příkladem takového semináře je seminář Astronomie a astrofyzika, který se učí na Akademickém gymnáziu Štěpánská. Obsah připomíná úvodní kurzy astronomie na vysokých školách (v závorkách jsem vypsál některá témata každé kapitoly):

Astronomie:

1. Objekty na obloze (jasnost objektů, hvězdné velikosti, Pogsonova rovnice)
2. Sférické souřadnice (horizontální, ekvatoreální, ekliptikální a galaktické)
3. O čase a kalendářích (časová rovnice, datová pásma, efemeridy)
4. Nebeská mechanika (Keplerovy zákony, měření vzdáleností a hmotností ve vesmíru)
5. Země a Měsíc (precese, nutace, slapy, geologický vývoj, umělé družice Země)
6. Pohyby vesmírných těles (doby oběhu, zatmění, zákryty)
7. Slunce (stavba, sluneční konstanta, sluneční činnost)
8. Objekty sluneční soustavy (včetně historie a současnosti kosmického výzkumu)
9. Hvězdy a galaxie (spolu s hvězdnými systémy)
10. Extragalaktické objekty (klasifikace galaxií, Hubbleova konstanta).

Astrofyzika:

1. Pozorování vesmíru v různých oblastech elektromagnetického záření

2. Záření černého tělesa (Planckův, Wienův, Stefanův - Boltzmannův zákon, teploty hvězd)
3. Spektrální analýza (spektra, Dopplerův jev)
4. Spektrální klasifikace hvězd (včetně HR diagramu)
5. Stavby, vývoj hvězd, hvězdné modely (závěrečná stádia hvězd)
6. Mezihvězdná hmota
7. Slunce
8. Kosmologie (modely vzniku a vývoje vesmíru, stáří vesmíru)
9. Kvasary

V České republice existují i školy, které vlastní astronomický dalekohled. Studenti pak můžou spolu se svým učitelem (zejména fyziky, který většinou přišel s nápadem dalekohled zakoupit) pozorovat v astronomickém kroužku. Takto vznikl i Astronomický klub při Gymnáziu v Lipníku nad Bečvou, který je navíc otevřen i veřejnosti.

Nastandardní činností se studenty je také účast v soutěžích (českých i cizích), které se více či méně zaměřují na řešení astronomických problémů (viz Dodatek C).

1.4 Astronomie v jiných předmětech

Jak jsem již napsal, jedinou standardní výuku astronomie na středních školách lze najít v osnovách fyziky pro gymnázia. Přesto se astronomická témata objevují i v jiných předmětech, zejména v dalších přírodovědných předmětech.

Ministerstvo školství vypracovalo v roce 2000 ve své sekci CERMAT (Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání) návrh nové maturitní zkoušky, jejíž součástí jsou katalogy požadavků ke společné části maturitní zkoušky. Z těchto katalogů lze vyčíst standardní učivo každého předmětu. Základní učivo je v katalozích tříděno do tematických okruhů, pro každý okruh se zde diskutují specifické cíle, roztríděné podle cílových kompetencí.

Prostudujeme-li si obsahy maturitních požadavků ostatních přírodovědných předmětů, vždy najdeme astronomické kapitoly. Některá témata se objevují v chemii (jaderné reakce, složení vzduchu, voda), jiná v biologii (teorie vzniku života, ozónová vrstva a skleníkový jev). V zeměpise je jako první téma uvedena kapitola Země jako vesmírné těleso. Jmenujme součásti této kapitoly:

- Používání jednotlivých pojmů, jako jsou *vesmír*, *kosmická tělesa*, *galaxie*, *světelný rok* aj.
- Tvar a složení Země
- Vysvětlení příčin střídání ročních dob a dne a noci

- Popis oběhu a rotace Země
- Zatmění Slunce a Měsíce
- Porovnání vlastností Země s ostatními planetami ve sluneční soustavě
- Vliv Měsíce a Slunce na Zemi

Jak píše Pudivítr (2003b), astronomická témata, ovšem ne na přírodovědné úrovni, bývají zařazována i do výtvarné výchovy (většinou tématicky zaměřenými pracemi, jako například Život ve vesmíru, kresba Měsíce) a do cizích jazyků (jazykové učebnice, zejména ty anglické, obsahují články o mimozemšťanech nebo o dobývání cizích planet).

Kapitola 2

Výuka astronomie ve světě

O popularizaci astronomie toho bylo napsáno mnoho, o tom, jak učit astronomii také - základním pramenem je však stále sborník Pasachoff a Percy (1990). Situace na poli výuky astronomie na středních školách ve světě se ovšem radikálně mění, stejně jako se mění vzdělávací systémy na středních školách po celém světě (viz Dodatek A.3). Přesto, jak píše Stavinschi (2003), astronomické vzdělávání stále není součástí učebních plánů velké většiny států, objevuje se až neslýchané rozšiřování astrologie a dalších pseudověd. Situace se navíc mění i stále silnější úlohou masmédií (zejména internetu), které rozšiřují nové vědecké poznatky.

O ucelený přehled stavu výuky astronomie se snaží Mezinárodní astronomická unie (IAU) ve své Komisi 46, která byla založena roku 1967 pod názvem *Teaching of Astronomy* (Výuka astronomie). Tato komise byla následně v roce 2000 zreorganizována pod názvem *Astronomical Education and Development* (Astronomické vzdělávání a rozvoj). Bohužel se tato komise v žádné své sekci nezabývá a priori astronomickým vzděláváním ve školách.

Tato komise vydala v roce 2003 prohlášení o důležitosti astronomického vzdělávání, které určitým způsobem odráží celkovou nutnost astronomického vzdělání pro všechny, kteří chtějí žít v moderní společnosti:

Mezinárodní astronomická unie s ohledem na to, že:

1. vědecká a matematická gramotnost a pracovní síla vyškolená ve vědě a technologiích jsou nezbytnými předpoklady pro udržení zdravé populace, životního prostředí a prosperující ekonomiky jakéhokoli státu,
2. kvalitně vyučovaná astronomie tříbí racionální, kvantitativní uvažování, a také pochopení historie a podstaty vědy, což je tak jiné od učení pouze poznatkům a od pseudověd,
3. astronomie má prokazatelně kladný účinek v získávání zájmu mladých lidí o vědecké vzdělávání a o technologie, a tím pádem také

o zaměstnání ve vědeckých oborech týkajících se nejen výzkumu kosmu, stejně jako v průmyslu,

4. kulturní, historické, filozofické a estetické hodnoty astronomie pomáhají utvářet lepší porozumění mezi přírodními vědami a uměním a humanitními předměty,
5. mnoho vědeckých a vzdělávacích institucí a vládních agentur vytvořilo množství testovaných, volně šiřitelných vzdělávacích astronomických materiálů pro všechny stupně vzdělání,

doporučuje, aby

1. národní vzdělávací systémy obsahovaly astronomii jako nedílnou součást školních osnov jak na základních, tak na středních školách, buď samostatně nebo jako součást jiného přírodovědného předmětu,
2. národní vzdělávací systémy a národní učitelská sdružení pomáhala učitelům na základních a středních školách k lepšímu přístupu k již existujícím a budoucím astronomickým zdrojům, aby mohli zvýšit efektivitu výuky a vzdělanosti v přírodních vědách,
3. národní zástupce v IAU a v komisi vyvolal pozornost národních vzdělávacích systémů k těmto zdrojům poskytnutým pro astronomii,
4. členové unie a všichni ostatní astronomové přispěli ke školení nové, vědecky gramotné generace, a to pomocí místním učitelům všech stupňů vyjádřit nadšení pro astronomii a vědu jako takovou.

Samozřejmě ne každá země na světě nyní přesně vyhovuje těmto přáním. Jen velmi málo zemí na světě se může pochlubit například astronomií jako nedílnou součástí školních osnov. Mnoho států, zejména rozvojových, má velké problémy se čtením, psaním a počítáním obyvatel, natož aby se zajímaly o astronomickou gramotnost.

2.1 Evropské státy

Situace ve výuce astronomie v Evropě je poměrně složitá. Každý stát má totiž jiné učební plány, navíc každý rok dojde v některém evropském státě ke změně učebních osnov. Přesto se dají najít skupiny států, které se s výukou astronomie potýkají stejným způsobem (viz tabulka 2.1). Toto rozdělení jsem použil na jednak nám velmi blízké státy střední Evropy (Polsko, Maďarsko, Rakousko, Slovensko), potom na některé ekonomicky vyspělejší státy (Francie, Německo, Velká Británie), jeden stát severní Evropy (Finsko) a státy s novými osnovami (Litva, Řecko). Belgii jsem vybral pro absenci astronomie, Rumunsko z důvodu ukázky státu,

typ A	Belgie, Německo	pouze astronomické příklady v přírodních vědách
typ B	Chorvatsko, Francie, Litva, Maďarsko, Polsko, Rakousko, Rusko, Slovensko, Velká Británie	astronomie jako součást nějakého předmětu
typ C	Finsko, Rumunsko, Řecko	astronomie jako speciální seminář

Tabulka 2.1: Rozdělení evropských států podle způsobu výuky astronomie na středních školách.

kde je rozdílná výuka specializací na středních školách. Nakonec musím jmenovat Rusko, a to jako stát s velmi vyspělou kosmickou technologií.

Typem A jsou státy, u kterých se astronomie na středních školách vůbec neobjevuje, nebo pouze jako aplikace v některých předmětech. Mezi takové státy patří **Belgie**, ve které existují tři jazyky (dva úřední) - proto je zde situace poměrně složitá. V každé jazykové oblasti existují jiné učební osnovy, a dokonce jiná struktura vzdělávání, je tedy složité, až nemožné prezentovat skutečný stav výuky astronomie na středních školách. Většina astronomické výuky (v příkladech ostatních předmětů) je zajišťována učiteli, kteří mají astronomii jako koníček.

Pokud bych měl jmenovat některý evropský stát, který má velké mezery ve výuce astronomických znalostí na středních školách, potom je to jistě **Německo**. Ač má německá veřejnost ohromný zájem o astronomii a astrofyziku, přírodní vědy jsou stále vyučovány velmi špatně (toho si všiml i mezinárodní projekt pro hodnocení výuky v evropských zemích *Pisa-Studie*). Hlavním nedostatkem alespoň z mého pohledu je stále ne příliš dobrá příprava studentů v matematice, což se projevuje poté v přírodních vědách.

Typem B označuji státy, které mají astronomii jako součást nějakého přírodovědného předmětu. Zařazením by sem patřila i Česká republika. Nejpodobnější situace je samozřejmě na **Slovensku**, kde je výuka astronomie zařazena do učebních osnov fyziky do posledního, maturitního ročníku. V současné době (Babiaková 2002) je však nepovinná, záleží tedy na každém učiteli, zda astronomii do osnov zařadí. Někteří učitelé také využívají astronomické příklady jako aplikace jiných fyzikálních oborů.

V **Rakousku** je astronomie také zahrnuta do výuky fyziky, a to do předmětu Aplikovaná fyzika. Stejně jako pro Německo ovšem platí, že astronomická témata nejsou vyučována na tak velké odborné úrovni, a to hlavně kvůli slabší matematické přípravě studentů.

Rusko je co do popisu výuky astronomie velmi složitá země. Výuka astronomie zde na středních školách není povinná, přesto se alespoň část škol snaží astronomii vyučovat jako volitelný předmět ve vyšších ročnících (a to především ve velkých městech, jakými jsou Moskva či Sankt Petěrburg), celkově je to však méně než 30 % všech škol. V takovém případě však výuka obsahuje všechna moderní témata.

Jedná se o zásluhu konkrétních učitelů na té které škole. Pokud není vyučována astronomie tímto způsobem, pak se astronomická témata dostávají jako fyzikální témata do hodin fyziky, případně do jiných hodin (jako např. viditelné pohyby nebeských těles do zeměpisu). Je potřeba také zmínit velmi kvalitní, dvoukolovou astronomickou olympiádu, která má přímou návaznost na mezinárodní astronomickou olympiádu (viz Dodatek C.2). Budoucností astronomie na středních školách v Rusku je podle A. V. Zasova, profesora na Moskevské státní univerzitě, zejména tvorba plánů výuky astronomie pro třídy se speciálním matematickým a fyzikálním zaměřením, přičemž ostatním bude zanecháno nezbytné minimum.

Dalším podobným státem je **Maďarsko**. Astronomie opět není v osnovách věnována samostatné místo, veškerá astronomická témata jsou tak vsunována do ostatních přírodovědných předmětů. Kapitoly o Zemi a jejím místě ve sluneční soustavě jsou vyučovány v zeměpise, ve fyzice potom velké místo zaujímá výklad gravitační síly. Další témata jsou zahrnuta do výuky těmi učiteli, kteří astronomii považují za důležitou.

Velmi podobně, avšak ze střeoevropských zemí pravděpodobně nejlépe, je na tom **Polsko**, kde se učí astronomie jako součást povinného předmětu Fyzika a astronomie. Tento předmět obsahově připomíná svým řazením naši fyziku, avšak více je zde prezentována samotná astronomie. Témata tohoto předmětu jsou: Svět fyziky, Vlastnosti materiálů, Energie, Teplo jako forma přenosu energie, Pohyb a síly, Oscilace a mechanické vlnění, Gravitace a základy kosmologie, Geometrická optika, Elektrický náboj a proud, Magnetické pole, Elektromagnetické vlnění a Jaderná fyzika.

Litva je státem, kde existuje předmět Astronomie, který si volí 12 % studentů. Přesto dojde opět ke změně v učebním systému. V roce 2004 budou školy rozděleny na dvě skupiny: v prvním typu škol budou dominovat přírodovědné předměty a matematika, v druhém typu škol budou dominovat humanitní a společenské vědy. Na prvním typu škol se astronomie stane součástí hodin fyziky, na druhém typu škol se některé astronomické otázky objeví v předmětu Přírodní vědy.

Situaci na školách ve **Velké Británii** popsal Pickwick (1997). Anglické střední školy mají dva stupně: *junior high school* a pro nás klasickou *high school*. Student ve věku 16 let má velmi podobné znalosti jako český absolvent základní školy. Přesto na rozdíl od našeho žáka skládá povinný test z předmětu *Science*, který obsahuje i astronomické poznatky (např. sluneční soustava, relativní a skutečné pohyby objektů ve vesmíru, gravitační síla, vývoj vesmíru). Pokud student studuje dál (věk 16-18 let), potom si vybírá 3 hlavní předměty (situace ve Skotsku je jiná: neexistují tam národní učební osnovy, astronomie chybí). Nejčastějšími přírodovědnými kombinacemi jsou matematika-fyzika-chemie a biologie-fyzika-chemie, tyto kombinace si však vybírá málo studentů, a tak se plánuje zjednodušení fyziky. Studenti těchto kombinací skládají tzv. *Advanced Level Physics Examination*, neboli pokročilou zkoušku z fyziky, také z astrofyziky, která je součástí hodin fyziky. Obsah astrofyziky je v tabulce 2.2.

Optika	čočky (ohnisková vzdálenost, zobrazovací rovnice), optická vlákna, detektory (oko, fotoaparát, fotogr. emulze, optické dalekohledy)
Záření	užití ohybu a interference, absolutně černé těleso, spektrum, rádiová astronomie
Klasifikace hvězd	klasifikace podle jasnosti (zdánlivá a absolutní hvězdná velikost), podle teploty (Wienův zákon), podle spektrální třídy HR diagram, černé díry
Vzdálenosti hvězd	trigonometrická a spektroskopická paralaxa, cefeidy
Další témata	Dopplerův jev (červený posuv, dvojhvězdy), radary (vzdálenosti planet), kvasary (užití v kosmologii)

Tabulka 2.2: Obsah zkoušky z astrofyziky v *Advanced Level Physics Examination* v Anglii.

Ve **Francii**, jak píše v prvním dodatku svého článku Gerbaldi (2002), se astronomické kapitoly objevují ve třech předmětech: ve fyzice ilustrují astronomické příklady fyzikální zákony, ve Vědě o životě a Zemi a zčásti v matematice. V prvním ročníku vyšších středních škol se objevují témata sluneční soustava (v předmětu Věda o životě a Zemi), vznik chemických prvků a jejich množství ve vesmíru (chemie), a potom témata fyzikální (viz tabulka 2.3). Na další dva ročníky si studenti vybírají specializaci (vědeckou, literární nebo humanitní). Literární a humanitní specializace obsahují jen velmi málo astronomických poznatků, spíše se diskutují zajímavosti z tohoto oboru (Koperníkova představa sluneční soustavy, zavedení kalendáře, jak vznikly hvězdy). Studenti vědecké specializaci mají dále astronomické kapitoly v přírodovědných předmětech (viz tabulka 2.3).

Chorvatsko se snaží zrenovovat učební osnovy tak, aby byly kompatibilní s osnovami států Evropské unie. Základní astronomické poznatky, jako naše místo ve vesmíru či pohyby Země a ostatních planet, se vyučují ve fyzice a v zeměpisu. Školy mohou nabízet i nepovinný předmět Astronomie, jehož učební osnovy jsou vytvořeny Chorvatskou astronomickou společností. Obsahem předmětu jsou: základy nebeské mechaniky, sluneční soustava, galaktická astronomie a astrofyzika. Obtížnější kapitoly může učitel z kurzu vynechat, záleží na schopnostech studentů. V Chorvatsku existuje pár astronomických knih, které lze využít pro výuku, ale školy využívají i materiálů dosažitelných na internetu - jak v chorvatštině, tak v angličtině.

V **Řecku** došlo v roce 1999 ke změně učebních osnov, a tím se dostalo do typu C. Astronomie se stala z dobrovolného předmětu předmětem povinným. V sou-

1. ROČNÍK	všechny třídy
Zdroje světla	Slunce, hvězdy, planety, komety
Šíření světla	zatmění
Rychlost světla	světlo - posel nebeských těles
Světlo jako vlnění	spektrum Slunce a hvězd
Energie světla	výkon slunečního záření
Záření gama	gama obraz naší galaxie
2. ROČNÍK	vědecká specializace
Pozorovatel a pohyb	pohyby ve sl. soustavě geo- a heliocentrismus Dopplerův jev, červený posuv spektra hvězd, rozpínání vesmíru
Vyzařování a barvy	spektrum abs. černého tělesa teplota Slunce, čarové spektrum
Slunce a jeho aktivita	měření sluneční konstanty albeda
3. ROČNÍK	vědecká specializace
Historie a vývoj Země	velký třesk tvorba chem. prvků, hvězd a planet
Silová pole ve vesmíru	gravitace a pohyb planet magn. pole Země a Slunce
Viditelné a neviditelné světlo	fotony, čarové spektrum spektra hvězd

Tabulka 2.3: Astronomická témata vyšších středních škol ve Francii.

Úvod	struktura vesmíru
Nebeská sféra	její otáčení
Země	velikost, tvar, zemské souřadnice, rotace
Zemský vývoj	
Čas	jeho měření
Vzdálenosti	určování vzdáleností ve vesmíru
Nebeská mechanika	zdánlivé a skutečné pohyby planet, Keplerovy zákony, gravitace, pohyb Měsíce, fáze, zatmění
Studium vesmíru	metody a přístroje
Slunce	rozměry, metody pozorování, energie, teplota, stavba Slunce
Sluneční soustava	planety, měsíce, komety, planetky, . . .
Hvězdy	hvězdná velikost, teploty hvězd, klasifikace, dvojhvězdy a vícenásobné systémy
Vesmírné objekty	mlhoviny, galaxie, kupy galaxií, . . .
Vývoj vesmíru	vznik a vývoj nebeských těles
Kosmický výzkum	

Tabulka 2.4: Osnova výuky astronomie v Rumunsku.

časné době jde o úvodní kurz, vyučovaný ve druhém ročníku lycea. Studenti poté skládají na konci roku zkoušku ze základních astronomických znalostí. S ohledem na tuto změnu došlo i k úpravě témat, která se vyučují. Jedná se o historii astronomie, pozorování a přístroje, sluneční systém, Slunce, hvězdy, galaxie, kosmologii, vesmírné sondy a naše místo ve vesmíru.

Do roku 1978 byla astronomie na středních školách v **Rumunsku** samostatný předmět (Rusu 1997). Po další reformě v roce 1990 se opět dostala do osnov posledního ročníku matematicko-fyzikální větve lyceí, a to s dotací 1/0¹. V Rumunsku existují ještě větve informatická, biologicko-chemická a humanitní. Osnova výuky astronomie je v tabulce 2.4. Zajímavostí rumunského systému je, že astronomii učí matematici, kteří se ji učí ve třetím ročníku fakult.

Finsko, jedna ze severských zemí, má poměrně složitý středoškolský učební systém, alespoň z pohledu středoevropské tradice. Každý student si vlastně zapisuje svoje vlastní semináře, které škola nabízí, a tak studium alespoň částečně připomíná studium na středoevropské univerzitě. Mnohé školy nabízejí astronomické semináře. Finsko se společně s dalšími evropskými státy snaží v projektu *European Association of Astronomy Education* (viz Dodatek B) vytvořit celoev-

¹Jedna hodina týdně bez půlených hodin.

ropské učební osnovy pro astronomii.

Pokud mám na závěr zhodnotit výuku astronomie v evropských zemích, potom je na velmi dobré úrovni. Zařazením astronomie buď jako samostatného semináře nebo jako součásti jiného přírodovědného předmětu je na podobné úrovni jakou mají státy severoamerického kontinentu. Přesto se snaží vyučovat astronomii více matematicky, a tak spíše připomíná svou obtížností úvodní kurzy astronomie pro neastronomy na amerických vysokých školách.

2.2 Spojené státy a Kanada

V USA až dosud nebyly vytvářeny celonárodní standardy výuky, tedy analogie našich učebních plánů. Zatímco u nás je dodržování státem schválených učebních plánů povinností (učitel si může pouze omezeně zvolit, co bude učit), každá americká škola si své učební plány vytvářela sama. Je za ně sama zodpovědná a neexistují žádné národní předpisy, které by je upravovaly.

Proto by průřez výukou astronomie byl velmi chaotický. Ač se o celonárodních standardech diskutovalo už od konce 80. let minulého století, začalo se s jejich vytvářením až v poslední době (*US. National Teaching Standards*). Jsou vytvořeny pro všechny vyučované předměty a rozděleny na stupně K4², K5-8³ a K9-12⁴. Úkolem standardů však není učitele donutit podle nich učit, ale popsat, co by měli učitelé pochopit a být schopni učit. Astronomie je součástí standardů předmětu *Science*, a to v kapitole Vědy o Zemi a vesmíru (*Earth and Space Science*). Tabulka 2.5 shrnuje základní oblasti této kapitoly pro všechny stupně.

V středoškolských stupních K9-12 studenti pokračují ve studiu zemského systému, který začal již v nižších stupních. Nejprve se soustředí na hmotu, energii, dynamiku tektonických desek, cyklické a geochemické procesy, a snaží se tak pochopit všechny změny probíhající na Zemi. Studují koloběh vody a uhlíku, změny klimatu a vývoj živočišných druhů. Poté navazují na poznatky o pohybu nebeských objektů získané v nižších stupních. Pokračují v mnohem abstraktnějším zkoumání celého vesmíru, zahrnujícím jeho vznik, vývoj i možnosti jeho zániku. Standardy také upozorňují na to, že vzhledem k pokročilosti vědy v této oblasti je přímý experiment obvykle těžko realizovatelný, a proto je důležité soustředit bádání v hodinách na otázky, které lze zodpovědět využitím pozorovaných dat, na porozumění základům vědy a na procesy úvahy a dedukce. Součástí standardů je i základní soupis vědeckých otázek, kterým by se měli učitelé v hodinách *Science* věnovat. Je však stále na učiteli, jaký prostor dá jakému tématu, jakým způsobem si rozvrhne látku či jaké pomůcky či materiály použije.

²Obvykle jde o poslední ročník *grammar school* pro děti přibližně desetileté.

³*Middle school* nebo *junior high school* pro děti mezi 11 až 14 lety, odpovídá našemu druhému stupni ZŠ.

⁴Studenti *high school* ve věku 15 až 18 let, srovnatelné s naší střední školou.

stupeň K4	Vlastnosti zemských materiálů Objekty na obloze Změny na Zemi a na obloze
stupeň K5-8	Struktura systému Země Historie Země Země jako součást sluneční soustavy
stupeň K9-12	Energie v systému Země Geochemické cykly Vznik a vývoj zemského systému Vznik a vývoj vesmíru

Tabulka 2.5: Základní oblasti kapitoly *Earth and Space Science*.

Základní vědecké otázky jsou zařazeny k tématům kapitoly *Earth and Space Science*:

Energie v systému Země:

- Zemský systém využívá vnější i vnitřní zdroje energie, oba vytvářejí teplo. Základním zdrojem vnější energie je Slunce, mezi vnitřní zdroje energie řadíme rozklad radioaktivních izotopů a počáteční gravitační smršťování hmoty při vzniku Země.
- Pohyb tektonických desek je způsoben prouděním tepla z centra Země.
- Zahřívání zemského povrchu a atmosféry Sluncem způsobuje proudění v celé zemské atmosféře (větry) a v oceánech (mořské proudy).
- Globální klima je dáno přenosem energie ze Slunce k zemskému povrchu. Přenos energie je ovlivněn dynamickými procesy, jako například tvorbou mraků či zemskou rotací, a statickými podmínkami, jako umístěním horských masivů a oceánů.

Geochemické cykly:

- Systém Země se v podstatě skládá z neměnného množství stabilních chemických prvků. Každý prvek vykonává určitý geochemický koloběh mezi pevninou, oceány, atmosférou a organizmy.
- Koloběhy prvků jsou poháněny vnějšími i zemskými vnitřními zdroji energie. Tyto pohyby jsou často doprovázeny chemickými a z nich plynoucími fyzikálními změnami látek. Například uhlík se objevuje ve formě vápence ve skalách, jako plynný oxid uhličitý v atmosféře a jako součást molekul všech organismů.

Vznik a vývoj zemského systému:

- Slunce, Země a ostatní objekty sluneční soustavy vznikly asi před 4,6 miliardami let z pramlhoviny, obsahující prach a plyn. Mladá Země se od té dnešní velmi lišila.
- Geologicky lze stáří Země určit z pozorování sledu hornin a s použitím fosilií, které s horninami souvisejí. Současné metody včetně použití rozpadu radioaktivních prvků dokáží určit stáří hornin.
- Vzájemné vztahy mezi pevninami, oceány, atmosférou a organizmy jsou výsledkem probíhající evoluce zemského systému. Některé změny, jako zemětřesení či vulkanické erupce, můžeme pozorovat i během jednoho lidského života, ale většina procesů jsou procesy dlouhodobé, trvající milióny let, jako například tvorba horstev či posuny tektonických desek.
- Důkazy jednobuněčných organizmů - bakterií - sledujeme od doby před více než 3,5 miliardami let. Vývoj života způsobil velké změny v zemské atmosféře, která dříve neobsahovala kyslík.

Vznik a vývoj vesmíru:

- Vznik vesmíru zůstává jednou z největších otázek vědy. Teorie velkého třesku předpokládá, že vesmír vznikl před 10 až 20 miliardami let, když byl vesmír ve velmi horkém stavu; podle této teorie se vesmír do dnešní doby rozpíná.
- Miliardy galaxií, z nichž každá je gravitačním shlukem miliard hvězd, tvoří většinu viditelné hmoty ve vesmíru. Samotné hvězdy pak vznikly gravitačním kolapsem rotujících oblaků plynu, složeného zejména z vodíku a hélia.
- Hvězdy vyrábějí energii jadernými reakcemi, především jadernou fúzí vodíku na hélium. Tyto a další procesy ve hvězdách vedly k tvorbě ostatních prvků.

Zajímáme-li se o **Kanadu**, situace je podobná situaci ve Spojených státech. Neexistují celonárodní učební osnovy, osnovy si vytváří každá provincie sama, přičemž se s ohledem na astronomii velmi liší. Např. v Britské Kolumbii jsou součástí osnov prvního ročníku na středních školách základní poznatky o sluneční soustavě a o vesmíru, zatímco v provincii Quebec již na středních školách astronomické téma chybí. Na mnohých středních školách je vyučován projekt *Pan-Canadian Science Project*, který obsahuje některé astronomické poznatky v K9, a buď v K11 nebo v K12 (viz tabulka 2.6). Hlavním problémem ve výuce je to, že učitelé nemají takové astronomické znalosti. Stejně jako je tomu v jiných státech, i zde byla zprovozněna webová stránka pro podporu učitelů na školách s názvem *Canadian Astronomy Education*.

stupeň K9	Výzkum kosmu	jevy sluneční aktivity na Zemi složení sluneční soustavy zdánlivé pohyby těles sluneční soustavy teorie vzniku a vývoje vesmíru základní klasifikace objektů ve vesmíru teorie vzniku a vývoje sluneční soustavy
stupeň K11(12)	Astronomie	stavba hvězd v různých fázích života životní cyklus hvězd porovnání různých typů galaxií metody proměřování vesmíru diskuze teorií vzniku vesmíru

Tabulka 2.6: Astronomická témata v kanadském projektu *Pan-Canadian Science Project*.

2.3 Austrálie a Oceánie

Za pozornost stojí pouze výuka astronomie v **Austrálii**, velmi podobná je situace na Novém Zélandu. Vzdělávací systém v Austrálii řadí astronomická témata do předmětu *Science*. Struktura systému je podobná americkému. Existuje zde projekt *Science Australia*, který řadí přírodovědná témata do 7 až 10 ročníku⁵. V devátém ročníku se z astronomických témat objevuje kapitola *Je někdo tam venku?*, která diskutuje vesmírné technologie užitečné pro proměřování, zkoumání a dobývání vesmíru, stejně jako užitečné výsledky tohoto dobývání, jako je například celosvětová komunikační síť. Studentům je předložena otázka názvu kapitoly k posouzení. V desátém ročníku se objevuje kapitola *Vývoj Země a života*. Otázky našeho umístění ve vesmíru se objevují v předcházejících ročnících. Celkově se dá říci, že je tématicky předmět *Science* věnován praktičtějšímu pohledu na přírodní vědy.

2.4 Latinská Amerika

Pro popis situace výuky astronomie na středních školách vyberme nejprve nejsilnější stát z regionu - **Brazílii**. Jak píše Kantor (2001), astronomie jako samostatný předmět na středních školách v Brazílii naprosto chybí, což je dáno zejména absencí astronomických kurzů při přípravě středoškolských učitelů na vysokých školách. Existují plány na zařazení astronomie do výuky fyziky (jako její nedílné součásti), případně jako předmět, který určitým způsobem propojí ostatní předměty. Návrhy se zejména týkají zařazení některých fyzikálních jevů, které přímo souvisejí s astronomií. Jedinou kapitolou ve fyzice je studium gravitace

⁵Ročník 10 odpovídá druhému ročníku střední školy.

Vesmír - 1. ročník	relativní pohyb hvězd a Slunce struktura sluneční soustavy poziční astronomie (hvězdy a souhvězdí) pohyby Měsíce, povrch Měsíce
Astrofyzika - 4. ročník	zdroj energie, přenos energie na Slunci Planckův vyzařovací zákon hvězdná velikost, paralaxa, teplota hvězd Keplerovy zákony hvězdný vývoj

Tabulka 2.7: Astronomická témata ve fyzice na středních školách na Kubě (stav k roku 1992).

v mechanice.

Na popud Dr. Johna Percyho, prezidenta Komise 46 IAU v letech 1994-1997, a Paula S. Bretonese, tehdejšího koordinátora sekce pro výuku a veřejnost společnosti LIADA (*Ibero-America Astronomy League*), vznikla skupina pro výuku astronomie v Latinské Americe, podobná skupině pro výuku astronomie v asijsko-pacifickém regionu (viz str. 23). Tato skupina založila na 18. výročním zasedání brazilské astronomické společnosti v srpnu 2002 časopis *Latin-American Journal of Astronomy Education*, který si dává za úkol především zaplnit absenci podobných publikací v Latinské Americe. Jednou ze sekcí elektronicky vydávaného časopisu bude i sekce didaktických zdrojů.

V **Argentíně** opět astronomie na středních školách chybí, hlavním důvodem je absence astronomie při přípravě učitelů. Přesto na několika středních školách probíhá výuka astronomie jako samostatného nepovinného předmětu, někde se astronomie dostala v příkladech do výuky fyziky. Chybějící přípravu učitelů se snaží doplnit astronomické instituce, které nabízejí astronomické kurzy pro učitele.

Podobná situace je nyní v **Kolumbii**, kde však některé střední školy, zejména v hlavním městě Bogota, vlastní malé dalekohledy (o průměrech 20-25 cm). Studenti těchto škol tak mohou pozorovat sluneční skvrny, Měsíc, některé planety a obláčky galaxií. Jedná se však spíše o soukromou iniciativu škol, nejedná se o zájem třeba ministerstva školství.

Překvapivě kvalitní výuku astronomie měla Kuba (Gómez 1992). Astronomie se dostala do výuky fyziky v prvním a v posledním ročníku středních škol (viz tabulka 2.7). Kapitola Vesmír je koncipována jako nematematický kurz (učitelům jde o to, aby studenti dokázali popsat vesmír a objekty v něm bez matematických vzorců). Kapitola Astrofyzika pak využívá matematických znalostí studentů a vyjadřuje astrofyzikální a astronomické zákony. Nové informace o výuce po roce 1992 se bohužel nepodařilo zjistit.

2.5 Asijské státy

Oblast Asie je velmi rozsáhlá, nachází se v ní kromě několika hlavních, ekonomicky vyspělých států také mnoho států rozvojových. V rozvojových státech se vůbec nedá hovořit o zakomponování astronomie do středoškolských osnov. Neexistence výuky astronomie ve většině států regionu je způsobena zejména špatným nebo malým vybavením vysokých škol astronomickými přístroji, také však neprosazením astronomie jako tématu do učebních osnov. Pokud v některém ze států existuje astronomická společnost, snaží se alespoň pomoci učitelům na středních školách nabízením informací na internetových stránkách, protože astronomická témata jsou pro většinu středoškoláků zajímavá.

Jako ukázkové příklady výuky astronomie jsem vybral arabské státy Irák a Jordánsko a tradičně velmi silné státy (jak politicky, tak ekonomicky) Indii, Čínu a Japonsko. Překvapivě je astronomie vyučována i v Thajsku.

Jak píše Al-Naimiy (2001), astronomie velmi ovlivnila arabskou historii a kulturu posledních 4000 let. Původ tohoto ovlivnění je nutné hledat ve starověké Mezopotámii a Egyptě. Přesto je astronomie na arabských středních školách učena minimálně nebo vůbec ne. Jedinými státy jsou Egypt (viz str. 25), Irák a Jordánsko. V **Iráku** se astronomie vyučuje v kurzech fyziky, a to zastoupením některých témat (den a noc, systém Země - Měsíc, sluneční soustava, hvězdy). Tato témata jsou rozmístěna v různých ročnících. Trochu větší zastoupení má astronomie v **Jordánsku**, kde je vyučována v astronomických kurzech. Základními tématy jsou: systém Země - Měsíc, den a noc, roční období, sluneční soustava, hvězdy, Mléčná dráha, galaxie a vesmír.

Jak píše Biswas (1994), v **Indii** vyučují astronomická témata učitelé fyziky a zeměpisu. Základními poznatky jsou pouze informace o sluneční soustavě a detailní popis Země. Další poznatky se liší oblast od oblasti. Největšími problémy ve výuce (kromě problému výuky astronomie ve dne) jsou nedostatek učitelů a obavy studentů, neboť pouze velmi dobře matematicky připravení studenti látku zvládají.

Lidová republika Čína má přírodovědné předměty zahrnuté v předmětu *Science* (viz Lai 1995). Velkým problémem je ovšem vzdělání jednotlivých učitelů fyziky a zeměpisu. Proto se snaží astronomické společnosti v jednotlivých provinciích pořádat pro učitele astronomické kurzy. Deng-li (1993) popisuje spolupráci ministerstva školsktví s pekingským planetáři, které pořádalo půlměsíční kurzy pro učitele a studenty, připravující se na tuto profesi na vysokých školách. Dle Desheng (1993), který se zabýval výukou astronomie v Šanghaji, tak díky těmto kurzům probíhaly na 10 středních školách nadstandartní astronomické kurzy pro studenty. V Hongkongu je pak situace složitější, neboť žádná vysoká škola nenabízela kurz astronomie, a tak ani učitelé o astronomii příliš nevěděli (Suen, Ng a Leung 1993).

Vzdělávací systém v **Japonsku** se postupem času proměnil. Až do roku 1968 byly přírodovědné předměty vyučovány velmi dobře. Na vyšší střední školu se však dostávalo pouze asi 70 - 80 % žáků nižší střední školy, což nakonec vedlo v letech

kurz Ia	Pohyby astronomických objektů a lidský život pohyby Slunce a hvězd na obloze a vzájemné změny poloh Země, Měsíce a Slunce
kurz Ib	Země ve vesmíru pohyby Země a planet, vznik, vývoj a zánik hvězd (i Slunce) - s využitím HR diagramu a energie hvězd
kurz II	Součásti kosmu rozmístění hvězd a plynu v galaxiích, typy galaxií, jejich vzdálenost od nás

Tabulka 2.8: Hlavní astronomická témata japonských kurzů Věda o Zemi (stav k roku 1990, Miyawaki 1990).

1968 a 1989 ke změnám přírodovědných kurzů. Na vyšších středních školách si tak studenti mohou vybrat předměty Obecná věda (ten obsahuje jen minimum astronomických poznatků v kapitole zabývající se pochopením přírody jako celku) nebo Věda o Zemi (tento předmět je rozdělen na 3 části, obsah jednotlivých částí viz tabulka 2.8). Problémem těchto kurzů je, že jsou navštěvovány jen asi 7 % všech studentů. Důvodem je jednak to, že studentům připadají příliš obtížné, také ovšem vytíženost studentů při přípravě na studium na vyšší škole. Jen malé procento učitelů je připraveno na výuku astronomie (Isobe 1993). Poslední změny učebních osnov se staly v roce 2001 na nižších středních školách a v roce 2002 na vyšších středních školách. Počet hodin se snížil, neboť se soboty staly volnými dny. Z astronomických témat se na nižších středních školách objevuje pouze sluneční systém a souhvězdí.

Přesto je nutné jmenovat časopis, který se 15 let snažil pomáhat v astronomickém vzdělávání: jedná se o časopis *Teaching of Astronomy in the Asian-Pacific Region*, který vznikl na základě regionálního setkání Mezinárodní astronomické unie v Pekingu v roce 1987. Na tomto setkání byla založena i pracovní skupina pro astronomické vzdělávání v asijském regionu. Bohužel, časopis z finančních důvodů přestal po 20. čísle z listopadu 2003 vycházet.

Zakomponovat astronomii do vzdělávacího systému se podařilo v **Thajsku**, kde byla od roku 2003 zahájena výuka podle nových učebních osnov. Astronomie se na středních školách stává stejně důležitým předmětem jako je matematika či fyzika. Na nižší střední škole se žáci seznamují se základy sluneční soustavy, souhvězdími, kosmickým výzkumem a životem ve vesmíru, obsah nepovinných kurzů pro poslední tři ročníky střední školy je v tabulce 2.9.

1. Charakteristiky slunečního povrchu
2. Sluneční skvrny, sluneční vítr, magnetické pole Země, sluneční bouře
3. Hvězdy (jaderná fúze, hmotnost, objem, vzdálenost, hvězdná velikost, jasnost)
4. Analýza hvězdného spektra (složení, teplota) a doba života hvězdy, červený a modrý posuv, pohyb hvězd
5. Typ hvězdy analýzou HR diagramu
6. Vznik a zánik hvězd
7. Slapy
8. Velký třesk, vesmír a galaxie

Tabulka 2.9: Astronomická témata thajských středoškolských stupňů *Mathayom* 4-6, Vanichai (2003).

2.6 Afrika

Jedinými dvěma státy, stojícím v této oblasti za pozornost, jsou Egypt a Jihoafrická republika. V **Egyptě** je výuka astronomie od roku 1993 neměnná. Ze základních škol se na střední školu dostávají studenti se základními znalostmi o sluneční soustavě, vesmíru a využití sluneční energie. Na střední školy se díky aktivitě Egyptské astronomické společnosti dostaly kapitola popisující gravitaci Země a pohyb umělých družic. Společně s ministerstvem školství probíhají i malé kurzy pro středoškolské učitele, kteří tak mají možnost se dozvědět v průběhu 12 dní základy astrofyziky, nebeské mechaniky a kosmologie.

Vláda v **Jihoafrické republice** změnila nedávno učební osnovy, a tak zmodernizovala zastaralý systém. V posledních ročnících 9 -12 (u nichž se změny projeví od roku 2004 - 2006) byl počet předmětů zredukován ze 124 na 35 (24 předmětů a 11 jazyků)! Hlavním směrem kupředu je nyní mimo dvou jazyků také povinná výuka matematiky. Kapitola astronomie pod názvem Země a za ní se dostala do výuky fyziky jako jedno z osmi témat. Na proškolení učitelů se tak nyní podílejí hvězdárny pořádáním workshopů.

Kapitola 3

Nové trendy ve výuce astronomie

Jak jsem již napsal v kapitole 1.2, astronomie na středních školách u nás je zejména přednášena. Navíc je tématicky stále kladen důraz na sluneční soustavu (také díky jejímu hlavnímu zastoupení v učebnici Macháček 1998). Přesto se ve světě objevují nové tendence, které vlastně odrážejí neustálý vývoj astronomie: objevují se nová astronomická témata, nové metody výuky (zejména obrovský nárůst projektů), a také nové plány výuky pro studenty především humanitního založení (kteří se nepříliš dobře orientují v matematice a přírodních vědách). V neposlední řadě se do výuky dostávají počítače (viz kapitola 4).

3.1 Nová témata

Potřebou inovace astronomických témat na střední škole se zabývá i Štefl (2002). Podle jeho názoru je nutné nejen změnit strukturu a rozsah jednotlivých kapitol jediné české učebnice astrofyziky, ale zejména zvýšit důraz na vlastní astrofyziku. Zároveň si uvědomuje, že není možné pokrýt všechny nové oblasti vědy, spíše je možné demonstrovat na vybraných příkladech fyzikální podstatu kosmických těles a jevů.

Obrovský rozvoj astronomie se objevil v posledních letech v oblastech, o kterých se Macháček (1998) nezmiňuje v potřebně šíři, případně se o nich nemohl zmínit:

- průzkum planet sluneční soustavy (zejména dobývání Marsu umělými sondami, výpočty jejich trajektorií)
- zobrazovací metody pro Slunce (družice pozorující Slunce atd.)
- obří teleskopy
- astronomie planetek, blízkozemní asteroidy
- nové metody proměřování vzdáleností (supernovy)
- zkoumání vzniku hvězd (detekcí IR záření)

- důkladnější zkoumání vícenásobných hvězdných systémů
- mezihvězdná hmota
- metody určení černých děr v jádrech galaxií
- nový vzorek dalekého vesmíru *Hubble Deep Field*
- kupy, nadkupy galaxií
- relativistická astrofyzika
- neutrinová astronomie
- gravitační vlny
- kosmologie

Zároveň se projevuje absence zajímavých úloh (těch, které zaujmou studenty) nebo úloh, které využívají skutečná data astronomů.

S možností využít veškerou fyziku pro výuku astronomie na střední škole přišli Štefl a Krtička (2003). Podle jejich koncepce je pro úspěšnost astronomie nezbytná vazba na fyzikální výuku, neboť je astrofyzikální výuka zařazena do fyziky. S jejich názorem je možné polemizovat, neboť již nyní se ukazuje, jak hodně spojovacích článků mají veškeré přírodovědné předměty při zkoumání vesmíru (příkladem může být např. zkoumání geologie Marsu, chemické a biologické pátrání po životě na dalších planetách a měsících sluneční soustavy), navíc se začínají uplatňovat i humanitní obory (výzkum lidské psychiky při mikrogravitaci či dlouhodobé izolaci na kosmické stanici, kosmické právo).

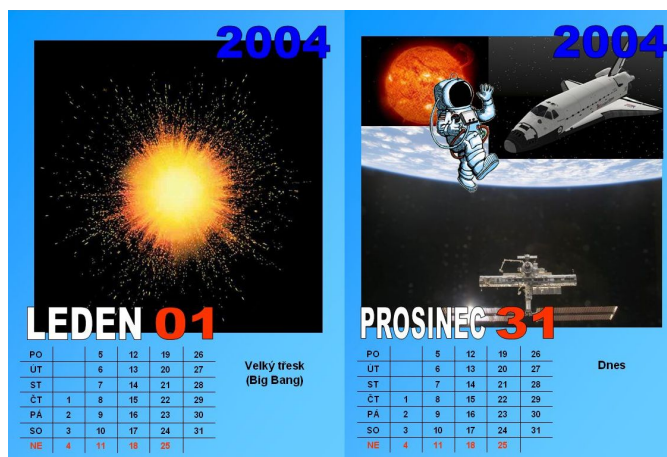
Přesto je jasné, že využitím návaznosti na předchozí vyučované fyzikální obory lze velmi pěkně vysvětlit přesný fyzikální popis dalších zajímavých otázek astrofyziky v práci zmiňovaných (vzdalování Měsíce od Země, tvorba nových hvězd, rychlá rotace neutronových hvězd a další).

Podle mého názoru je potřebné, aby se zajímavé nové astrofyzikální metody (témata) určitě objevily při výuce astronomie. Přesto se bojím umístění astrofyziky jako posledního tématu fyziky (více viz kapitola 5.2).

3.2 Aktivity v hodině

Astronomové, kteří raději vidí smysl astronomické výuky ve výuce fyzikálních principů či odvození, nedokáží pochopit, že aktivity v hodině (které mnohdy nemají právě fyzikální náboj) můžou pomoci studentům astronomické znalosti osvojit. Tyto hry tak získají pro astronomii mnohem více příznivců než nezáživné odvozování teoretických vzorců.

Záleží však především na klimatu ve třídě a ve škole: více teoretičtí studenti raději zpracovávají skutečná astronomická data, případně proměřují, více humanitně založení studenti naopak přivítají příklady ze života.



Obrázek 3.1: Možný první a poslední list kosmického kalendáře (vlastní práce autora).

Následující rozdělení do podkapitol je spíše orientační, některé úlohy lze velmi dobře aplikovat ve výuce různým způsobem. Nejedná se o výčet všech možných nápadů pro zpestření výuky, citované úlohy jsou spíše ukázkou možností.

3.2.1 Projektová výuka

Projektové vyučování je nejlépe popsáno v knize Petty (1996). Jedná se nejobecněji o konkrétní úkol, na který jsou studenti teoreticky připraveni a k jehož řešení je třeba vyvinout určité úsilí. Velmi často je výhodné k řešení úkolu sestavit tým, ve kterém každý člen převezme určitou pro něj přijatelnou úlohu. Projekty mohou být jednak velmi snadné úkoly s úzce vymezeným tématem, potom však také velmi těžké mezipředmětové akce blížíící se skutečnému vědeckému výzkumu. Projekty mohou zasahovat poměrně velkou část školního roku, případně jde o krátkodobé projekty týdenní či hodinové.

Projekt **STAR** (*Science Teaching through its Astronomical Roots* neboli výuka přírodních věd na základě astronomie) vznikl v *Harvard Smithsonian Center for Astrophysics* v Cambridge jako projekt pro podporu přírodních věd, které nejsou ve Spojených státech vyučovány na dostatečně vědeckém základě. Úkolem projektu bylo vytvořit pro učitele sadu metodických pomůcek (plánů hodin, demonstračních přístrojů, pracovních listů, aktivit pro studenty) tak, aby plně korespondovaly se školními osnovami předmětu *Science*. Nesmírnou výhodou pro učitele je ten fakt, že má k dispozici metodické pomůcky, se kterými se může seznámit na workshopu, tedy hlavně řeší jak učit, a ne co učit!

Velkým projektem, který se dá rozdělit na několik samostatných projektů, může být dnes velmi populární **Cesta na Mars**. Studenti (třeba celé školy) se rozdělí pod dohledem učitelů všech oborů na jednotlivé profese: teoretiky, inženýry, astro-

Objekt	Průměr / mm	Model	Vzdálenost do Slunce
Slunce	1400		
Merkur	5	hrášek	60 m
Venuše	12	lískový oříšek	110 m
Země	12	lískový oříšek	150 m
Mars	7	hrášek	230 m
Jupiter	140	grapefruit	800 m
Saturn	120	grapefruit	1,5 km
Uran	50	mandarinka	3 km
Neptun	50	mandarinka	4,5 km
Pluto	2	zrnko pepře	6 km

Tabulka 3.1: Model sluneční soustavy miliardkrát zmenšený, známý jako mandarinkový model (Macháček 1998, str. 12).

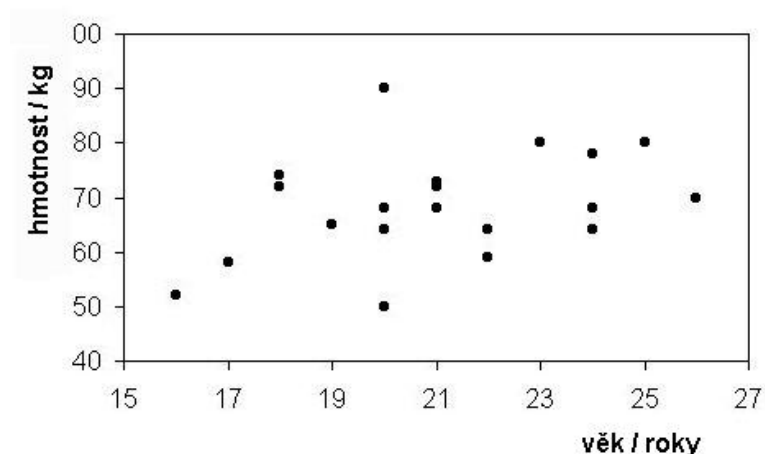
nauty, biology, chemiky, finančníky, politiky, psychology atd. Úkolem celého projektu je vypravit lidskou posádku na Mars. Teoretici dostanou za úkol vytyčit celou cestu na Mars (nastudují tedy příslušné kapitoly nebeské mechaniky), inženýři budou mít za úkol sestrojít skutečnou raketu (např. z plastových lahví), biologové získají informace o účincích mikrogravitace na člověka, budou mít za úkol zkoumat růst rostlin (hydroponie), chemici vyřeší výrobu kyslíku, fináčníci navrhнут rozpočet celé akce... Tak velký projekt již samozřejmě vyžaduje velmi dobře připravené pedagogy, kteří vedou jednotlivé skupiny studentů. Jednotlivé skupiny studentů spolu mají komunikovat, dle výsledků jiných skupin upravují vlastní výzkumy. Celý projekt pak končí prezentací celé práce.

Malým projektem, asi tak na týden, je projekt **kosmický kalendář**. Učitel požádá studenty, aby sehnali informace o kosmických událostech. Jejich úkolem je přepočítat jednotlivé události do škály jednoho roku. Vznik vesmíru tak nastal o půlnoci na první leden, dnešek je konec 31. prosince. Pro konkrétní dny pak studenti vyrobí listy kalendáře (viz obrázek 3.1).

3.2.2 Demonstrační výuka

O užitečnosti demonstrací v hodinách není nutné diskutovat. Demonstrační výuka je tedy vhodná i pro astronomii. Samozřejmě je astronomie na demonstrace velmi citlivá, protože ne vše se dá na rozdíl například od chemických reakcí či elektrických obvodů ukázat.

Do hodin se stejně jako na astronomické kroužky či tábory vždy hodí **vytváření modelu sluneční soustavy**. Tento model je notoricky znám (objevuje se prakticky ve všech astronomických učebnicích např. jako tabulka 3.1). Je však potřebné



Obrázek 3.2: Obdoba HR diagramu. Studenti vytvářejí graf závislosti hmotnosti člověka na jeho věku z dané skupiny lidí.

vyhradit si v učebním plánu alespoň jednu hodinu¹ na to opravdu model v terénu vytvořit. Zažil jsem učební hodinu, při které učitel pro motivaci zvolil tento model, ale pouze jako příklad, přičemž další hodiny model zkoušel. Studenti ovšem takový model neuměli reprodukovat. Možnost opravdu nechat studenty pohrát byla nahrazena memorováním.

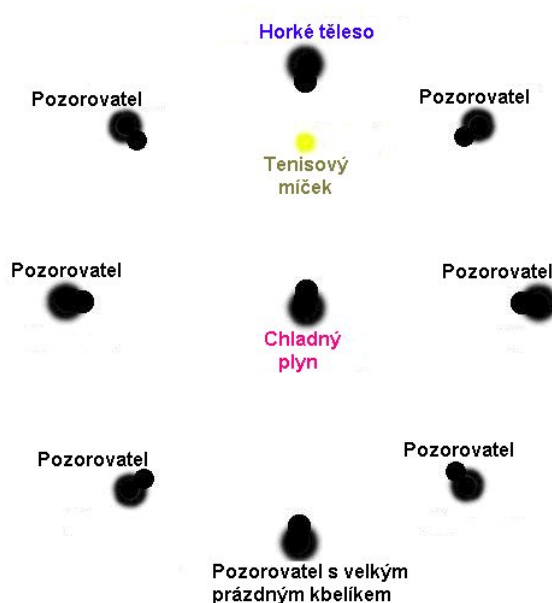
Na školách je ovšem potřeba rozvíjet i často méně vyučovaná témata z astronomie. Témata ze sluneční soustavy jsou zastoupena prakticky automaticky, modernější témata jako hvězdy, jejich spektra nebo galaxie zastoupena v takové míře nejsou. Uvedu ještě některé příklady demonstrační výuky.

Studenti jistě ocení motivační příklady ze života, jakým je například **obdoba HR diagramu** (viz obrázek 3.2). Užitečnost HR diagramu lze ukázat na diagramu, který studenti sami vytvoří ze svého věku a výšky. Na takto vytvořeném diagramu jim lze vysvětlit, že

- sice každé místo v diagramu může odpovídat nějakému myšlenému člověku, ale zákony přírody předem určitá místa vylučují,
- jednotlivé objekty se seskupují do určitých skupin (průměrní lidé, příliš otlí lidé, podvyživení),
- můžeme pomocí diagramu předem něco říci o jiné skupině lidí, u kterých opět známe diagram atd.

Díky takovému rozebrání situace se můžou studenti nejen snadněji orientovat ve vlastním HR diagramu, ale také třeba pochopí, co astronomy k takovému dělení vede.

¹Pro studenty vytyčující vzdálené planety spíše 2 hodiny.



Obrázek 3.3: Schéma postavení studentů při hře Kirchhoffovy zákony.

Podobnou aktivitou v hodině může být **demonstrace Kirchhoffových zákonů**. S touto aktivitou přišla astronomická sekce Univerzity ve Washingtonu. Úloha zapojuje kolem 9 studentů. Dále je potřeba zejména 70 tenisových míčků (10 červených, oranžových, žlutých, zelených, modrých, indigově modrých a fialových). Studenti se postaví tak, jak je vidět na obrázku 3.3. Student, který představuje horké těleso, má na začátku všechny tenisové míčky, které postupně hází na studenta, který představuje chladný plyn. Ten má za úkol chytat pouze oranžové a modré míčky, které po chycení rozhazuje náhodně vybraným studentům (včetně studenta za ním a studenta, který mu míčky hází). Na konci demonstrace pak učitel vyzve studenty, aby mimo jiné zakreslili spektrum, které pozorovali. Tato motivační demonstrace pak studentům lépe představí pojem absorpčního a emisního spektra.

Při výkladu **dělení typů galaxií** je nejjednodušší přinést do třídy fotografie jednotlivých galaxií (ve velkém počtu) a vysvětlit studentům, že nyní oni sami mají za úkol rozdělit galaxie podle určitých společných znaků. Jako motivaci lze využít *Hubble Deep Field*, který ukáže, že galaxií je opravdu velké množství. Závěrem takové aktivity může být vysvětlení, proč vědci dělí galaxie zrovna takovým způsobem, a dokonce co nám nynější struktura konkrétní galaxie může říct o jejím vývoji.

3.2.3 Praktická měření a zpracovávání dat

Praktická měření astronomických dat jsou na středních školách zanedbávána, protože si mnozí učitelé myslí, že astronomie je noční věda. Sběr dat však již dnes provozují automatické měřicí systémy, a tak moderní astronom zpracovává takto získaná data. Pokud chce učitel zahrnout do výuky skutečné měření, je buď odkázán na denní oblohu (Slunce, Měsíc, optické atmosférické jevy), nebo na dobrovolnou činnost studentů (vlastní studentovo pozorování Měsíce, hvězd, ...).

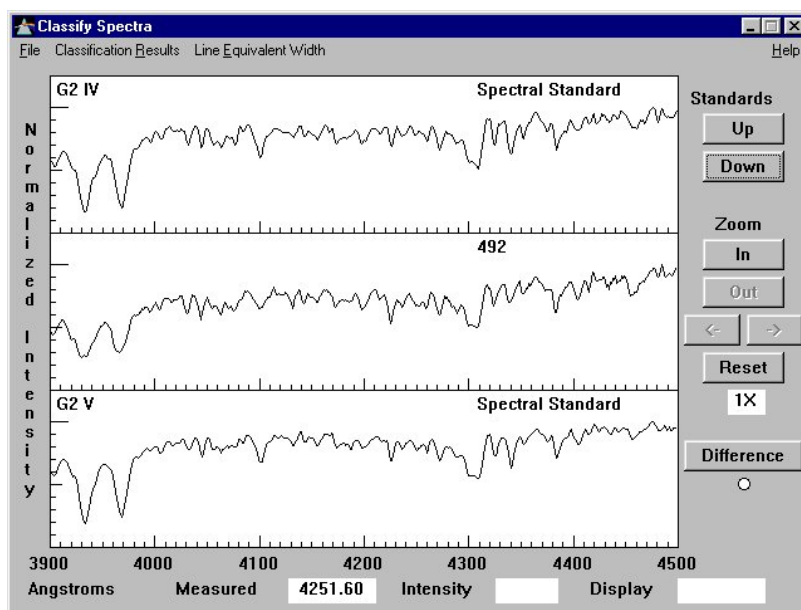
Mezi základní astronomické úlohy, které jsou vhodné pro středoškoláky, patří **určování místní zeměpisné šířky a délky** (popsané např. v učebnici Živný a Lepil (1966), která obsahuje i další praktické úlohy). Určovat zeměpisnou šířku tak lze pomocí proměření výšky kulminace Polárky vyrobeným astrolábem. Ze znalostí pohybu Slunce a proměřením pravého poledne lze určit i zeměpisnou délku. Prozatím mnou nerealizovaná, ale k proměření plánovaná úloha, která je vlastně možným projektem pro dvě vzdálené střední školy, je určení rozdílu zeměpisných souřadnic těchto dvou škol. S pomocí internetu lze koordinovat práci při proměřování výšky Slunce v kulminaci a zároveň okamžik pravého poledne ve stejný den na obou pozorovacích místech.

Další denní aktivitou může být projekce Slunce, společně s diskuzí slunečních skvrn. Středoškoláci se zájmem o astronomii tak mohou zakreslovat sluneční skvrny a počítat relativní číslo. Velmi zajímavé jsou z tohoto pohledu webové stránky projektu SOHO (viz strana 39).

Noční pozorování Měsíce je u některých učitelů oblíbená samostatná laboratorní práce na téma **kresba Měsíce**. Studenti mají za úkol v konkrétní noc (nejlépe při první či poslední čtvrti) zakreslit Měsíc a zjistit pomocí atlasu případně počítačových programů, jaké útvary na Měsíci pozorovali. Taková úloha je dobrá pro hodiny zeměpisu, kde jsou astronomická témata velmi často nepochopitelným způsobem vynechávána (sestavování map jiných těles sluneční soustavy, galaktické souřadnice atd.).

Mezi úlohy, které vyžadují spíše zpracování dat, která za nás někdo proměřil, patří jednak **hloubka měsíčních kráterů**, zpracovaná v článku Pudivíttr (2001a), potom však také **určování spekter hvězd**. Studenti mohou ze znalostí typických znaků jednotlivých typů spekter hvězd určovat spektrální typ neznámé hvězdy, případně lze vytvořit úlohu, ve které dáme studentům k dispozici spektra známých typů hvězd, a oni pak srovnávací metodou určují neznámou hvězdu, jako je to v jedné počítačové úloze *CLEA* (viz strana 43 a obrázek 3.4).

Mnoho úloh je součástí astronomických olympiád nebo korespondenčních astronomických soutěží (viz Dodatek C.1). Prakticky na jakékoli astronomické téma, vhodné pro výuku na středních školách, je možné vytvořit nějakou vhodnou úlohu. Úkolem didaktiků astronomie by mělo být vytvoření sady metodických listů, demonstračních příkladů a materiálů, které po krátkém nastudování budou moct učitelé použít ve výuce.



Obrázek 3.4: Porovnávání spektra neznámého typu hvězdy s katalogem v počítačové úloze *Stellar Spectra* projektu *CLEA*.

3.3 Astronomie pro humanitně založené

Existuje nejméně polovina studentů středních škol, jejichž zaměření je spíše humanitní než přírodovědné. Tito studenti raději studují společenské vědy, literaturu nebo cizí jazyky. Samozřejmě je dobře, když se při výuce astronomie i u těchto studentů objeví vzorce či odvozování, fyzikální závěry a výpočty, ovšem při motivaci by se mělo využívat právě silné stránky těchto studentů, tedy humanitní vědy.

Fraknoi (2002) sestavil pro výuku astronomie přehledný seznam anglosaské **literatury**, řazený tématicky, který je vhodný pro vyhledání povídky nebo knihy pro výuku nebo pro posílení zájmu o astronomii (v hodinách můžeme podle schopností studentů použít originál nebo překlad knihy). Podobným způsobem lze zpracovat česky dostupnou literaturu, jakou jsou např. *Písně kosmické* Jana Nerudy (1878), nebo vědecko-fantastická literatura Karla Čapka, Ondřeje Neffa a dalších.

Stejně tak je možné nechat studenty číst astronomické odborné články a následně o nich diskutovat. Mnoho těchto studentů má odpor k přírodním vědám také proto, že nechápu text učebnic těchto předmětů. Další možností je vytváření mnemotechnických pomůcek pro známé astronomické sestavy, jakými jsou *I Eat Green Carrots* pro pořadí galileovských měsíců Io, Europa, Ganymed a Kalisto (*Callisto*) nebo *Oh Be A Fine Girl and Kiss Me* pro pořadí spektrálních typů hvězd.

Velmi dobře lze využít **historii astronomie**, která je pro středoškolské potřeby velmi pěkně shrnuta v knize Čeman a Pittich (2002). Učitelé nemusí využívat



Obrázek 3.5: Umělcova představa mimozemského života (Jones 2003).

pouze např. problematiku upálení Giordana Bruna, rozpor vědců mezi heliocentrickým a geocentrickým pohledem na sluneční soustavu nebo stavbu kamenných observatoří v době bronzové (*Stonehenge* a další). Lze využít také následující témata:

- rozšiřování sluneční soustavy (objevy nových planet, proměňování transneptunických objektů),
- objev dalekohledu (nové planety, galileovské měsíce Jupitera, detailnější pozorování povrchu Měsíce, hvězdy Mléčné dráhy, fáze Venuše, skvrny na Slunci),
- potřeba katalogizace objektů (katalog Hipparchův, Brahův, Herschelův, Messierův, klasifikace objektů),
- vývoj názorů na vesmír a další.

Jak je vidět, výběr témat je velmi rozsáhlý. Není nutné, aby učitel zpracovával daná témata sám. Spíše je užitečnější buď umět zařadit vysvětlovaný jev do historického kontextu, nebo vytvořit pro studenty projekt na dané téma.

Důležité je také propojovat a navíc upřesňovat výklad jiných předmětů. Studenti mohou vznést ve **filozofii** otázky na původ vesmíru, vznik života vůbec (tzv. věčné otázky). Je potřeba studentům sdělit, jakým způsobem se je snaží řešit moderní astronomie.

Doprovodem určitých hodin může být **hudba**, kterou lidstvo na různých nosičích odeslalo se sondami opouštějícími sluneční soustavu jiným civilizacím. Velmi dobrými skladbami jsou některá díla moderních autorů, která doprovázejí vědeckofantastické filmy. Ve **výtvarné výchově** lze uplatnit astronomická témata - od

konkrétních objektů (kresba či fotografie Měsíce, Země), přes fantazijní práce (mimozemský život - viz obrázek 3.5, lidstvo dobývá planety).

V neposlední řadě je možné vytvořit vyučovací hodinu o kosmickém **právu**. Problematika zejména vlastnických práv při dobývání vesmíru (např. nejasnosti kolem dobývání nerostného bohatství mimo Zemi) začíná být probírána také v tisku (Švehla 2004, Horník 2004 ad.).

Kapitola 4

Počítače ve výuce astronomie

Astronomie je věda, ve které hrají počítače a internet svou nezastupitelnou úlohu. Astronomická data se dnes díky těmto novým technologiím dostanou astronomovi až na stůl. Hlavními výhodami těchto technologií pro výuku je možnost získávání aktuálních astronomických informací na internetu, rychlé získávání prezentačních materiálů (obrázků, videí, simulací), možnost zpracovávání dat na počítači a měření pomocí počítačových úloh (jednak úloh, které student nemůže proměřit, nebo úloh, které během dne není možné se studenty naměřit).

Použití počítače je samozřejmě podmíněno tím, že mají studenti počítač přímo ve výuce astronomie (např. v případě proměrování počítačové úlohy). Při prezentaci učitelem je vhodné mít počítač připojený na síť televizorů, případně na dataprojektor. Jinak výuka ztrácí význam. Dalším vhodným doplněním výuky astronomie je možnost shánění informací na internetu, a to např. pro referáty a samostatné práce studentů.

V této kapitole jsem samozřejmě shrnul ty nejzákladnější odkazy, větší databázi lze sehnat buď prohledáváním sekcí Astronomie (*Astronomy*) ve vyhledávačích, nebo v publikacích k tomu přímo určených (např. Pompea 2000).

Je nutné upozornit na to, že se webové stránky mění skoro tak často jako měsíční fáze. Jsou v této kapitole uvedeny z praktických důvodů, ovšem můžou se časem změnit. Většinu stránek je možné vyhledat zadáním názvu stránky do internetového vyhledavače.

4.1 Astronomické informace na internetu

Vyhledávání astronomických informací na internetu je rychlé, ale nemusí být spolehlivé. Svoboda internetu spočívá také v tom, že ne na každé stránce musí být pravdivé údaje. V následujících podkapitolách jsou uvedeny přehledně veškeré zajímavé astronomické stránky, které může učitel využít k výuce a které obsahují pravidelně obnovované, pravdivé údaje.

V první podkapitole se nacházejí stránky psané česky. Takové lze využít pro

přípravu studentů (vyhledávání podkladů pro psaní referátů atd.), případně jako výukové materiály. V druhé podkapitole jsem shromáždil zajímavé astronomické odkazy v angličtině, které lze využít pro přípravu učitele (hledání informací, zajímavých obrázků či aktivit) nebo jako výukový materiál pro studenty (a to dvou posledních ročníků střední školy, kdy jsou studenti schopni číst anglický text¹).

4.1.1 České odkazy

Většina českých vyhledávačů (Seznam, Atlas aj.) má pro astronomii specializované sekce, které obsahují desítky astronomických odkazů. Jelikož však do těchto vyhledávačů může dát odkaz na stránky prakticky kdokoli, nejde ani o úplný seznam, ani o seznam těch nejlepších stránek. Většina odkazů se nedá využít pro výuku astronomie na středních školách, neboť obsahují buď pouze zmínku o astronomii, nahodilé astronomické články, případně astronomické webové prezentace, které nejsou k výuce určeny.

Hlavní astronomickou stránkou českého internetu je stránka **České astronomické společnosti**². Provoz tohoto serveru začal v květnu 1995, je umístěn v prostorách fakulty technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Na stránkách se objevují zejména informace o novinkách, a také o astronomických akcích. Učitel zde tak najde zejména aktuální krátké články spolu s relevantními odkazy.

Instantní astronomické noviny³, které každé pondělí aktualizuje Občanské sdružení IAN a Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, obsahují nejen aktuální zprávy a větší články, ale z pohledu učitele zejména linky na stále aktualizované přílohy: Návod na použití vesmíru⁴ (stránky pro pozorovatele, ale zejména část Pro volné chvíle, která obsahuje zajímavé návody na aktivity při zatažené obloze) a Prohlídka Měsíce⁵ (velmi detailní stránky o našem souputníku).

Pěkné stránky **Aldebaran**⁶ vznikají na Katedře fyziky ČVUT. Aldebaran obsahuje nejen astrofyzikální informace (sluneční soustava, orientace na obloze, hvězdy, gravitace, kosmologie aj.), ale i pár astronomických apletů v sekci Studium (gravitační simulátor, vývoj hvězd).

Složitějším než středoškolským popisem nebeské mechaniky se zabývá stránka **Nebeská mechanika**⁷. Obsahuje jednak popis základních pojmů nebeské mechaniky a výpočty.

Za zmínku jistě také stojí dvě konkurenční stránky o kosmonautice: **SPACE 40**⁸ (Velký katalog družic a kosmických sond), na kterém se podíleli např. Antonín

¹Jedná se vlastně o zajímavé propojení přírodních věd s cizím jazykem.

²<http://www.astro.cz>

³<http://www.ian.cz>

⁴<http://navod.hvezdarna.cz>

⁵<http://moon.astronomy.cz>

⁶<http://www.aldebaran.cz>

⁷<http://nebmech.astronomy.cz>

⁸<http://www.lib.cas.cz/knav/space.40/index.html>

Vítek a Marcel Grün, a potom **Malá encyklopedie kosmonautiky**⁹. Zatímco SPACE 40 nabízí nejaktuálnější přehled všech družic a sond s možností vyhledávání podle jednoduchých kategorií (rok startu, start, objekt atd.), Malá encyklopedie kosmonautiky obsahuje detailnější články popisu jednotlivých misí, základy kosmonautiky, slovník, test aj.

4.1.2 Zahraniční odkazy

Pro vyhledávání astronomických informací se hodí zejména stránky astronomických organizací ve světě (viz dodatek B.2). Přesto existují populárnější stránky:

Nejnavštěvovanější astronomickou stránkou je ***Astronomy for Kids***¹⁰. Jedná se přehledný soupis jednoduchých astronomických pojmů (planety, souhvězdí,...) na úrovni konce základní školy, který je ovšem doplněn o odkazy na další (i vědecké) stránky.

Další velmi populární stránkou je ***Bad Astronomy***¹¹, stránky Philipa Plaita, univerzitního učitele na katedře fyziky a astronomie Státní univerzity v Sonoma. Na stránkách se objevují komentáře k televizním pořadům, které obsahují astronomické poznatky, komentáře k chybám ve filmech, a také především komentované opravy klasických astronomických představ běžných lidí (proč je obloha modrá, co způsobuje fáze Měsíce, skončí Slunce jako černá díra atd.).

Opravdu přesné informace by měl učitel hledat v astronomickém slovníku ***Eric Weisstein's World of Astronomy***¹². Zde lze hledat nejen pomocí abecedního pořádku, ale zejména procházením hlavních kategorií: Atmosféra, Kalendáře, Galaktická astronomie, Pozorování, Dálkové snímání, Sluneční soustava a Hvězdy. Slovník je součástí dalších slovníků - biologického, chemického, matematického a fyzikálního.

Podobným slovníkem, ale pouze objektů ve vesmíru, je ***Absolute Astronomy***¹³. Kliknutím na vybranou planetu, měsíc, souhvězdí, hvězdu, objekt Messierova katalogu, mlhovinu nebo galaxii získá uživatel nejen krátký popis daného objektu, ale také odkazy, které obsahují více informací.

Velmi zajímavé učebnice astronomie vytvořil na svých stránkách David P. Stern¹⁴ - ***From Stargazers to Starships*** (základní učebnice, která obsahuje na středoškolské úrovni vysvětlenou základní newtonovskou mechaniku, historii astronomie spolu s historickými astronomickými úlohami, a také principy vesmírných letů), ***The Great Magnet, The Earth*** (informace o zemském magnetizmu) a ***The Exploration of the Earth's Magnetosphere*** (vzdělávací stránka o magnetickém poli Země a Slunce). Všechny učebnice jsou přeloženy do dalších jazyků

⁹<http://mek.kosmo.cz>

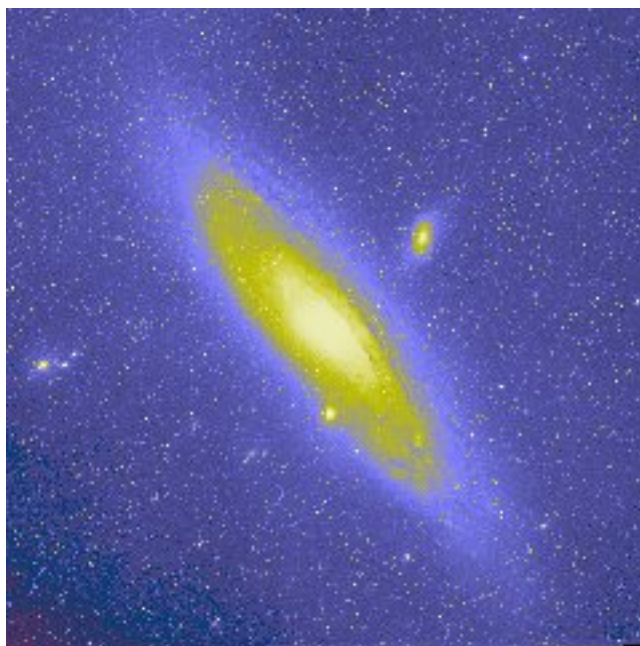
¹⁰<http://www.dustbunny.com/afk/>

¹¹<http://www.badastronomy.com>

¹²<http://scienceworld.wolfram.com/astronomy>

¹³<http://www.absoluteastronomy.com>

¹⁴<http://www.phy6.org>



Obrázek 4.1: Obrázek galaxie v Andromedě ve viditelném oboru získaný virtuálním dalekohledem *SkyView*.

(španělštiny a francouzštiny).

Samozřejmě nejvíce relevantních informací lze získat na stránkách jednotlivých astronomických projektů (informace o Slunci tak je nejlépe hledat na stránkách projektu **SOHO**¹⁵ atd.).

4.2 Astronomické obrázky

Asi nej kvalitnější databázi astronomických obrázků i s popisem lze najít na stránkách **Astronomický snímek dne** (v anglické¹⁶ a také v české verzi¹⁷). Výhodou této služby je prohledávání všech snímků podle klíčového slova (učitel si může připravit třeba soubor obrázků různých typů galaxií).

Pěkný program je internetový virtuální dalekohled ***SkyView***¹⁸ (viz obrázek 4.1). Učitel, který tolik nerozumí astronomii, využije určitě možnost výběru obrázku přes neastronomické rozhraní. Stačí zadat vlnový obor spektra, ve kterém chcete získat obrázek, a navíc souřadnice objektu (případně jeho název).

¹⁵<http://sohowww.nascom.nasa.gov>

¹⁶<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod>

¹⁷<http://www.astro.cz/apod>

¹⁸<http://skyview.gsfc.nasa.gov>

4.3 Astronomické internetové časopisy

Mezi úplnými českými astronomickými časopisy na internetu se vyjímá zejména **Povětroň**¹⁹. Tento dvouměsíčník Astronomické společnosti v Hradci Králové obsahuje mnoho zajímavých článků a v některých číslech i didaktických nápadů.

Česká astronomická společnost (viz dodatek B.1) vydává také vlastní časopis **Kosmické rozhledy**²⁰, ve kterých mimo jiné ve speciálním čísle vycházejí úlohy astronomické olympiády. Aby byl výčet úplný, musím jmenovat také časopisy **Hvězdný posel**²¹, elektronický zpravodaj Hvězdárny a planetária M. Koperníka v Brně, a **JihoČAS**²², občasník jihočeské pobočky ČAS. Jiné české časopisy mají pouze informační stránky (jako např. **Astropis**²³ nebo **Vesmír**²⁴).

Ze zahraničních časopisů na internetu je možné jmenovat především slovenský **Kozmos**²⁵ a **Space and Telescope**²⁶, který se zajímá především o amatérskou astronomii.

4.4 Multimediální astronomie

Otázkou multimédií ve výuce astronomie se zabýval Pokorný (2001) a Vlachová (2003)²⁷. Velkou výhodou multimédia ve výuce je propojení textů s obrázky, videosekvencemi, zvuky nebo přehledy. K výuce astronomie, případně k doplnění výkladu se nejvíce hodí obrázky a videa umístěná na CD-romu. Učitel může využít komerčně vyráběných titulů na českém trhu (např. ASTRO 2001, GALLAXIS 2002, Encyklopedie vesmíru, Dobývání vesmíru - některé viz obrázek 4.2), tituly vyráběné v rámci grantů, studentských prací nebo prezentace některých astronomických pracovišť (např. CD/Astronomie 1 hradecké hvězdárny), může si sám vytvořit prezentaci v některém běžném prezentačním programu, nebo sáhne po zahraničních titulech (zejména kvůli obrázkům a videosekvencím).

Hlavní výhodou multimediální astronomické prezentace je její názornost a atraktivnost. Multimédium totiž obsahuje potřebné podkladové materiály. Učitel tak nemusí jednotlivé astronomické úkazy popisovat, přímo je může studentům ukázat. Didaktika astronomie ukazuje, že např. fotografie má důležitou a nezastupitelnou úlohu. Při výuce používáme astronomické snímky opravdu hojně. Zachycují pro žáky tajemné a neznámé světy, a tím jsou pro ně atraktivní a motivační. Fotografie vhodná pro výuku není obvykle stejná jako běžný astronomický snímek pořízený

¹⁹<http://www.astrohk.cz/ashk/povetron>

²⁰<http://kr.astro.cz>

²¹<http://posel.hvezdarna.cz>

²²<http://jihocas.hvezcb.cz>

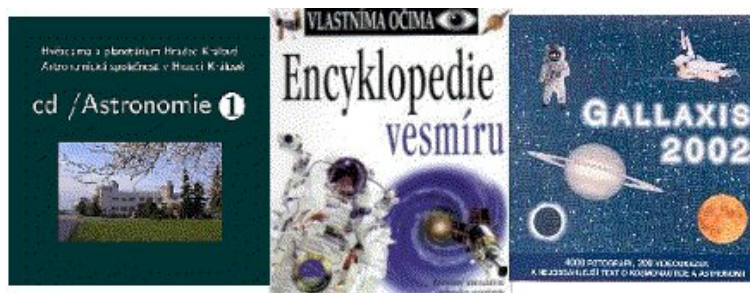
²³<http://www.astropis.cz>

²⁴<http://vesmir.cts.cuni.cz>

²⁵<http://www.suh.sk/kozmos.htm>

²⁶<http://skyandtelescope.com>

²⁷<http://mfweb.wz.cz>



Obrázek 4.2: Tři české multimediální astronomické tituly.

po účely popularizace. Výuka si klade poněkud jiné cíle. U studenta má nejen vzbudit zájem, ale i systematicky popsat a vysvětlit určitý jev, objekt, metodu.

Další výhodou je možnost využití multimédia k samostudiu. Samouk, který je odkázán na klasické vzdělávací prostředky (obvykle je to tištěný text) a který nemá možnost využívat kolektivní vzdělávací programy (na hvězdárně či planetáriu), bývá v dosti nevýhodné vzdělávací situaci. Značné úsilí, které vzdělávání dopřeje, bývá málo efektivní a plné chyb. Často se při samostudiu může dostat do slepých uliček. K tomu je vhodné doplnit jeho studium vhodnou multimediální publikací, která jiným, atraktivnějším způsobem vysvětlí danou látku.

Nevýhodou multimédia je to, že se jedná o mrtvý produkt. Jednak nereaguje na nově objevené poznatky po datu vydání CD-romu, také ovšem vysvětluje látku stejným způsobem (nedochází k interaktivní komunikaci student - učitel). První nevýhoda je smazána další přípravou učitele.

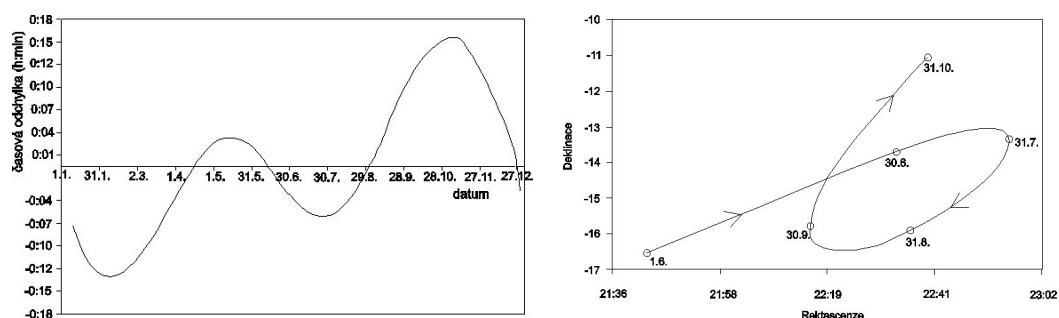
4.5 Astronomické úlohy

Tato část obsahuje zejména odkazy na astronomické úlohy: jednak na soubory příkladů, využitelných ve výuce astronomie na středních školách, hlavně pak stránky projektů astronomických počítačových úloh. Právě simulační úlohy, ve kterých student měří pomocí simulovaných zařízení, jsou výborným doplněním výkladu, zajímavým nápadem na měření laboratorní práce, případně možností samostatného studia pro studenty. Aplety, které pouze ukazují některé astronomické zákonitosti, ovšem nenutí studenta měřit, jsou zařazeny v podkapitole 4.6.

Sbírka zejména praktických úloh vzniká na **Výukovém AstroWebu**²⁸. Stránky hodlají pomáhat učitelům na středních školách při přípravě hodin astronomie, a tak obsahují nejen původní návody na úlohy, ale také odkazy na další stránky, případně překlady úloh²⁹. Součástí je i práce Pudivítr (2001b).

²⁸<http://puda.matfyz.cz>

²⁹Tento web vznikl jako vedlejší produkt této disertační práce. Většina úloh i odkazů je již součástí stránek **Fyzwebu** na adrese <http://fyzweb.cuni.cz>.



Obrázek 4.3: Grafy ročního průběhu časové rovnice a smyčky planety Mars od června do července 2003 dle autora Morávek (2003).

Spíše než příklady pro studenty na středních školách, ale příklady pro učitele fyziky obsahuje sbírka **Úlohy z astrofyziky**³⁰ autorů Štefla, Korčákové a Krtičky z brněnské Přírodovědecké fakulty Masarykovy univerzity. Sbírkou je tak novým souborem úloh od vydání knihy Široký a Široká (1966).

Pěkné příklady na využití počítače při hodinách astronomie popsal Morávek (2003). S využitím většinou hvězdářské ročenky a tabulkového editoru (např. Microsoft Excel) lze vynést časovou rovnici, soumrakové jevy, grafy viditelnosti planet nebo smyčky planet (viz obrázek 4.3). Právě možnost vykreslení pohybu planety v rovníkových souřadnicích se zakreslením typické smyčky umožňuje velmi pěkně vysvětlit pojem planeta.

Z anglických stránek je dobré připomenout zejména **THE ESA/ESO Astronomy Exercise Series**³¹. Tento soubor čtyř úloh ukazuje, jak lze vědecké metody využít i na úrovni střední školy. Studenti nepotřebují počítač ani důmyslné přístroje k tomu, aby v několika krocích proměřili vzdálenost k supernově SN 1987A, spirální galaxii M100 (viz obrázek 4.4), planetární mlhovině Kočičí oko a kulové hvězdokupě M12. Každá úloha využívá jinou metodu měření, z nichž zejména metoda určení vzdálenosti pomocí cefeid (M100) a metoda vzplanutí prstence kolem supernovy 1987A se dají velmi dobře využít i ve středoškolských hodinách astronomie u nás.

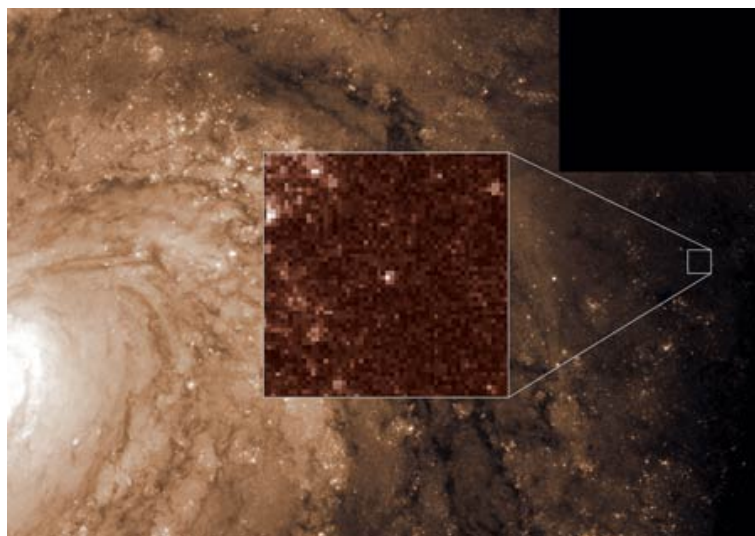
Mnoho pěkných astronomických úloh obsahuje již neupravovaná stránka **Astronomy On-Line**³². Vznikla na základě akce Evropské jižní observatoře k Evropskému týdnu vědy a techniky roku 1996. Pro výuku na středních školách se hodí úlohy střední (*middle*) a vyšší (*advanced*) úrovně. Upravená úloha Proměňování rychlosti světla Römerovou metodou je k dispozici na Výukovém AstroWebu (viz str. 41).

Pravděpodobně nejlepším zdrojem počítačových astronomických úloh, které

³⁰<http://physics.muni.cz/astrolohy>

³¹<http://www.astroex.org>

³²<http://www.eso.org/outreach/spec-prog/aol/market/experiments/>



Obrázek 4.4: Motivační obrázek hledání cefeidy v galaxii M100 Hubbleovým dalekohledem z úlohy 2 série *THE ESA/ESO Astronomy Exercise Series*.

navíc simulují reálná astronomická měření např. dalekohledem je **CLEA**³³ (viz obrázek 4.5). Jedná se o projekt Univerzity v Gettysburgu, spolufinancovaný nadací *National Science Foundation*. Jednotlivá cvičení (kterých je nyní celkem 13) jsou podle autorů vhodná pro střední a vysoké školy, přičemž hlavním záměrem bylo připravit cvičení pro semináře úvodu do astronomie pro humanitní obory. Cvičení pokrývají velkou část moderní astronomie.

Pro pomoc při hledání astronomických úloh (v angličtině) na internetu napsal Fraknoi (2000) článek, který je k dispozici i na internetových stránkách³⁴.

Velmi pěkně jsou astronomická témata s úlohami zpracována i na ruských stránkách **Astronomija**³⁵ Pro použití přímo v hodinách musí studenti znát ruský jazyk, další možností je využít tyto zdroje pro přípravu učitelů, kteří tento jazyk znají. Dalším pěkným rusky psaným zdrojem úloh je **Atkritaja Astronomija**³⁶, kde jsou ke stažení některé modely astronomických problémů (zatmění Měsíce, Dopplerův jev, ...).

Opět platí pravidlo, že některé astronomické úlohy jsou součástí velkých astronomických projektů, případně se jedná jen o doplněk astronomických stránek. Příkladem českého doplňku je uveřejnění astronomické hry **Psychologický test NASA**³⁷ na stránkách Malé encyklopedie kosmonautiky (viz str. 38), příkladem úloh jako součástí velkých astronomických projektů jsou stránky výukových plánů

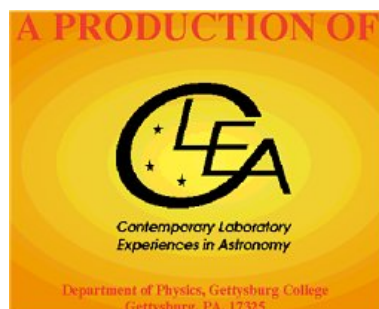
³³<http://www.gettysburg.edu/academics/physics/clea/CLEAhome.html>

³⁴<http://www.astrosociety.org/education/activities/astroacts.html>

³⁵<http://www.gomulina.orc.ru>

³⁶<http://www.college.ru/astronomy/course/content/index.htm>

³⁷<http://mek.kosmo.cz/zaklady/testnasa.htm>

Obrázek 4.5: Úvodní stránka astronomických úloh *CLEA*.

do hodin projektu SOHO (viz str. 39).

4.6 Astronomické programy

Největší sbírku freewarových programů na českém internetu vytvořil Petr Scheirich³⁸. Pro výuku astronomie na středních školách se nejvíce hodí programy *Clavius* a *Selene* (výuka Měsíce) a *Albiero* (počítačové planetárium). *Clavius* je vlastně výukový program pod operační systém DOS, který studenta seznámí s důležitými útvary na Měsíci. Program obsahuje i část zkoušení, ve které uživatel hledá nabízené útvary na měsíčním povrchu. Program *Selene* zobrazuje Měsíc při pohledu ze Země pro zvolený okamžik. Počítačové planetárium *Albiero* lze využít nejen jako hvězdnou mapu.

Samozřejmě je možné využívat ve školách další freewarové nebo sharewarové programy, zejména počítačová planetária. Jejich seznam je např. na stránkách *Astro Software*³⁹ časopisu *Sky and Telescope*, nebo na stránkách *John Mosley's Astronomy Software Revue*⁴⁰.

Dalšími astronomickými programy jsou aplety. Jedná se vlastně o malé programky, které se spouštějí uvnitř jiné aplikace⁴¹. Hlavním přínosem těchto apletů je možnost obohatit jimi prezentaci, neboť můžou velmi dobře vysvětlovat konkrétní astronomický problém či jev.

Velmi pěknou sadu fyzikálních (tedy i astronomických) apletů vytvořila katedra fyziky univerzity v Oregonu pod názvem *Physics Applets*⁴². V sekci astrofyzika lze spustit celkem 18 různých apletů (např. velmi pěkný aplet zobrazení emisních a absorpčních spekter všech prvků Mendělejevovy periodické tabulky prvků - viz

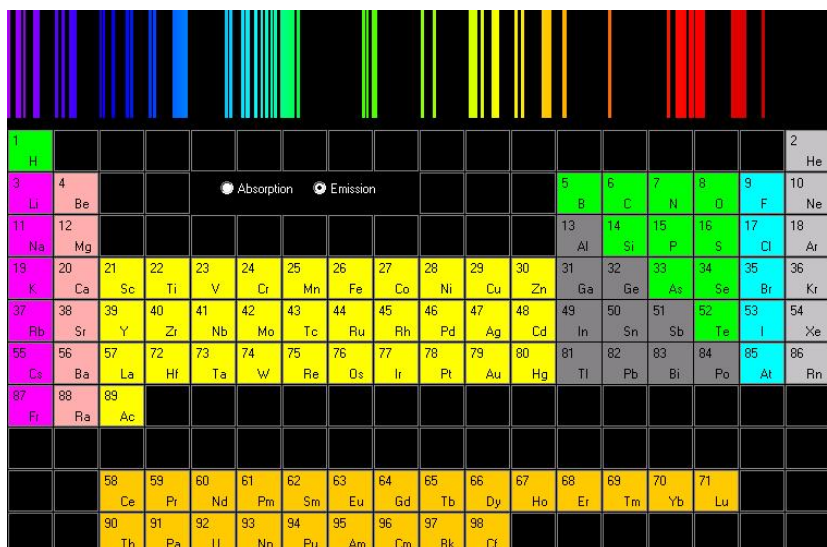
³⁸<http://sajri.astronomy.cz>

³⁹<http://skyandtelescope.com/resources/software/>

⁴⁰<http://www.griffithobs.org/software.html>

⁴¹Na rozdíl od jiných počítačových aplikací však nemůžou být spuštěny přímo pod operačním systémem. Aplety jsou vyvolány jako odpověď na nějakou událost uvnitř hostitelské aplikace.

⁴²<http://jersey.uoregon.edu/vlab/>



Obrázek 4.6: Aplet *Elemental Spectra* z katedry fyziky univerzity v Oregonu se zobrazeným emisním spektrem dusíku.

obrázek 4.6).

Další aplety lze najít přes vyhledavače, upozorním snad na stránku několika apletů *Walter Fendt's Java Applets On Astronomy*⁴³ a *Web Simulations*⁴⁴ autora Terryho Hertera, který si tyto simulace připravil pro výuku vysokoškolského kurzu Astronomie 101 (astronomie pro nepřirodovědné obory).

⁴³<http://www.walter-fendt.de/a14e/>

⁴⁴<http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/astro101/java/simulations.htm>

Kapitola 5

Jak vyučovat astronomii?

Je nezbytné vytvářet stálý zájem o astronomii, který potrvá celý život. Mladí lidé ji přece v budoucnu nemusí pouze podporovat s pochopením a penězi, mohou také začít v tomto oboru pracovat.

Bernhard Mackowiak (2003)

Astronomie je součástí základního vzdělání. Znamená to však také, že bychom opravdu měli vyučovat tomu základnímu, co tento obor nabízí. Vždyť podle Isobe (2002) není počet lidí, kteří se aktivně zajímají o astronomii, příliš velký (viz tabulka 5.1).

Zároveň je potřeba si uvědomit, že není možné neustále navyšovat množství znalostí, které je nutné do studentů dostat. Učitelé amerického vysokoškolského kurzu AST101 pro humanitně založené studenty (který svou náročností připomíná výuku astronomie na našich středních školách) si navíc všímají, že není nejdůležitější obsahová stránka. Nejdůležitějším bodem přípravy kurzu je určení metod výuky, určení základních dovedností, které mají studenti zvládnout, určení metod hodnocení. Až po nich přichází na řadu obsahová stránka (např. Sudol 2003).

počet lidí v %	popis zájmu o astronomii
0,00009 %	vytváří užitečná astronomická pozorovací data
0,0009 %	často pozoruje
0,009 %	několikrát za rok pozoruje
0,09 %	čte astronomické časopisy
0,9 %	čte vědecké časopisy
9 %	čte vědecké články v novinách
90 %	bez zájmu o vědu

Tabulka 5.1: Počet lidí podle zájmu o astronomii.

5.1 Základní pojmy a představy

Přesto je nutné si stanovit alespoň základní témata výuky astronomie. Mackowiak (2003) předložil základní teze výuky astronomie. Tyto základní pojmy a představy jsou ovšem vhodné spíše pro naši základní školu. Upravením těchto základních pojmů lze získat soubor informací, které by měly být součástí středoškolského základu z astronomie. Při formulaci tohoto textu jsem využil také práce Fraknoi (1996) a Pokorný (2001):

Žijeme ve vesmíru, který je podle moderních měření starý více než 13 miliard let. Postupem času se gravitací vytvořily soustavy hvězd, ve kterých působí proti gravitačnímu smršťování energie termonukleárních reakcí. Měření ukazují, že vesmír obsahuje v této fázi také další objekty, jakými jsou černé díry, pulzary, kvasary, neutronové hvězdy a další. Zkoumání vývoje a konce vesmíru patří mezi základní otázky astronomie.

Hvězdné systémy mohou být i vícenásobné. Prozatím hlavním zdrojem informací o hvězdách je elektromagnetické záření, z něhož lze efektivními metodami získat mnoho základních vlastností těchto objektů (mimo jiné i možnost existence tzv. exoplanet).

Naše sluneční soustava je součástí spirální galaxie, obsahující miliardy hvězd, plynné mlhoviny a hvězdokupy, a pravděpodobně centrální černou díru. Slunce je naše nejbližší hvězda - rotující koule horkého plynu. Díky energii, kterou již 5 miliard let vyzařuje do okolí, vznikly na naší planetě podmínky pro vznik života. Všechny planety obíhají kolem Slunce stejně jako planeta Země a svítí pouze odraženým světlem.

Astronomie již není pouhou noční vědou, stejně jako není vědou optických a radiových dalekohledů. Je to věda všech oborů elektromagnetického spektra a lze ji provozovat i přes den. Při zkoumání vesmíru pomáhají nejen dalekohledy, umístěné na Zemi (VLT, Keckovy dalekohledy) a ve vesmíru (Hubblův kosmický dalekohled), ale také umělé družice, počítače a CCD kamery. Astronomická pozorování tak pomáhají nejen odkrýt záhady celého vesmíru, ale také pomáhají v pochopení ekosystému celé Země.

Astronomie ovlivnila kulturu a historii praktickými aplikacemi a filozofickými a náboženskými dopady. To se odráží v kalendářích, v mytologii, v rozličných uměleckých formách, v navigaci, času, v klimatu... Astronomie již dnes není pouze sférická astronomie, ale přírodní věda, která je průsečíkem řady vědních disciplín (fyzika, chemie, matematika, geologie, meteorologie, biologie). Je velký rozdíl mezi astronomií a astrologií.

Tento výčet základních pojmů a představ je nutné doplnit základními astronomickými pojmy a znalostmi, které by měl středoškolsky vzdělaný člověk pochopit. Vzhledem k moderním trendům (viz kapitola 3) je nutné zapojit do výuky nejen návaznost na ostatní předměty, zejména fyziku, ale také počítačové technologie, projektovou a demonstrační výuku.

Souhlasím tedy se základními tezemi, jak je prezentovala Fiero (2000), podle které by každý člověk po absolvování střední školy měl:

1. znát naše jedinečné místo ve vesmíru,
2. uvědomovat si kosmický vývoj,
3. pochopit jedinečnost Země z pohledu vesmíru a uvědomovat si potřebu ochrany života,
4. porozumět způsobu, jak poznáváme vesmír díky astronomii,
5. a umět pochopit popularizující článek a rozeznat v něm důležité pasáže.

Tyto základní předpoklady znalostí studenta jsou tedy určitými výchozími dovednostmi, které by bylo možné u studentů na střední škole rozvinout. Jelikož je však pro mnohé studenty středoškolská výuka astronomie zároveň poslední setkání s tímto oborem vůbec, neměli bychom výuku znechutit. Mezi studenty, jak si všiml například Veverka (2004), převládá názor, že je fyzika (která stále ještě obsahuje astronomii) těžký a nezáživný, náročný předmět. Hlavní důsledek spatřuje ve způsobu podání látky, ve výkladu, tedy ve vyučujícím. Někteří studenti to svádějí na přítomnost přemíry matematiky, nepochopení pojmů, jevů či vztahů, z toho plynoucí paměťové učení aj.

5.2 Zařazení astronomie do výuky

Projdeme-li si jednotlivé katalogy vyučovaných přírodovědných předmětů, velmi rychle zjistíme, že astronomie je vlastně spojovací článek mezi všemi přírodovědnými předměty. Jedná se o stejnou myšlenku, kterou propaguje např. Pokorný (2001), který tvrdí, že astronomie má své místo ve školní výuce ve všech věkových kategoriích, nejen v některých. Vybrané celky astronomického učiva musí být rozesety ve všech ročnících základní a střední školy.

Stačí pouze projít základní osnovu katalogů středoškolských přírodovědných předmětů, abychom zjistili, že astronomická témata jsou již dávno, někdy pouze náznakem, jejich součástí (Pudivítr 2004):

- **Zeměpis (1. ročník):** *Naše místo ve vesmíru* jako součást úvodní kapitoly výuky zeměpisu. Kapitola by tak mohla popisně studenty seznámit s umístěním naší planety, a to přes vesmír, galaxie, . . . až

po jednotlivé součásti sluneční soustavy. Obsahem by mohlo být i určování vzdáleností a zavedení hvězdných souřadnic jako nadstavba těch zemských. (Doplňkem může být práce s otáčivou mapou hvězdné oblohy.)

- **Fyzika (1. či 2. ročník):** *Planety a měsíce* jako součást kapitoly Gravitační pole. Po probrání Keplerových zákonů nutno vysvětlit pohyb planet a jejich měsíců, komet, případně umělých družic Země. Lze pak zároveň připomenout vznik fází Měsíce spolu se slapovými jevy. Není problém zařadit praktickou úlohu na viditelnost planet, měsíců a umělých družic.
- **Biologie (1. ročník):** *Vznik a vývoj sluneční soustavy* jako součást vzniku a vývoje člověka v kapitole Vznik a vývoj života.
- **Chemie (úvod 2. ročníku):** *Stavba Slunce* jako součást kapitoly Chemické prvky a periodická soustava. Se studenty by se mohl probrat i vznik jednotlivých prvků (návaznost na vývoj hvězd).
- **Fyzika (předposlední ročník):** *Stavba Slunce a polární záře* jako součást kapitol Elektrický proud v látkách a Magnetické pole. Možnost zavést pojem plazmy, diskutovat sluneční aktivitu. . .
- **Chemie (poslední ročník):** *Možnost života na jiných planetách* jako součást diskuze v kapitole Přírodní látky a základy biochemie, která mimo jiné diskutuje stabilitu bílkovin a aminokyselin při velmi vysokých teplotách.
- **Fyzika (poslední ročník):** *Spektrum hvězd* jako součást kapitoly Elektromagnetické záření.
- **Fyzika (poslední ročník):** *Určování stáří hornin* jako součást Jaderné a částicové fyziky.
- **Biologie (poslední ročník):** *Skleníkový jev* jako součást kapitoly Biosféra a člověk. Je možné probrat nejen vznik tohoto jevu, ale i skleníkový jev na Venuši a vliv jevu na člověka. Součástí diskuze by mohlo být i téma *Dopady větších těles na Zemi*, neboť se biosféry a člověka jako možná globální změna naší planety týká.

Má cenu těsně před skončením výuky na gymnáziu ještě tyto záležitosti opakovat? Není už na opakování této znalosti pozdě? Student, který prošel celou výukou střední školy, se mohl většinu skutečností dozvědět v jiných předmětech.

V odborném tisku, ale také v diskuzích učitelů se objevují názory, že právě nevýhodou astronomie je její zařazení do posledního ročníku fyziky, v některých školách tedy až do posledních několika hodin výuky těsně před maturitním obdobím. Učitelé matematiky sice v menší míře, ale přesto poukazují na možnost propojení výkladu astronomie právě s matematikou, kde se některá astronomická

témata dají použít buď jako motivace k probírané látce (např. zavedení pojmů kuželoseček), nebo jako aplikace (např. úpravy logaritmického Pogsonova zákona).

Astronomie jako poslední téma fyziky navíc ztrácí další důležitý efekt: jedná se o předmět velmi populární, atraktivní, jednak pokládánými otázkami, mnohdy věčnými (jak vznikl vesmír, existuje život mimo planetu Zemi aj.), pak také výsledky (ať již formou astronomických fotografií či získaných faktů). Motivační hodnota astronomie pro získání zájmu mladých o studium přírodních věd je tak nevyužita.

Toto vše vede k myšlence vytvořit spíše rámcový program astronomie v plné šíři, který bude propojovat přírodovědné předměty, nebo spíše bude souběžně doplňovat stávající osnovy předmětů. Dokument rámcových osnov výuky pro střední školu vzniká společně s plánovanou změnou koncepce výuky jako celku (viz Dodatek A.2). V prvotním návrhu se přírodovědné předměty dostaly pod společné téma Člověk a příroda. Bohužel opět chybí ono využití astronomie pro motivaci studentů. Jediným (spíše záměrně nespecifikovaným) očekávaným výstupem znalostí studenta je to, že využívá poznané fyzikální zákony k analýze pohybu těles a dalších procesů ve sluneční soustavě, a k analýze vzniku, stavby a vývoje hvězd. Jediným učivem pak stavba vesmíru, galaxie! Raději nebudu hodnotit astronomickou část společné maturity, která zase naprosto nepochopitelně vyřadila pro astronomii tolik důležité pozorování a experiment. Není spíše za rámcovou znalost potřeba považovat právě ony základní teze astronomické výuky, jak je popsala výše (str. 48) Fiero?

Dané myšlenky nelze kvalitně docílit bez astronomického pozorování a experimentu. K čemu je maturantovi potřebná znalost rozlišení hvězdy od neutronové hvězdy z popisu (což je jedna z typových otázek z astronomie v návrhu společné maturity), pokud nedokáže navrhnout jednoduchý experiment pro určení výšky Slunce, případně nedokáže sestavit dalekohled z poskytnutých čoček? Již Percy (1999) navrhl pro zhruba 15leté děti možnost pozorování, měření a záznam noční oblohy. Na střední škole je tedy možné nejen měřit výšku Slunce, ale i pozorovat sluneční skvrny, případně zpracovávat spektra hvězd (pokud je studenti dostanou k dispozici). Astronomické pozorování či zpracovávání výsledků tak není závislé na drahých pomůckách.

Velmi často se objevuje názor, že takovou astronomii nebude nikdo kvalitně učit. V dnešní době však učí fyziku lidé, kteří ani nemuseli projít astronomickým kurzem při svém vysokoškolském studiu učitelství! Souhlasím s tvrzením v práci Pokorný (2001), že totiž učitel je schopen i po absolvování vysokoškolského studia vstřebávat nové poznatky a aktivně s nimi pracovat ve výuce. Samotné ministerstvo školství hovoří velmi často o potřebě celoživotního vzdělávání pedagogických pracovníků.

Myšlenky středoškolské astronomie tak mají být ne příliš odborné, více praktické. Takové, které vytvoří ve studentech jejich vlastní světobzor. Zájemci o hlubší pochopení astronomických vztahů můžou navštěvovat semináře z astronomie na

škole nebo v jiných institucích, můžou společně se svým vedoucím zpracovávat astronomické téma ve středoškolské odborné činnosti, případně můžou řešit astronomické soutěže (metod, jak se starat o nadané studenty, je dnes mnoho).

5.3 Nová témata středoškolské astronomie

Úkolem metodiků a didaktiků by mělo být vytvoření astronomických metodických pomůcek, které učitel může ihned použít ve výuce (právě to bylo úspěchem projektu *STAR* - viz strana 28), a to pro naši střední školu. Úlohy by ovšem měly nejen pokrývat dnešní moderní astronomii, ale hlavně by měly být použitelné pro získání zájmu o vědu u dnešních studentů. Proto není vhodné nechávat výuku astronomie na poslední ročník jako poslední téma fyziky, ač je zde nejlepší možnost využití veškerých znalostí studentů z přírodovědných předmětů. Tito studenti ovšem můžou astronomii pod vedením učitele studovat samostatně. Pro studenty, kteří mají hlubší (řekl bych vědecký) zájem o astronomii, může být navíc vypsán specializovaný seminář z astronomie.

Následující tématické rozdělení astronomie navrhuji pro rámcový plán astronomie jako předmětu, který bude pokrývat všechny čtyři ročníky střední školy. Učitelé všech předmětů by tedy měli (mohli), kdykoli je to vhodné, využít astronomického tématu pro motivaci studentů. Jednotlivá témata odpovídají i členění návrhů demonstračních příkladů ze sbírky příkladů v Dodatku D. V důsledku neustálého vývoje didaktické astronomie byl vytvořen **Výukový AstroWeb**¹, některé úlohy jsou zrcadleny na **Fyzwebu MFF UK**².

5.3.1 Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm I

Hlavním cílem této kapitoly by mělo být seznámení studentů prvního ročníku střední školy s umístěním planety Země ve vesmíru, také ke zpřesnění znalostí ze základní školy (astronomické jevy pozorované prostým okem). Studenti by se měli s umístěním planety Země seznámit hned na úvod všech přírodních věd, měli by také být seznámeni se základními součástmi vesmíru. Toho lze v prvním ročníku docílit propojením fyziky a zeměpisu.

Ve fyzice tak celou látku můžeme uvést rozebráním hmoty ve vesmíru, prostoru a času (společně se zavedením vztažných soustav). Do úvodní kapitoly by také patřil základní popis sil a univerzálních konstant. Prostorem zkoumání fyziky je celý vesmír, toho lze využít motivačním zařazením kapitoly o galaxiích. Při popisu pomůžou základní jednotky vzdáleností, z nichž některé by studenti měli znát ze základní školy. Není nutné využívat při popisu vesmíru hluboké souvislosti, pojmy jako jsou formování galaxií díky gravitační síle pochopí jistě i absolvent základní školy. Zakončením úvodních poznatků ve fyzice pak může být klasický pohled na

¹<http://puda.matfyz.cz>

²<http://fyzweb.cuni.cz>

měření času, zejména využitím pravidelně se opakujících astronomických úkazů (čehož lze využít později v kapitole o kmitání a vlnění).

Zeměpis pokryje otázky umístění planety Země spíše ve sluneční soustavě, spolu se zopakováním a prohloubením pohybů Země (užitečné je zopakovat pojmy jako měsíční nebo sluneční zatmění, střídání fází atd.). Závěrem by mohlo být zavedení zemských souřadnic, také souřadnic pro hvězdné nebe.

Je možné zapojit např. chemii při její úvodní kapitole o vzniku jednotlivých chemických prvků atd.

Osnova tak vypadá takto:

- Stavba vesmíru (hmota, prostor, čas, síly, univerzální konstanty)
- Galaxie a jejich utváření (*včetně Hubble Deep Field*)
- Určování vzdáleností ve vesmíru (astronomická jednotka, parallaxa, parsek, světelný rok)
- Měření času (hodiny, den, měsíc, rok, kalendář)
- Umístění Země ve vesmíru (vesmír, naše galaxie, sluneční soustava)
- Zavedení souřadnic (pohled na hvězdné nebe, včetně pohybů planet, Měsíce, Slunce)

Velmi dobrým doplňkem těchto témat by měla být samostatná měření studentů, tedy něco jako dnešní laboratorní práce. Studenti sami můžou dokonce vytvořit projekt, není nutné, aby každý student měřil vše. Jako laboratorní práce doporučuji zejména pozorování noční oblohy prostým okem, stavbu slunečních hodin, určování výšky Slunce a určování úhlového průměru Měsíce (případně Slunce).

Jako základní poznatky by studenti měli zvládnout pochopit jeden ze souřadných systémů, důležitost univerzálních konstant a měli by poznat základní souhvězdí jarní, letní, podzimní a zimní oblohy.

5.3.2 Naše poznávání sluneční soustavy

Astronomie dostane slovo opět na konci prvního, na některých školách na začátku druhého roku studia ve fyzice, kdy se probírá gravitační pole. Studenti v této době již znají základní matematické funkce, rovnice a jednoduché nerovnice. Následující otázky završí středoškolské znalosti o sluneční soustavě. Důležité je propojení jednotlivých kapitol se všemi přírodovědnými předměty, jako s chemií anorganických látek (stavba těles ve sluneční soustavě), částečně s biologií rostlin a živočichů (průzkum sluneční soustavy, život na jiných planetách). Zeměpisné znalosti můžou být rozšířeny o kartografické zavedení souřadnic na jiných tělesech ve sluneční soustavě.

Studenti by také mohli zjistit, že pro popis určitých astronomických pohybů (pohybů po kružnici), se hodí zavedení goniometrických funkcí nebo kuželoseček, které patří ke klíčovým znalostem v dalším studiu v matematice.

Na přelomu prvního a druhého ročníku by tak mohli studenti být postupně seznámeni s následujícími kapitolami:

- Vznik a vývoj sluneční soustavy
- Geocentrismus a heliocentrismus (problematika z historie astronomie)
- Planety (bloudící hvězdy, smyčky planet, viditelnost planet)
- Stavba těles sluneční soustavy
- Průzkum sluneční soustavy lidmi poslanými sondami, let člověka na Měsíc a dále
- Stavba Slunce

Jako laboratorní práci lze využít například kresbu Měsíce, případně tvorbu geocentrického a heliocentrického modelu sluneční soustavy. S blížícím se příchodem elektřiny a magnetizmu je aktuálnější pozorování slunečních skvrn jako motivační úloha na magnetické pole.

Mezi základní poznatky samozřejmě patří Keplerovy zákony a Newtonův gravitační zákon.

5.3.3 Objekty ve vesmíru a jak o nich víme

Dostávám se k problematičkému členění třetího a čtvrtého ročníku na středních školách gymnaziálního typu, kde se projevuje velká diferenciací jednotlivých škol. Některé školy mají třetí ročník jako poslední ročník výuky fyziky na gymnáziu, což způsobí zhuštění fyzikálních témat (elektřiny a magnetizmu již na konci druhého ročníku, po probrání ihned přichází na řadu optika), a také vypuštění nebo zkrácení jiných témat (zejména fyziky mikrosvěta - vyjímaje zajímavou část jaderné fyziky - a astronomii). Zároveň dochází ke skončení výuky dalších přírodních věd (zeměpisu, chemie), biologie se stále zejména díky svému velmi bohatému obsahu vyučuje i ve čtvrtém ročníku.

Vhodnými tématy pro výuku ve třetím a (případně) čtvrtém ročníku jsou základní astronomické kapitoly:

- Hvězdy (jejich vlastnosti, spektrum, klasifikace hvězd)
- Systémy hvězd (na nějakém praktickém příkladě ze spekter)
- HR diagram (stádia hvězd, hvězdná populace)
- Galaxie, centra galaxií

- Relativistická astrofyzika (kvasary, černé díry, aktivní jádra galaxií, záblesky gama)

Mnoho těchto témat je úzce vázáno na optiku, které ovšem z fyzikálních důvodů nastupuje po tématu elektřiny a magnetizmu (vždyť optické záření je pouze malou částí celého elektromagnetického spektra). Pokud budeme sledovat historický rámec, optika elektromagnetismus předchází. Probírání optiky, které by následovalo po kmitání a vlnění, by se navíc dostalo blíže planimetrii v matematice, kam lze některé kapitoly zejména geometrické optiky (Huygensův princip, odraz a lom, zrcadla a čočky) úspěšně přesunout nebo alespoň motivačně zařadit. Velkým problémem podle mého názoru zůstává odsunutí důležitého učiva elektřiny a magnetizmu na pozdější dobu.

Mezi pěkné laboratorní práce při výkladu výše zmíněného astronomického učiva patří jistě odhad hvězdných velikostí některých hvězd s využitím hvězdných vyhledávacích mapek.

Jako základní astronomické zákony lze jmenovat Kirchoffovy vyzařovací zákony, Stefanův - Boltzmanův vyzařovací zákon, Wienův posunovací zákon, Pogsonova rovnice (v matematice již jsou logaritmy probrány), Dopplerův zákon.

5.3.4 Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm II

Závěr posledního ročníku střední školy by měl být věnován uzavření astronomických kapitol nejen ve fyzikálním obrazu světa, ale také v jiných předmětech (pokud již to nebylo provedeno na závěr předmětů v nižších ročnících). Studenti se tak dostávají před vesmírné otázky, kde využijí veškerých znalostí přírodních věd. Tématy jsou:

- Další metody určování vzdáleností (radarová astronomie, supernovy, cefeidy) a rychlostí
- Hubblův zákon, stáří vesmíru
- Problematika kosmologie (temná hmota, temná energie, vývoj a konec vesmíru)
- Otazníky astronomické, astrofyzikální vědy (kvantová teorie gravitace, supersjednocení, . . .)
- Život ve vesmíru (Drakova rovnice)

Pro laboratorní práce je již vhodnější využít opravdové simulace skutečného astronomického proměřování, využití počítačových programů (viz kapitola 4), případně umožnit studentům pracovat na projektech a soutěžích.

5.4 Komentář k novým tématům

Otázky nového členění témat přírodních věd přicházejí pravidelně, ovšem podle mého názoru v dnešní době ještě naléhavěji. S plánovanou změnou koncepce výuky na středních školách směrem k rámcovým vzdělávacím plánům je možné přeskupit témata podle potřeby jednotlivých škol, či dokonce podle jednotlivých profesorských sborů.

Pokládám astronomická témata za velmi vhodná pro motivaci studentů k přírodním vědám, a proto je vhodné nenechávat astronomii jako poslední téma fyziky. Zároveň je možné propojit díky astronomii všechny přírodní vědy, neboť se při vesmírném průzkumu opět střetávají. Velmi pěkné (hlavně historicky) je propojení astronomie s matematikou, kde schází astronomické motivační příklady, ač by to bylo logické. V některých zemích na světě se pokusili o propojení přírodních věd astronomií (ovšem na podle mého názoru nižší úrovni, jako např. projekt *STAR*), v dalších zemích úspěšně astronomie spolupracuje s matematikou (příkladem může být Anglie).

Hlavními důsledky zavedení těchto výše popsanych témat do výuky na středních školách jsou spolupráce několika učitelů různého zaměření, a také dostupnost určitých metodických pomůcek (jako pracovních listů, návodů, obrázků, ...). Spolupráce jednotlivých učitelů bude jistě zajištěna zavedením rámcových programů, tedy potřebou učitelů domluvit se na vlastním způsobu členění témat. Problematika motivačních materiálů je částečně vyřešena dostupností astronomických materiálů (zejména v angličtině) na internetu. Dalším krokem by mělo být začlenění úloh do jednotlivých učebnic všech zmiňovaných předmětů, případně vytvoření výukového materiálu o astronomii pro účely středoškolského vzdělávání v podobném směru (tedy zejména motivačně a pro učitele více oborů).

Hlavní a klíčová témata se nacházejí ve třetím a čtvrtém ročníku, neboť tehdy přichází na řadu optika společně s moderní fyzikou. Jedná se však o témata, která jsou pro průměrné, zejména humanitně zaměřené studenty velmi složitá, ač jistě zajímavá. Proto je nutné se zaměřit také na vnitřní diferenciaci škol, která se nyní mnohdy aplikuje členěním tříd podle zaměření, a také možností výběru specializovaných seminářů. Složitější, důkazové či výpočtové problémy astronomie lze tak vyučovat ve specializovaném semináři z astronomie, který je možné vyučovat ve třetím, případně ve čtvrtém ročníku (jako jednoletý seminář). Výše uvedené členění témat slouží pro určení vhodnosti nějakého motivačního úkolu pro studenty.

Kapitola 6

Závěry

Tato práce mapuje jednak výuku astronomie v České republice, potom také ve vybraných státech světa. Jak se ukazuje, výuka astronomie u nás je na velmi dobré úrovni, ovšem hlavně teoreticky. Na velké většině škol se dostává astronomii pouze velmi omezený prostor nebo žádný, někde se astronomie vyučuje pouze návštěvou blízké hvězdárny nebo planetária, což je způsobeno také nevhodným umístěním astronomie jako posledního tématu fyziky do posledního ročníku gymnázia (těsně před maturity), dokonce až za Fyzikální obraz světa. Zatím nevyužito zůstává propojení astronomie na další přírodovědné předměty mimo fyziku.

Znalosti některých studentů jsou však výborné. Talentovaní studenti se nebojí zpracovávat jako středoškolskou odbornou činnost astronomické téma (zhruba třetina prací posledních pěti let je astronomických), velký rozmach zatím pouze v nejvyšších ročnících základní školy nastává v astronomické olympiádě, která jistě rozšíří svou působnost na střední školy.

Ve světě je situace velmi komplikovaná, neboť každý stát řeší výuku astronomie jiným způsobem (pokud ji tedy řeší). Problematika astronomie spočívá také v tom, že využívá nejmodernější technologie, které nejsou prioritou mnohých (zejména rozvojových) států - plná polovina dětí na světě nikdy nenavštívila školu. Nejpodobněji řeší problematiku výuky astronomie další evropské státy, na tuto úroveň se dostávají státy východoasijského regionu, zájem roste v Latinské Americe.

Vývoj astronomie přináší také změny do koncepce výuky astronomie na středních školách, kde zejména u nás je vidět absenci nových astronomických témat a jiného způsobu vyučování než výkladu. Ukazuje se také velká vazba astronomie na počítače, jednak pro získávání nových astronomických dat, pak pro zpracování výsledků, což se projevuje výrobou astronomických výukových materiálů a simulací pro počítače.

Vytvořením nových výukových témat se snažím dostat astronomické vzdělávání z okraje tematických plánů do role propojovacího předmětu pro všechny přírodovědné předměty, zejména ovšem jako motivačního prvku, neboť složitější astronomická témata je možné vysvětlovat stu-

dentům, kteří si vyberou jednoletý seminář z astronomie. Souhlasím tak s tezí mnoha pedagogů, že astronomie by měla být rozpuštěna do jiných předmětů, a to ve formě spíše zajímavých projektů a úkolů, než jako výklad např. jednotlivých vlastností planet a jejich měsíců. To vyžaduje neustálou tvorbu nových metodických materiálů, ne pouze učebnic (jak ukazují některé hravé formy pomůcek zejména anglosaských zemí, ovšem na nižší znalostní úrovni). Metodické materiály ovšem můžou tvořit nejen pedagogové, ale také talentovaní studenti astronomických seminářů na středních školách, připravující se učitelé na pedagogických fakultách.

Právě kvalitní tvorbou metodických pomůcek lze do výuky astronomie zapojit také jiné učitele než učitele fyziky. Astronomická témata by mohla být dalšími možnými otázkami celoživotního vzdělávání učitelů. Propojení jednotlivých předmětů se stává potřebou pro výuku, což se odráží v připravované koncepci rámcových vzdělávacích programů na středních školách.

Otevřenou otázkou tak zůstává také vnitřní diferenciací výuky na školách: jednak dalšího členění témat např. fyziky, ale samozřejmě dalších předmětů, pak také vhodnost konkrétních témat tzv. pro každého. Od třetího ročníku by tak bylo vhodné studenty více diferenciovat výběrovými semináři, astronomický seminář by mohl být jedním z nich.

Literatura

Adams, J.P., Prather, E.E., Slater, T.F. (2003): *Lecture-Tutorials for Instructory Astronomy*. Preliminary Edition, Pearson Education, Inc., New Jersey.

Al-Naimiy, M.K. (2001): *The Importance and Needs of Astronomy and Space Sciences in Arab Countries*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **17**, 13 – 26.

Babiaková, U. (2002): *Porovnanie výučby astronómie u nás a v zahraničí*. Kapitola z projektu disertační práce, Bratislava.

Bednařík, M., Šíroká, M. (2000): *Fyzika pro gymnázia - Mechanika*. Prometheus, Praha.

Biswas, S.N. (1994): *Teaching Astronomy Through Secondary Level Curricula*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **8**, 39 – 43.

Cosmos in the Classroom. Materials from a national symposium on teaching introductory astronomy. Ed. Andrew Fraknoi. Astronomical Society of the Pacific 2000.

Čeman, R., Pittich, E. (2002): *VESMÍR 1: Sluneční soustava*. Slovenská Grafia, Bratislava, 8 – 75.

Čeman, R., Pittich, E. (2003): *VESMÍR 2: Hvězdy - Galaxie*. Slovenská Grafia, Bratislava, 43 – 47.

Deng-Li, X. (1993): *Work for Popularization and Teaching of the Beijing Planetarium*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **7**, 77 – 81.

Desheng, J. (1993): *Popularizing Astronomy in Shanghai*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **7**, 47 – 50.

Dušek, J. (2002): *Úvodník Instantních astronomických novin*. Instantní astronomické noviny (www.ian.cz) **448**.

Fiero, J. (2000): *International Astronomical Union Commission on Education in Astronomy*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **16**, 1 – 5.

- Fisher, N. (2001): *Space science 2001: some problems with artificial gravity*. Physics Education **3**, 193 – 201.
- Fraknoi, A. (1996): *Astronomy Education: Current Developments, Future Coordination*. ASP Conf. Series, Vol 89.
- Fraknoi, A. (2000): *Good Astronomy Activities on the World Wide Web*. Project ASTRO, Astronomical Society of the Pacific, San Francisco.
- Fraknoi, A. (2002): *Science Fiction Stories with Good Astronomy & Physics*. Version 4.3, www.astrosociety.org/education/resources/scifiprint.html.
- Gerbaldi, M. (2002): *Astronomy and Teacher Training in French Schools*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **15**, 21 – 40.
- Goméz, G. (1992): *Astronomy Education in Cuba*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **5**, 1 – 2.
- Grygar, J., Horský, Z., Mayer, P. (1983): *Vesmír*. Mladá Fronta, Praha.
- Hlad, O., Pavlousek, J. (1984): *Přehled astronomie*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- Horník, J. (2004): *Vesmírná odysea ve světle paragrafů*. Respekt **6**.
- Isobe, S. (1993): *A Flower and a Star - An Important Aspect of Human Being*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **7**, 1 – 8.
- Isobe, S. (2002): *Education of Astronomy and Sciences - From Activities of Japan and Asian-Pacific Regions*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **15**, 11 – 13.
- Jáchim, J. (2000): *Můžeme na obloze pozorovat srpek Marsu?* Matematika - Fyzika - Informatika **4**, 229 – 234.
- Jones, B.W. (2003): *The Search for Extraterrestrial Intelligence*. Physics Education **1**, 8 – 13.
- Kantor, C.A. (2001): *A ciência do céu: Uma proposta para o ensino médio*. Disertační práce. Universidade de Sao Paulo, Instituto de física, Faculdade de Educação, Sao Paulo.
- Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 - Biologie*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Centrum pro reformu maturity, Praha 2000.

Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 - Chemie. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Centrum pro reformu maturity, Praha 2000.

Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 - Fyzika. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Centrum pro reformu maturity, Praha 2000.

Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 - Matematika. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Centrum pro reformu maturity, Praha 2000.

Katalog požadavků ke společné části maturitní zkoušky v roce 2004 - Zeměpis. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Centrum pro reformu maturity, Praha 2000.

Kleczek, J. (1986): *Vesmír kolem nás.* Albatros, Praha.

Kleczek, J. (2003): *Velká encyklopedie vesmíru.* Academia, Praha.

Lai, W. (1995): *Aspects of Curriculum Reform in the People's Republic of China.* Project Report No 1, Schooling for the Twenty First Century Project.

Lončák, O. (1970): *Proč je dobré být na Měsíci.* Letectví a kosmonautika **9**.

Macháček, M. (1998): *Fyzika pro gymnázia - Astrofyzika.* Prometheus, Praha.

Mackowiak, B. (2003): *The Important Role of Public Astronomy Education for Society.* Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **19**, 5 – 14.

Miyawaki, R. (1990): *Teaching of Astronomy in Japan: Some Problems in the New Course of Study.* Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **2**, 9 – 17.

Morávek, P. (2003): *Hvězdářská ročenka v praktických cvičeních z astronomie.* Matematika - Fyzika - Informatika **8 a 9**, 469 – 478 a 545 – 550.

Pasachoff, J.M., Percy, J.R. (1990): *The Teaching of Astronomy.* Proceedings of the 105th colloquium of the International Astronomical Union. Williamstown, Massachusetts, 26 - 30 July 1988. Cambridge University Press, Cambridge.

Percy, J.R. (1995): *Astronomy Education: A Global Perspective.* Planetarian **3**.

Percy, J.R. (1999): *Effective Learning and Teaching of Astronomy.* Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **15**, 41 – 44.

Perelman, J.I. (1954): *Zajímavá astronomie.* Naše vojsko, Praha.

Petty, G. (1996): *Moderní vyučování.* Portál, Praha.

- Pickwick, A.C. (1997): *Teaching of Astronomy in Elementary and High Schools in the UK*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **13**, 7 – 23.
- Pokorný, Z. (2001): *Astronomické vzdělávání*. Hvězdárna a planetárium M. Koperníka, Brno.
- Pompea, S.M. (2000): *Great Ideas for Teaching Astronomy*. 3rd edition, Brooks/Cole, Pacific Grove.
- Příhoda, P. (2000): *Průvodce astronomie*. Hvězdárna a planetárium hlavního města Prahy, Praha.
- Pudivítr, P. (2001a): *Hloubka měsíčních kráterů*. Matematika - Fyzika - Informatika **3**, 151 – 157.
- Pudivítr, P. (2001b): *Praktické úlohy z astronomie*. Diplomová práce. Matematicko-fyzikální fakulta UK, Praha.
- Pudivítr, P. (2003a): *High School Astronomy in the Czech Republic*. Physics Education **6**, 472 – 473.
- Pudivítr, P. (2003b): *Výuka astronomie na středních školách v USA*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie **3**, 251 – 255.
- Pudivítr, P. (2004): *Jak vyučovat astronomii?* Matematika - Fyzika - Informatika **6**, 352 – 357.
- Rusu, A. (1997): *The Present Situation of Astronomy Education in Secondary Schools and High-Schools in Romania*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **13**, 40 – 42.
- Standard základního vzdělávání*. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Věstník MŠMT **9** (1995).
- Stavinschi, M. (2003): *Astronomy Education in Europe*. Předmluva ke speciálnímu číslu časopisu Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **19**.
- Sudol, J.J. (2003): *Is Content All That Important?* The Astronomy Education Review **2**.
- Suen, L.C., Ng, H.C., Leung, K.C. (1993): *Astronomical Leadership Training in HongKong*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **7**, 52 – 57.
- Šedivý, P., Volf, I. (2001): *Pohyb tělesa po eliptické trajektorii v radiálním gravitačním poli*. Studijní text pro řešitele FO, UVFO, Hradec Králové.

Široký, J., Široká, M. (1966): *Základy astronomie v příkladech*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Šolc, M. a kol. (1983): *Fyzika hvězd a vesmíru*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

Štefl, V. (2002): *Výuka astrofyziky na gymnáziích v České republice*. Příspěvek na mezinárodní konferenci DIDFYZ (Inovácia obsahu fyzikálneho vzdelávania), Račkova dolina.

Štefl, V., Krtička, J. (2003): *Didaktika astrofyziky*. Text pro budoucí učitele fyziky. Masarykova univerzita, Brno.

Švehla, M. (2004): *Na Mars! Proč vlastně?* Respekt **6**.

Učební dokumenty pro gymnázia. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Věstník MŠMT **7** (1999).

Vanichai, Y. (2003): *Our Attempts in Astronomy*. Teaching of Astronomy in Asian-Pacific Region **19**, 30 – 34.

Vanýsek, V. (1980): *Základy astronomie a astrofyziky*. Academia, Praha.

Veverka, J. (2004): *K hodinové dotaci gymnaziálního kurzu fyziky*. Školská fyzika **1**, 95 – 96.

Vlachová, M. (2003): *Využití multimédií ve výuce astronomie*. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, Olomouc.

Živný, F., Lepil, O. (1966): *Praktická cvičení z fyziky*. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.

soutěže:

Astronomická korespondenční soutěž, Česká astronomická společnost, Praha, ročníky 2000-2003.

Astronomická olympiáda, Česká astronomická společnost, Praha, ročník 2003/2004.

Fyzikální olympiáda, UVFO, Univerzita Hradec Králové, katedra fyziky, ročníky 2001-2003.

Hledáme posádku raketoplánu, Gymnázium Christiana Dopplera, Praha, ročníky 2001-2004.

International Space Camp, Huntsville, Alabama, ročník 2002.

webové stránky:¹

aer.noao.edu - Astronomy Education Review

amazing-space.stsci.edu - Suggestions For Doing The Solar System Trading Cards Activity

catalog.core.nasa.gov - NASA CORE Educational Materials Catalogue, Central Operation of Resources for Educators

fyzweb.cuni.cz - Fyzikální stránky pro každého

spacelink.nasa.gov, education.nasa.gov - NASA's Educational Web Pages

www.ash.udel.edu/ash/teacher/standards - US. National Teaching Standards

www.astro.washington.edu - University of Washington Astronomy's Home Page

www.cascaeducation.ca - Canadian Astronomy Education

www.cermat.cz - Centrum pro zjišťování výsledků vzdělávání

www.curriculum.edu.au/projects/science.htm - Science Australia Project

www.eurydice.org - Informační síť o vzdělávání v Evropě

www.iau.org - International Astronomical Union

www.iscafaculdades.com.br/relea/english/index.htm - Latin-American Journal of Astronomy Education

www.nasa.gov/ntv - NASA Television

www.starlab.com - projekt STAR

www.sweb.cz/astrokrouzek - Astronomický kroužek při Gymnáziu v Lipníku nad Bečvou

yesican.yorku.ca - Pan-Canadian Science Project

¹Upozorňuji, že se v průběhu času mohou internetové adresy měnit, případně mizet. Zde jsou uvedeny stránky, které nejsou jmenovány v textu, přesto byly při psaní práce využity.

Dodatek A

Vzdělávací systémy

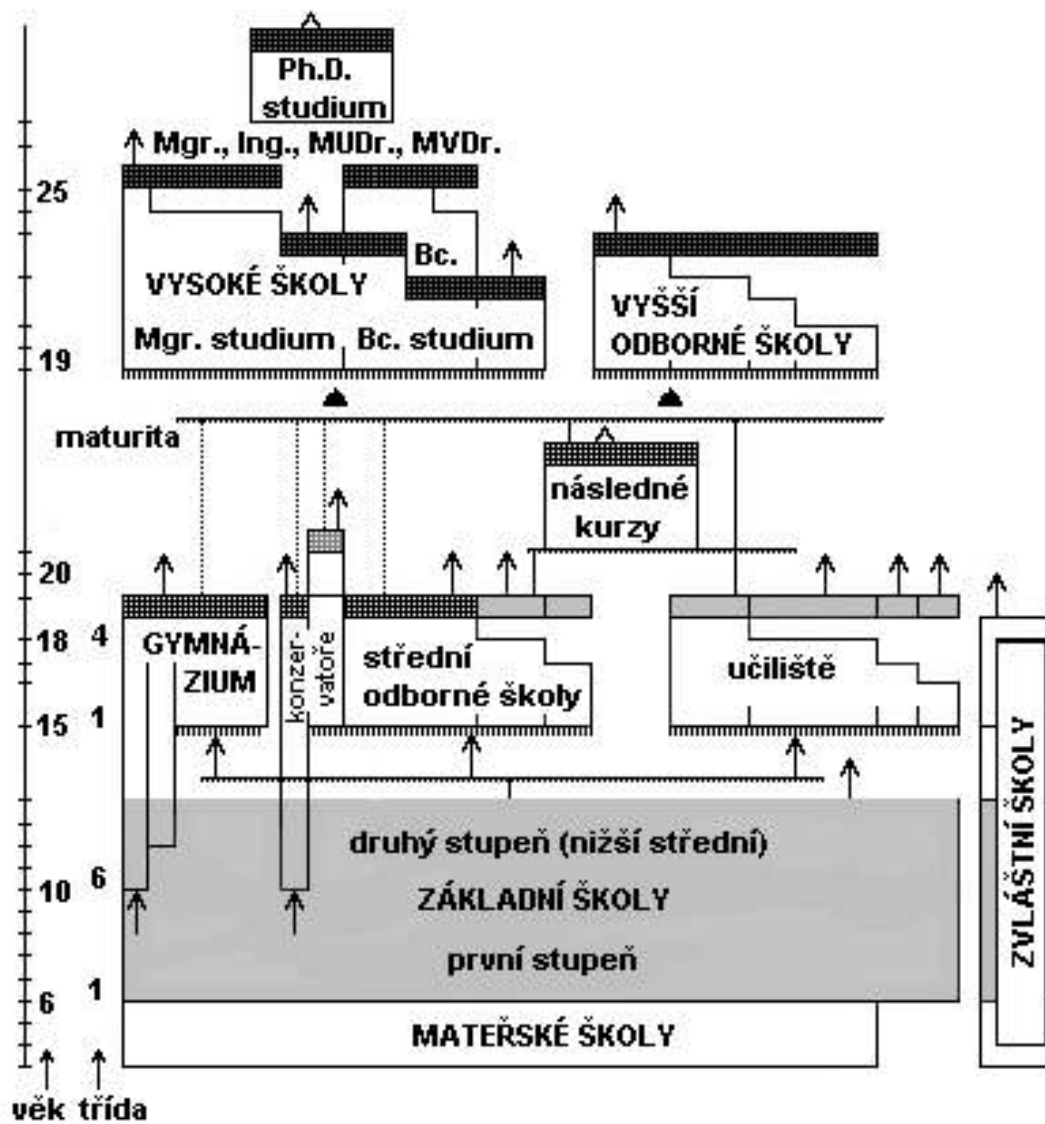
A.1 Vzdělávací systém v České republice

Vzdělávací systém v České republice je upraven několika zákony: *Zákonem o školských zařízeních* (78/1978 Sb.), *Zákonem o soustavě základních škol, středních škol a vyšších odborných škol (školský zákon)* (29/1984 Sb.) a *Zákonem o výkonu ústavní výchovy nebo ochranné výchovy ve školských zařízeních a o změně dalších zákonů* (109/2002 Sb.). Zejména tzv. školský zákon je v poslední době neustále přerpracováván ministerstvem školství a čeká se na jeho postoupení ke schválení.

Školský systém tak zatím vypadá tak, jak je vidět na obrázku A.1. Děti ve věku kolem šesti let začínají studovat povinnou devítiletou školní docházku na základní škole. **Základní škola** se dělí na první a druhý stupeň, přechod mezi stupni je automatický. Na prvním stupni vyučuje žáky zpravidla jeden třídní učitel, výjimečně bývá výukou jazyka nebo tělesné výchovy pověřen jiný vyučující. Na druhém stupni je pravidlem specializovaná výuka podle aprobace jednotlivých učitelů. Pro výuku na základní škole byly postupně schváleny tři vzdělávací programy: **Obecná škola** (dokončena roku 1997 spojením programů Obecná škola a Občanská škola), **Základní škola** (1996) a **Národní škola** (1997). Všechny tři zaručují stejný výstup po ukončení prvního stupně, přesto se liší svým pedagogickým charakterem. Školy nejčastěji vyučují podle programu Základní škola (94 % škol, 92 % žáků). Ve školním roce 2002/2003 navíc 15 škol ověřovalo možnost tvorby vlastních vzdělávacích programů v rámci **rámcového vzdělávacího programu**, který bude upraven novým školským zákonem (viz A.2).

Po absolvování této docházky a úspěšném složení přijímacích zkoušek žák pokračuje ve studiu na **střední škole**. Díky existenci víceletých gymnázií však žák může složit přijímací zkoušky již v páté, případně v sedmé třídě, a studuje tak dále na osmiletém, případně šestiletém gymnáziu. Gymnázia jsou pouze jedním z typů středních škol, mezi další typy patří střední odborné školy, střední odborná učiliště a konzervatoře.

Gymnázia jsou střední všeobecně vzdělávací vnitřně diferencované školy po-



Obrázek A.1: Schéma vzdělávacího systému v České republice.

skytující úplné střední vzdělání ukončené maturitní zkouškou. Přípravují své absolventy především pro studium na vysokých školách, a to v celém jejich spektru, popř. pro studium na vyšší odborné škole. Dále připravují i pro výkon některých činností ve správě, v kultuře a v dalších oblastech, které předpokládají široké všeobecné vzdělání, ale nevyžadují zvláštní odbornou přípravu.

Ve **středních odborných školách** se žáci ve čtyřletých studijních oborech vzdělávají tak, aby mohli vykonávat odborné funkce ve všech průmyslových odvětvích národního hospodářství, v zemědělství, ve veřejné správě, ve školství, v kultuře, ve zdravotnictví a v sociálních službách, které vyžadují kvalifikaci střední úrovně. Studium je zakončeno maturitní zkouškou. Vydané vysvědčení o maturitní zkoušce je dokladem o tom, že absolventi získali úplné střední odborné vzdělání. Prokazuje se jím odborná kvalifikace a zároveň je i předpokladem pro to, aby se absolventi mohli ucházet o přijetí ke studiu na kterékoli vysoké škole.

V **konzervatořích**, které jsou specifickým typem střední odborné školy, je studium šesti- až osmileté a je zakončeno absolutoriem. Absolventi konzervatoří získávají vyšší odborné vzdělání. Pokud však ukončí (nejdříve po 4. ročníku) studium maturitní zkouškou, získají úplné střední odborné vzdělání.

V některých středních odborných školách (především ve **středních zdravotnických školách**) existují vedle čtyřletých studijních oborů i studijní obory tříleté. V tříletých oborech však studuje jen malý počet žáků. Ti neskládají maturitní zkoušku, studium je ukončeno závěrečnou zkouškou a po jejím složení absolventi získávají střední odborné vzdělání.

Ve středních odborných školách se uskutečňuje i **nástavbové studium**, v němž absolventi tříletých oborů mohou (zpravidla v oboru svého předchozího vzdělávání) získat úplné střední odborné vzdělání. Toto vzdělávání je dvou- až tříleté a je zakončeno maturitní zkouškou. Lze ho absolvovat formou denního studia nebo formou studia při zaměstnání.

Ve **středních odborných učilištích** se žáci vzdělávají ve dvouletých a tříletých oborech tak, aby mohli vykonávat dělnická a obdobná povolání, ve čtyřletých oborech tak, aby mohli vykonávat náročná dělnická povolání a některé technické funkce provozního charakteru. Ve středních odborných učilištích (stejně jako ve středních odborných školách) se uskutečňuje i nástavbové vzdělávání absolventů tříletých učebních oborů, které zpravidla navazuje na vzdělávání v témže oboru. Je dvouleté až tříleté a je zakončeno maturitní zkouškou. Žáci v něm získají úplné střední odborné vzdělání.

Studenti, kteří získali úplné střední nebo úplné střední odborné vzdělání, se můžou složením přijímacích zkoušek stát studenty vyšší odborné nebo vysoké školy. **Vyšší odborné školy** připravují pro kvalifikovaný výkon náročných odborných činností nebo prohlubují dosažené vzdělání pro výkon konkrétních náročných činností. Poskytují vyšší odborné vzdělání, které zahrnuje vzdělání všeobecné, specifické odborné a náročnou praktickou přípravu. Studium trvá nejméně dva, nejvýše tři roky; je-li součástí praktická příprava ve formě odborné praxe delší než tři

měsíce, pak studium trvá nejvýše tři a půl roku. Vyšší odborné školy byly experimentálně zavedeny ve školním roce 1992/1993. Novelou školského zákona z června roku 1995 byly zavedeny jako nová součást vzdělávacího systému.

Struktura **vysokých škol** je dána nabízenými studijními programy, oborovým zaměřením a počtem a kapacitou vysokoškolských institucí. Podle Zákona o vysokých školách z roku 1998 se u **bakalářských studijních programů** akcentuje profesní charakter a finalita. **Magisterské studijní programy** jsou zaměřeny na získání teoretických poznatků založených na soudobém stavu vědeckého poznání, výzkumu a vývoje, na zvládnutí jejich aplikace a na rozvinutí schopností k tvůrčí činnosti; v oblasti umění jsou zaměřeny na náročnou uměleckou přípravu a rozvíjení talentu. **Doktorské studijní programy** jsou zaměřeny na vědecké bádání a samostatnou tvůrčí činnost v oblasti výzkumu nebo vývoje nebo na samostatnou teoretickou a tvůrčí činnost v oblasti umění. Kvantitativní rozvoj vysokých škol byl výrazný. Zřízením Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně (1.1.2001) se dosavadní počet veřejných vysokých škol zvýšil na 24; počet fakult od roku 1989 vzrostl ze 73 na 117. Počet studujících se zdvojnásobil, počet přijatých vzrostl 2,2krát. Na vysoké školy tak ročně vstupuje asi 35 % příslušného populačního ročníku, do celé terciární sféry (vysoké školy a vyšší odborné školy) asi 43 %. Možnosti dále rozšiřovat síť vysokých škol, které se otevřely po 1. lednu 1999, jsou využívány zejména konstituováním soukromého sektoru terciárního vzdělávání. Ke vzdělávací činnosti jsou zmocněna i některá neškolská zařízení (např. ústavy Akademie věd České republiky).

A.2 Novinky ve školském systému v ČR

V novém školském zákoně, který stále ještě čeká na postoupení Poslanecké sněmovně ČR, se objevují tzv. **rámcové vzdělávací programy**. Tyto programy nahradí učební osnovy, podle kterých zatím školy učí. Mezi tzv. kurikulární dokumenty tak budou patřit: *Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání*, *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* a *Rámcový vzdělávací program pro střední vzdělávání* (ten je ještě rozdělen na program pro gymnaziální a pro střední odborné vzdělávání). Podle těchto dokumentů si každá škola vytvoří vlastní školní vzdělávací program, a to tak, aby splnila všechny klíčové kompetence a minimálně základní úroveň vzdělávání, která je v rámcovém programu stanovena.

Stěžejní částí každého dokumentu rámcového programu bude část C, která charakterizuje daný typ, pojetí a cíle vzdělávání. Tato část vymezí klíčové kompetence a bude obsahovat rámcový učební plán s komentářem. Návrhy těchto učebních plánů jsou k dispozici na stánkách ministerstva školství.

Zavedení rámcových plánů studia počítá s existencí víceletých gymnázií, a s jejich člením na nižší a vyšší stupeň. Dále se diskutuje otázka prostupnosti těchto dvou stupňů (neboli zavedení povinné přijímací zkoušky pro studenta, který by

chtěl po absolvování nižšího stupně pokračovat na stejné škole na stupni vyšším).

Další diskutovanou otázkou byla **společná maturita**. Z návrhu vzešel roku 2000 materiál ministerstva s názvem *Koncepční záměr reformy maturitní zkoušky*. Tento materiál předpokládal zavedení nové maturitní zkoušky od školního roku 2003/2004, samozřejmě s podmínkou kodifikace tohoto institutu ve školském zákoně. Zejména z důvodu neexistence tohoto zákona byl termín spuštění jednotné maturity odložen na rok 2007 až 2009. Návrh přepokládá dvoustupňovou maturitní zkoušku: první částí bude jednotná státní maturita (externí), která by měla podobu testu, a druhou část tvoří interní školní maturita, jejíž obsah si určují jednotlivé školy. Podmínkou získání úplného středoškolského vzdělání bude úspěšné vykonání obou dvou částí nové maturity.

Společná část maturitní zkoušky bude konána ze tří předmětů: z českého jazyka, cizího jazyka a volitelného předmětu. Mezi volitelné předměty patří matematika, občanský základ, přírodovědně technický základ a informačně technologický základ. Pro všechny maturanty bude platit stejná úroveň obtížnosti testů. Úkolem testů je ověřit, zda maturant zvládl minimální požadované učivo, tzv. společné jádro maturitního předmětu.

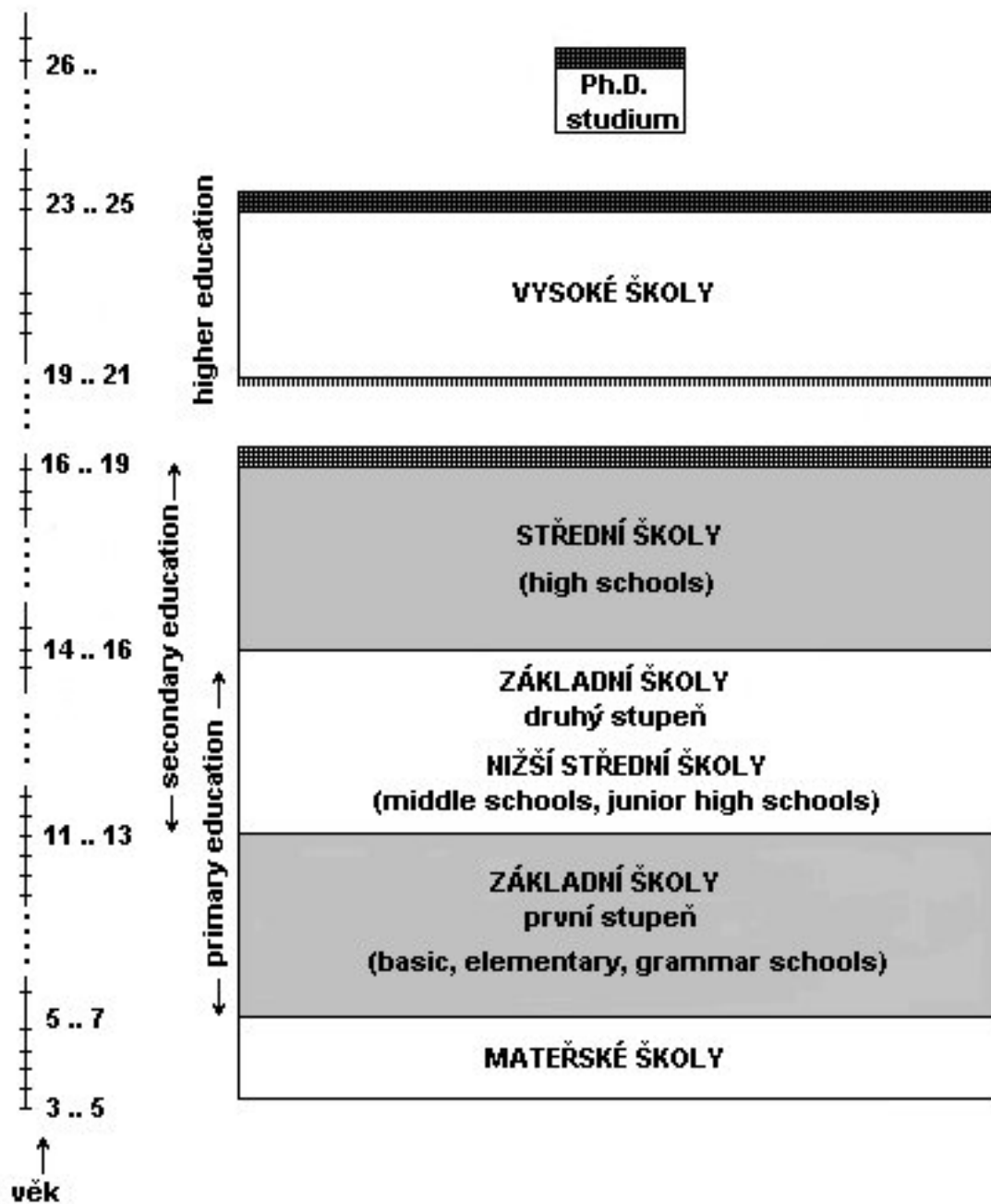
A.3 Zahraniční vzdělávací systémy

Ve dvacátém století nastal obrovský celosvětový rozvoj vzdělávacích systémů jak v průmyslově rozvinutých zemích, tak v nově vznikajících státech Asie a Afriky. Povinná školní docházka se stala základem většiny světových vzdělávacích systémů. Přesto je celosvětovým problémem to, že přibližně 50 % všech dětí nenavštěvuje žádnou školu (130 miliónů dětí mezi 6 a 11 lety žije bez základního vzdělání).

Světová organizace *UNESCO*, což je vlastně organizace pro vzdělání, vědu a kulturu při Organizaci Spojených národů, proto stále vyhlašuje kampaně pro gramotnost a další vzdělávací projekty. Úkolem těchto projektů je zařídit, aby každé dítě na světě navštěvovalo školu a stalo se gramotným. Právo na vzdělání je dnes základním lidským právem, ukotveným v roce 1948 v *Mezinárodní deklaraci lidských práv* a v roce 1989 *Dohodou o právech dětí*.

Základní schéma vzdělávací soustavy většiny států na světě je vidět na obrázku A.2. Žáci se dostávají do první třídy základní školy (*grammar school*) ve věku asi 5 až 6 let, v některých státech po absolvování mateřských škol či základoškolských přípravek. Ve sledovaných státech je vstup na základní školu začátek povinné školní docházky, která trvá v některých státech pouze 4 roky (např. Egypt), ve většině států potom 9 let.

Přechod z prvního na druhý stupeň základní školy (*middle school*), který bývá v některých státech již nižším stupněm střední školy (*junior high school*), je většinou automatický. Někde však je nutné složit speciální přijímací zkoušky (to zejména v těch státech, kde spolu fungují jak víceleté základní i víceleté střední školy), nebo alespoň jiným odpovídajícím způsobem prokázat schopnosti, které



Obrázek A.2: Schéma vzdělávacího systému ve světě.

jsou na daném typu školy potřebné.

Ve věku kolem 14 až 15 let většina žáků přechází do studia na střední škole (*high school*). Tento postup je opět buď automatický (pro žáky, kteří přešli v mladším věku na nižší střední školu), nebo je provázen přijímacími zkouškami, případně úspěšným složením závěrečných zkoušek na předcházející škole. Studium na středních školách trvá od 2 do 6 let, ve většině 4 roky. Pro postup na vysokou školu je nutné složit buď závěrečnou (maturitní) zkoušku (*state exam*), nebo ještě navíc přijímací zkoušku na tuto školu.

Školy na světě se tedy ani tak neliší členěním studia, jako spíš vnitřním uspořádáním škol, osnovami (pokud existují), ale zejména stylem výuky a chápáním cílů výuky. Státy se také liší procentuálním zastoupením soukromých škol (které jsou většinou placenou službou). Ohledně středních škol je převládajícím stylem výuky klasický výklad s testováním, projektové vyučování, seminářové pojetí výuky. Krajním případem seminářové výuky je Finsko, kde vlastně neexistují rozvrhy tříd nebo skupin studentů, ale každý student má jedinečný rozvrh seminářů.

Dodatek B

Organizace napomáhající vzdělání ve výuce astronomie

B.1 Česká republika

Základní organizací je samozřejmě **Česká astronomická společnost** (dále jen ČAS), která byla založena v prosinci roku 1917 jako spolek sdružující zájemce o astronomii z nejšířších vrstev obyvatelstva. Základní vzdělávací sekci společnosti je Sekce pro mládež ČAS¹. Tato sekce se zaměřuje na podporu práce s mládeží a podporu a pomoc při vytváření projektů zaměřených na mládež (viz dodatek C).

Dalšími aktivními organizacemi jsou česká planetária a hvězdárny. Jak je vidět v tabulce B.1, většina těchto institucí nabízí nejen pořady pro školy a děti (které jsou vynikajícím doplňkem hodin), ale i noční pozorování, kurzy a výstavy. Všechna planetária a hvězdárny jsou sdružena v tzv. **Sdružení planetárií a hvězdáren**², což je vlastně dobrovolná organizace sdružující tyto instituce, která kordinuje jejich činnost.

V neposlední řadě je nutné jmenovat vysoké školy, které připravují nejen budoucí učitele, ale také výukové plány, další soutěže. . .

B.2 Svět

Samozřejmě je nutné jmenovat **Komisi 46 Mezinárodní astronomické unie**³ (IAU), která byla založena roku 1967 pod názvem *Teaching of Astronomy* (Výuka astronomie) a následně v roce 2000 zreorganizována pod názvem *Astronomical Education and Development* (Astronomické vzdělávání a rozvoj). Hlavním úkolem komise je zkvalitňovat výuku astronomie na všech stupních škol na celém

¹<http://mladez.astro.cz>

²<http://sdruzeni.hvezdarna.cz>

³<http://physics.open.ac.uk/IAU46/>

Hvězdárna či planetárium	Pořady pro školy	Pořady pro děti	Kurzy	Výstavy	Večerní pozorování
Sezimovo Ústí	+	+	–	–	+
Úpice	+	+	+	–	+
České Budějovice	+	+	–	+	+
Rokycany	+	+	+	–	+
Planetárium Praha	+	+	+	+	–
Hvězdárna Praha	+	+	+	+	+
Karlovy Vary	+	+	–	–	+
Hradec Králové	+	+	+	+	+
Brno	+	+	+	+	+
Plzeň	+	+	+	+	+
Teplice	+	+	–	–	+
Ostrava	+	+	+	+	+
Pardubice	+	+	+	+	+
Jindřichův Hradec	+	+	–	–	+
Vlašim	+	+	–	–	+

Tabulka B.1: Přehled hvězdáren nabízejících programy pro mládež (stav k lednu 2004, zdroj: <http://mladez.astro.cz/volno/hvezd.htm>).

světě. Jednou z činností této komise je vydávání pravidelného bulletinu, ve kterém vycházejí zprávy o stavu astronomie v jednotlivých zemích.

Jednotlivé kontinenty se také snaží vytvořit nadnárodní organizace, které sdružují jednotlivé státy regionu. V Evropě existuje *European Association of Astronomy Education*⁴ (EAAE), neboli Evropská asociace pro vzdělání v astronomii. Její úkol je prakticky stejný jako Komise 46 IAU, jen pole působnosti je jiné. Tato asociace vznikla v listopadu 1995 v Athénách. Na jejích stránkách lze najít nejnovější projekty, soutěže a články, které se týkají výuky astronomie všech stupňů škol. Podobnou skupinu v pacifickém regionu tvoří vzdělávací skupina *Working Group on Astronomy Education*⁵, v asijském regionu *Teaching Astronomy in Asian Pacific Region* a v latinské Americe potom skupina, která prezentuje svůj projekt časopisu *Latin-American Journal of Astronomy Education*⁶.

Dalšími organizacemi, podporujícími výuku astronomie, jsou evropská a americká kosmická agentura: *European Space Agency*⁷ (ESA) a *National Ae-*

⁴<http://www.algonet.se/~sirius/eaae.htm>

⁵<http://www.aas.org/~wgae>

⁶<http://www.iscafaculdades.com.br/relea/english/index.htm>

⁷<http://www.esa.int>

*ronautics and Space Administration*⁸ (NASA). Obě mají samozřejmě za cíl získat pro astronomii a kosmické technologie mladé lidi, kteří se účastí v jejich projektech můžou nadchnout pro studium takového oboru (a později najdou uplatnění v kosmickém výzkumu). ESA v poslední době vytvořila mimo jiné projekt astronomických úloh Proměňování vzdáleností ve vesmíru (*Measuring distances in the universe*) nebo akci Obrázky cennější než tisíc slov (*Images worth a thousand words*), ve které pobízí učitele a studenty, aby přišli s nápady, jak využít snímky z umělých družic ve školách. NASA nabízí na svých stránkách velké množství vzdělávacích materiálů, řazených do přehledných kategorií jak pro studenty, tak pro žáky.

Společně s ESA na některých projektech spolupracuje ještě *European Southern Observatory*⁹ (Evropská jižní observatoř ESO). Ta se podílí nebo podílela na projektech jako jsou *Astronomy On-Line* (velký astronomický soubor vzdělávacích aktivit), *Fyzika na scéně 2000*, *Life in the Universe 2001* (vědecké a umělecké projekty studentů na téma Život ve vesmíru) nebo *Couldn't be without it!* (nové technologie, bez kterých nelze být). Většina těchto projektů byla spuštěna u příležitosti Evropského týdne vědy a technologií.

V národním měřítku pak existují astronomické společnosti nebo agentury, které konají např. astronomické olympiády nebo vytvářejí národní učební osnovy pro astronomii ve školách. Nezanedbatelná je i práce některých vysokých škol, které vytvářejí výukové programy pro střední školy.

⁸<http://www.nasa.gov>

⁹<http://www.eso.org>

Dodatek C

Astronomické soutěže

C.1 Česká republika

Sekce pro mládež ČAS se zabývá zejména získáním zájmu o astronomii mezi žáky základních škol (tedy ve věkové kategorii 12 až 15 let). Ve školním roce 2003/2004 byl spuštěn první ročník **Astronomické olympiády**, která je podporována i výborem Fyzikální olympiády (v materiálech této olympiády se objevila i zmínka o astronomické olympiádě). Olympiáda probíhá tříkolově: prvním kolem úspěšně projde ten žák, který získá z testu stanovený minimální počet bodů (počet úspěšných řešitelů prvního kola ročníku 2003/2004 byl 2323, a to z celkem 314 škol), druhým kolem projde úspěšně 50 nejlepších žáků (odborná komise posoudí způsob, kvalitu i rozsah řešení). Třetí kolo (finále) probíhá prezenčně v prostorách Akademie věd v Praze. Po vyhodnocení prvního ročníku bude Sekce pro mládež ČAS zvažovat jednak pokračování soutěže, také však možnost rozšíření olympiády na střední školy.

Dalším projektem, který zastřešovala Sekce pro mládež ČAS a který pořádá Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, je **Astronomická korespondenční soutěž**¹. Opět je zde omezení věkem (12 až 15 let). Na základě bodového ohodnocení výsledků testových, problémových a praktických úloh, které účastníci zašlou do daného termínu, komise vybere patnáct nejlepších, kteří se mohou zúčastnit letního astronomického soustředění.

O nadané studenty středních škol jeví zájem **Fyzikální olympiáda**², a to v kategoriích A, B, C a D. Mezi tématy úloh se objevují i úlohy na pohyb tělesa po eliptické trajektorii v radiálním gravitačním poli. Jako pomůcku autoři úloh zpracovali studijní text se stejným námětem.

Další aktivitou je **Středoškolská odborná činnost**³, kterou každoročně vyhlašuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Cílem této soutěže je přimět

¹<http://soutez.hvezdarna.cz>

²<http://www.uhk.cz/pdf/katedra/fyzika/Olympid/>

³<http://www.soc.cz>

umístění	práce	ročník
1.-3.	Dvořák, T.: <i>Pozorování sluneční fotosféry - 1998 - 1999.</i>	1999 - 2000
2.	Folta, M.: <i>Zákrytové proměnné dvojhvězdné systémy - stáčení apsidálních přímek zákrytových proměnných a kataklyzmických dvojhvězd.</i>	2002 - 2003
2.	Pejcha, O.: <i>Co se děje s AY Draconis?</i>	2001 - 2002
2.	Pejcha, O.: <i>DD Draconis - pulzující proměnná hvězda s rychlou změnou periody.</i>	2000 - 2001
3.	Drückmüllerová, H.: <i>PC zpracování obrazů sluneční korony.</i>	2002 - 2003
4.	Polášková, M.: <i>Zatmění Měsíce a podobné úkazy.</i>	1999 - 2000
4.	Srba, J.: <i>Perseidy '97.</i>	1998 - 1999
5.	Jaroš, M.: <i>Sluneční soustava.</i>	1998 - 1999

Tabulka C.1: Přehled astronomických prací ve Středoškolské odborné činnosti za ročníky 1998 - 2003 (pouze do 5. místa).

talentované studenty k samostatnému a tvořivému přístupu při řešení odborných problémů. Astronomické téma lze zpracovat v oboru fyzika (obor č. 02) a tvorba učebních pomůcek, didaktická technologie (12). V posledních pěti ročnících (roky 1998 - 2003) se finále oboru fyzika zúčastnilo celkem 21 astronomických prací z celkového počtu 66 prací, tedy zhruba třetina prací je astronomická (témata prací viz tabulka C.1).

Mezi soutěže se jistě řadí i konkurz **International Space Camp**⁴, který byl prozatím každoročně vyhlašován Planetáriem hl. města Prahy. Ze zájemců ve věku 15 - 18 let je vybrán jeden chlapec a jedna dívka, kteří společně s jedním učitelem střední školy jedou do Spacecamp v Huntsville, Alabama, USA, kde probíhá týdenní mezinárodní kosmický program. Hlavními podmínkami pro účast na konkurzu jsou kvalitní ovládnutí anglického jazyka, znalosti současné kosmonautiky, astronomie, fyziky a orientace ve všeobecném přehledu.

Další soutěže se buď konají příležitostně, nebo mají menší republikový dopad.

⁴<http://www.planetarium.cz/skoly/ISC.htm>

C.2 Svět

Mezinárodní astronomická olympiáda⁵ Euro-asijské astronomické společnosti byla založena v červnu 1996 a koná se každoročně od září do prosince pro studenty středních škol začleněných zemí. Úředním jazykem je ruština a angličtina. Soutěž je financována poplatky jednotlivých členských zemí a sponzorována EAAE (viz 72). 8. ročníku v roce 2003, který se konal ve Švédsku, se zúčastnilo celkem 24 států (velkou část tvořily bývalé státy Sovětského svazu, severské evropské státy, Brazílie, Bulharsko, Čína, Indie, Itálie, Korea, Polsko, Rumunsko, Řecko a Srbsko). Studenti jsou rozděleni do dvou kategorií, které odpovídají prvním dvěma a posledním dvěma ročníkům českých středních škol. Olympiáda se odehrává ve třech kolech: teoretickém, praktickém a pozorovacím.

Astronomické olympiády probíhají samozřejmě v různých státech na světě, kde jsou mnohdy organizovány astronomickými společnostmi, které se tak snaží popularizovat astronomii mezi studenty středních škol, nebo žáky základních škol. Takovou olympiádu koná např. Brazílie, která jinak nevyniká výukou astronomie na školách, nebo Izrael, který konal v roce 2003 již 9. astronomickou olympiádu, a to pro více jak 400 studentů v prvním kole ve věku 15 až 17 let (oproti 40 studentům při první olympiádě se jedná o velký nárůst). První kolo izraelské astronomické olympiády se sestává z psaného testu, který obsahuje základní otázky z astronomie a kosmického výzkumu. Do druhého kola postoupilo pouze 80 účastníků, z nichž 5 prošlo přes další test do kola finálového.

Evropská kosmická agentura pořádá pravidelně několik projektů pro středoškoláky ze zemí Evropské unie. Mnoho projektů jiných organizací potom spolu-financuje. Evropská jižní observatoř pořádá většinu programů a soutěží zejména pro středoškolské studenty. Soutěž *Catch a Star!* je internetová soutěž. Úkolem maximálně tříčlenného týmu studentů je upsat se na stránkách ESO k jednomu vesmírnému objektu a do daného termínu vypracovat webovskou prezentaci tohoto objektu. Prezentace musí splňovat určitá kritéria (např. musí obsahovat praktické pozorování objektu nebo alespoň popis pozorovací techniky). Vítězové ročníku 2003 odjeli na poznávací výlet na ESO *Paranal Observatory* v Chile.

Americký úřad NASA kromě velkého souboru výukových materiálů zve středoškoláky na účast v projektech, které připomínají vědeckou práci. Studenti se tak mohou podílet na určování programu pro vozítka na Marsu, případně zkoumat životní prostředí naší planety pomocí jednoduchých experimentů.

⁵<http://www.issp.ac.ru/iao/>

Dodatek D

Sbírka úloh

Tato sbírka úloh doplňuje metodicky rozvržení základních astronomických témat pro výuku na středních školách tak, jak jsem navrhl v kapitole 5. Obsahuje zajímavé, někdy netradiční úlohy, které jsou vhodnými návody na např. projekty, případně jako laboratorní práce z astronomie. Úlohy, které jsou úpravou již existujících úloh (a o kterých jsem se to tedy měl šanci dozvědět), případně úlohy, na které mě navedly některé knihy, jsou označeny zdrojem.

Sbírka obsahuje pouze netradiční, případně zajímavé projektové úlohy. Úlohy, u kterých jsou zadání, případně pracovní listy k dispozici na Výukovém AstroWebu¹, jsou označeny \star . Výuku astronomických témat lze vhodně doplnit dalšími dostupnými zdroji úloh, které jsou jednak v učebnici Macháček (1998), potom v knihách pro přípravu učitelů Široký a Široká (1966), Štefl a Krtička (2003), na internetu (viz kapitola 4) a dalších.

D.1 Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm I

Příklad 1: URČOVÁNÍ ROZDÍLU ZEMĚPISNÉ ŠÍŘKY A DÉLKY DVOU STANOVIŠŤ

Po domluvě s jinou střední školou (nejlépe v zahraničí) v Evropě proměřte vzájemný rozdíl zeměpisné šířky a délky měřením okamžiku a výšky Slunce v pravé poledne.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: úlohu obsahuje mnoho astronomických knih

Jedná se o základní úlohu praktické astronomie. Využít se dá rozličné množství metod, navrhuji využít gnómonu a metody indických kruhů. Pro provedení tohoto měření budou obě skupiny potřebovat tyč (vlastní gnómon), olovnici, provázek, kolík a hodinky, které jsou seřizeny na střeoevropský, případně letní střeoevropský čas.

¹<http://puda.matfyz.cz>

Obě školy si nejprve domluví, které dny budou výšku Slunce proměřovat. Jelikož místní situace může být rozdílná, měření by měla každá škola provádět během domluveného třeba celého týdne kdykoli je to možné. Účelem je proměřit výšku Slunce a dobu této kulminace ve stejný den. Pokud se to nepodaří, je nutné se studenty prodiskutovat denní změny v pohybech Slunce a výsledky měření korigovat.

Vlastní pozorování Slunce začneme asi 2 hodiny před polednem. Jako gnómonu použijeme tyč, zapíchnutou na rovné ploše, kterou vyrovnáme do svislé polohy olovnicí. K patě tyče uvážeme provázek tak, abychom mohli kolíkem na druhém konci rýsovat kružnice potřebného poloměru. Ve zvolený okamžik navineme provázek tak, aby délka provázku byla stejně dlouhá jako délka vrženého stínu tyče a narýsujeme část kružnice. Průsečík stínu s kružnicí označíme, zaznamenáme si čas. Totéž opakujeme po zhruba 15 až 30 minutách. Po poledni zjišťujeme okamžiky, kdy stín vrcholu tyče opět protne jednotlivé kružnice. Při pozorování určíme přibližně okamžik kulminace Slunce a jeho výšku ve stupních. Výpočtem lze okamžik přibližně určit jako střední hodnotu aritmetických průměrů jednotlivých sobě odpovídajících měření (měření na stejné kružnici). Se studenty lze také probrat vytyčení směru sever - jih zakreslením polední přímky, což je přímka proložená středy úseček sobě odpovídajících bodů měření.

Srovnáním výsledků měření ve stejný den se vzdálenou školou lze stanovit rozdíl zeměpisných šířek jako rozdíl naměřené výšky Slunce při kulminaci, přibližný rozdíl zeměpisných délek z časového rozdílu okamžiků pravého poledne, přičemž jedné minutě odpovídá $\frac{15^\circ}{60} = 0,25^\circ$.

• • •

Příklad 2: KRESBA MĚSÍCE *

Zakreslete Měsíc libovolnou technikou okolo první nebo poslední čtvrti. Snažte se prostým okem, případně dalekohledem pozorovat co nejvíce detailů. Porovnáním s mapou nebo počítačovým programem určete, jaké měsíční útvary jste pozorovali. Nezapomeňte zapsat na pozorovací arch všechny důležité údaje (dobu pozorování, techniku pozorování a kresby, . . .).

obtížnost: 1. ročník

zdroj: Pudivítr (2001b)

Níže uvedený obrázek je prací žákyně Jany Maškové z Gymnázia Opatov, která měla výtvarnou průpravu. Diskuze nad obrázkem pak může zahrnovat přesnost zakreslení jednotlivých útvarů, polohu těchto útvarů, jejich rozdělení na moře a krátery. Informacemi k obrázku byly datum a čas, technika pozorování a pozorovací podmínky. Při diskuzi lze využít počítačové mapy Měsíce, jako například *Selene* nebo *Clavius* (viz str. 44).



Příklad 3: PROJEKCE POHYBU DRUŽICE *

S využitím zemského glóbusu vysvětlete, jakým způsobem vznikla dráha družice Sputnik 1 na válcové projekci v řídicím středisku. Tuto první umělou družici Země vypustil Sovětský svaz 4. října 1957, a to tak, aby obíhala kolem Země po dráze, která svírá s rovinou rovníku úhel $65,1^\circ$. Sputniku trvala jedna otočka kolem Země 96,2 minuty a oběhnul tak Zemi za celou svou existenci, tedy do 4. ledna 1958, než shořel v atmosféře, více než 1300krát. Při obíhání vydával rádiové signály každých 0,6 sekundy (podobné pípání). Celkem pípнул více jak 13 000 000krát.

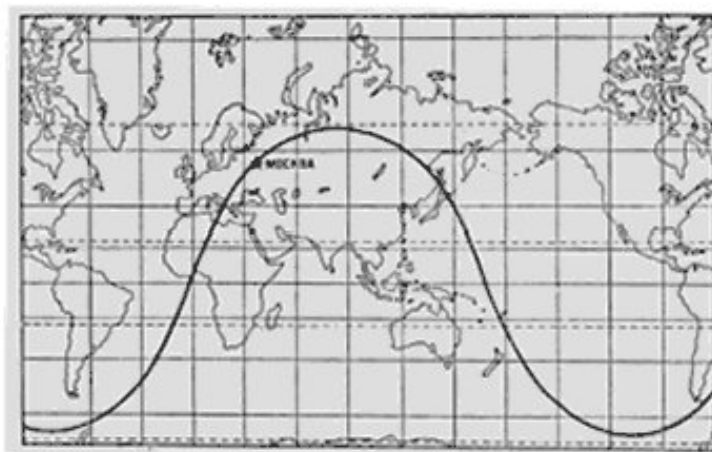
obtížnost: 1. ročník

zdroj: Perelman (1954)

Nejprve je nutné se studenty prodiskutovat, po jaké dráze se pohybují umělé družice Země. K tomu je výhodné zeptat se studentů, jaké druhy družic znají. Máme například polární satelity, které pozorují celý povrch Země. Díky jejich stále rovině dráhy a otáčení Země vidí během dvanácti hodin všechna místa zemského povrchu. Pro vypuštění takové družice je potřeba jí udělit asi o 11% větší rychlost, než je tomu u vypouštění rovníkové družice, u které lze využít rotace Země.

Mezi nejznámější rovníkové družice, které už podle svého názvu obíhají Zemi v rovině rovníku, patří geostacionární družice. Tyto družice se nacházejí ve výšce 36 000 km. Oběh družice trvá bez 4 minut 24 hodin, obíhá tedy Zemi stejnou úhlovou rychlostí, jakou se otáčí kterýkoli bod na rovníku. Proto je geostacionární družice stále umístěna nad stejným místem rovníku. Tyto typy družic používáme pro telekomunikaci, pozorování Země, navigaci, i pro astronomická pozorování vesmíru.

Existují i družice, obíhající po jiných drahách, jako příklad se dá uvést tzv. *Global Positioning System* (GPS), což je soustava 24 družic určených k přesnému měření polohy a času v kterémkoli místě na Zemi. Družice obíhají po šesti kruhových drahách ve výšce 20 000 km. Jejich dráhy jsou skloněny 55° k rovině rovníku. Družice jsou rozmístěny v drahách tak, aby v kterémkoli okamžiku byly nejméně čtyři nad obzorem, a to v kterémkoli místě na Zemi.



Vraťme se však k naší úloze: Sputnik obíhal Zemi po eliptické dráze. Nejbližší byla družice ve výšce 227 km nad povrchem Země (perigeum), nejdále 947 km (apogeum). Jelikož by bylo složitější modelovat dráhu družice jako eliptickou, provedeme zjednodušení - budeme předpokládat dráhu kruhovou. Takové zjednodušení si dovolíme z toho důvodu, že nám velice zjednoduší princip zakreslování dráhy, a také proto, že příliš nezkreslí náš výsledek od skutečného průběhu.

Studentům je třeba vysvětlit a prakticky ukázat, jakým způsobem vidí dráhu družice pracovníci v řídicím středisku na Zemi. Tam zakreslují počítače dráhu satelitu do mapy ve válcové projekci. Válcová projekce bývá vysvětlena v každém školním atlase Země pro první ročník gymnázií.

Náš Sputnik tedy oběhl za více jak 96 minut Zemi jednou kolem dokola, a to po dráze, která svírá s rovinou rovníku asi 65° . Představit si takové obíhání z velké vzdálenosti od Země by určitě nebyl problém. Vzhledem k pozorovateli na Zemi je pohyb družice trochu složitější, a to proto, že se Země otáčí kolem své osy.

Například umělá družice, která se pohybuje nad póly, se nebude pohybovat kolem poledníků. Promítneme-li si její dráhu na zemský povrch, dostaneme čáru podobnou písmeni S. Pokud chceme zakreslit pohyb družice do mapy, musíme si k tomu tedy sestrojít nějakou aparaturu. Nejlépe je si to ukázat v praxi, tedy přímo na globusu Země.

Představme si družici Sputnik 1. Dráha této družice svírala s rovinou rovníku přibližně 65° . Na globus tedy upevníme umělohmotný prstenec, který s rovníkem svírá úhel 65° . Ten nám představuje dráhu oběhu družice. Zvolíme počáteční

okamžik, tedy místo na Zemi, nad kterým začneme družici pozorovat. Vyberme si tedy například Moskvu (jedná se o sovětskou družici). Do připravené mapy ve válcové projekci zakreslíme první bod dráhy. Zvolíme si časový úsek, po kterém budeme dráhu pozorovat, například po 12 minutách. Oběžná doba družice je 96,2 minut. Za tuto dobu oběhne družice jednou kolem dokola, tedy oběhne 360° . Jednoduchým výpočtem zjistíme, že za 12 minut stihne družice oběhnout $\frac{12}{96,2} 360^\circ = 45^\circ$. Tuto vzdálenost zaneseme na prstenec. Za tuto dobu se samozřejmě otočila i Země. Země se otočí jednou kolem dokola za 1440 minut. Za 12 minut tedy urazí $\frac{12}{1440} 360^\circ = 3^\circ$. Musíme tedy ještě otočit globus o tři stupně k východu. Značka na prstenci nám pak ukáže hledané místo na povrchu Země. Opět ho zakreslíme do mapy. Tímto způsobem zakreslíme celý jeden oběh družice.

Nesmíme zapomínat, že jsme nezakreslili přesně dráhu satelitu, použili jsme přiblížení pomocí kruhové dráhy. Ve skutečnosti byla dráha Sputniku 1 eliptická. Pro přesnější zakreslení dráhy je dobré zvolit kratší časový úsek. Je potřeba si ovšem říct, jak přesné úhly jsme schopni nanést.

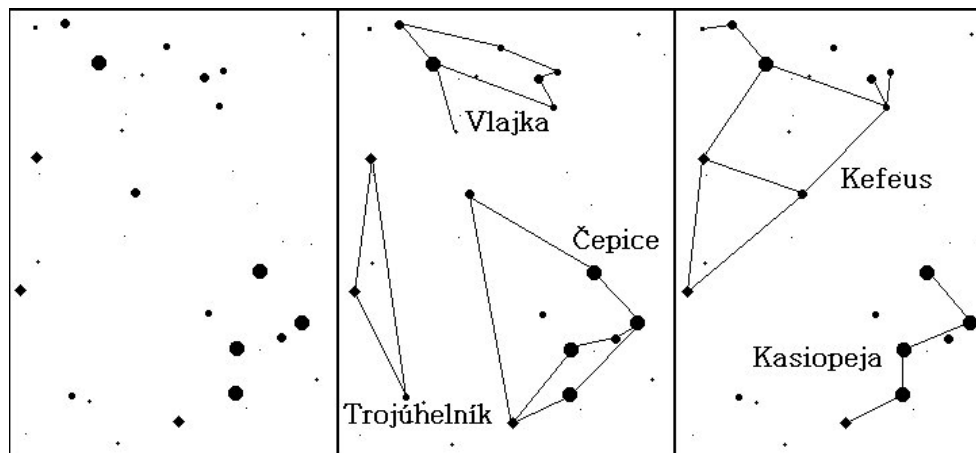
Mezi další rozšíření úlohy patří zakreslení dráhy jiných satelitů. Jedinými informacemi, které je potřeba najít, jsou oběžná doba a sklon dráhy satelitu vzhledem k rovině rovníku. Bylo by dobré taky zjistit, zda se dá dráha přibližně považovat za kruhovou. Můžeme studentům zadat složitější úkol. Jakým způsobem lze zjistit dobu průletu nějaké družice? Rovněž lze vypočítat, bude-li družice vůbec prolétat nad nějakým územím. První otázka se vlastně řeší obrácením postupu, kterým jsme zjišťovali dráhu družice. Zakreslením více oběhů lze také zjistit, zda se družice dostane nad nějaké konkrétní území.

• • •

Příklad 4: VLASTNÍ SOUHVĚZDÍ

Do vlastní slepé mapy části hvězdného nebe zakreslete vámi vymyšlená souhvězdí. Porovnejte tato souhvězdí se spolužáky, vyberte nejvhodnější vymyšlená souhvězdí a porovnejte je se skutečnými souhvězdími.

obtížnost: 1. ročník



Pro toto cvičení je možné si zvolit libovolný úsek hvězdného nebe (podle aktuální viditelnosti, podle potřeby naučit konkrétní souhvězdí, typická souhvězdí). Slepé mapky lze vyrobit využitím jakéhokoli počítačového planetária, jakým je např. *Albiero* (viz str. 44).

Studenti mají určitý čas na najítí vlastních souhvězdí, která pojmenují a můžou k nim vymyslet také mytologii. Potom jednotlivé práce zhodnotí a vyberou nejpodarenější výtvar. Posledním úkolem je porovnat tuto práci se skutečnými souhvězdími.

Jedná se o cvičení, které lze využít jako motivační pro výklad o souhvězdích. Na obrázku je vidět jednak část slepé mapky, vymyšlená souhvězdí a skutečnost.



Příklad 5: POSUN SOUHVĚZDÍ

Zakreslete na milimetrový papír (nebo pomocí počítače) podle příloženého materiálu některé souhvězdí. Zakreslete potom polohu hvězd za 100 000 let.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: Čeman a Pittich (2003)

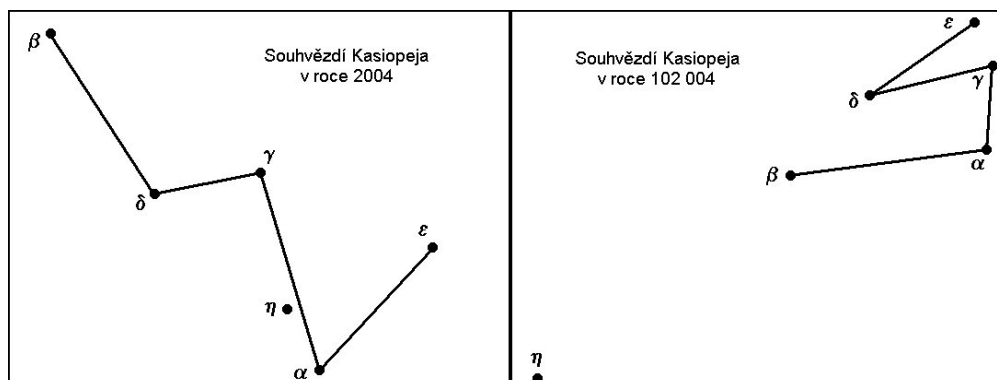
Vlastní pohyb hvězd, který můžeme popsat u každé jednotlivé hvězdy její radiální a tangenciální rychlostí, změny průběhem mnoha tisíciletí tvar souhvězdí. Zatímco radiální pohyb bude mít souvislost se změnou zdánlivé jasnosti těchto hvězd, tangenciální pohyb způsobí skutečnou změnu poloh hvězd (z pohledu pozorovatele na Zemi jde však o pozorování vlastního pohybu hvězdy, který je tangenciální rychlostí dělenou vzdáleností). Poloha velmi vzdálených hvězd s velkou tangenciální rychlostí se tedy nemění tak nápadně.

Studenti si nejprve vyberou zkoumané souhvězdí, ze kterých zakreslí nejjasnější hvězdy. Navrhují zakreslovat Velkou medvědici (*UMa*), Malou medvědici (*UMi*), a Kasiopeju (*Cas*). Pokud studenti naleznou informace zejména o vlastním pohybu hvězd v jiných souhvězdích, potom je možné zakreslovat další souhvězdí.

V následující tabulce se nacházejí souřadnice nejjasnějších hvězd zkoumaných souhvězdí společně s vlastním pohybem. Tyto informace lze najít na stránkách databáze *SIMBAD*². Hledáním např. BET UMi lze nalézt informace o hvězdě β UMi - tedy např. její souřadnice, a také její vlastní pohyb (*proper motion*) v jednotkách úhlové milisekundy za rok. Ty poslouží k zakreslení polohy hvězdy po 100 000 letech. Souřadnice je možné zobrazit počítačem, jak je vidět na dalším obrázku u Kasiopěji. Obě souhvězdí jsou zakreslena v jiném obrázku, neboť zakreslit dnešní i budoucí souhvězdí by obrázek zneřehlednilo (celé souhvězdí se nejen zdeformuje, ale také posune).

hvězda	rektascenze α	deklinace δ	změna α ms.rok ⁻¹	změna δ $\frac{1}{1000}$ " .rok ⁻¹
α UMa	11h03m44s	61°45'04"	-136,46	-35,25
β UMa	11h01m50s	56°22'57"	81,66	33,74
γ UMa	11h53m50s	53°41'41"	107,76	11,16
δ UMa	12h15m26s	57°01'57"	103,56	7,81
ϵ UMa	12h54m02s	55°57'35"	111,74	-8,99
ζ UMa	13h23m56s	54°55'31"	121,23	-22,01
η UMa	13h47m32s	49°18'48"	-121,23	-15,56
α UMi	02h31m49s	89°15'51"	44,22	-11,75
β UMi	14h50m42s	74°09'20"	-32,29	11,91
γ UMi	15h20m44s	71°50'02"	-18,03	17,68
δ UMi	17h32m13s	86°35'11"	10,54	53,97
ϵ UMi	16h45m58s	82°02'14"	19,54	4,67
ζ UMi	15h44m04s	77°47'40"	20,07	-2,50
η UMi	16h17m30s	75°45'19"	-89,94	257,80
α Cas	00h40m30s	56°32'14"	50,36	-32,17
β Cas	00h09m11s	59°08'59"	523,38	-180,44
γ Cas	00h56m43s	60°43'00"	25,65	-3,82
δ Cas	01h25m49s	60°14'07"	297,24	-49,50
ϵ Cas	01h54m24s	63°40'12"	31,98	-18,66
η Cas	00h49m06s	57°48'57"	1087,07	-559,73

²<http://simbad.u-strasbg.fr/sim-fid.pl>



• • •

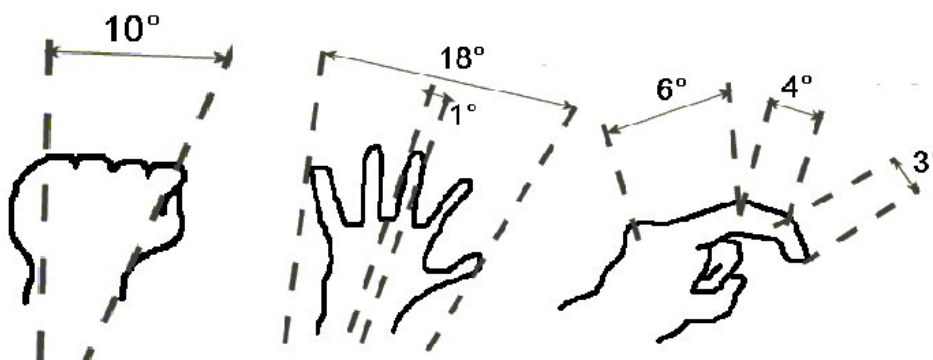
Příklad 6: DEMONSTRAČNÍ MĚŘENÍ PARALAXY

Proměřte vzdálenost spolužáka určením jeho paralaxy pomocí uvedené metody. Pro proměření úhlů použijte přibližné určení pomocí ruky, a také vlastní nápodobu sextantu. Výsledek porovnejte se skutečnou vzdáleností studenta.

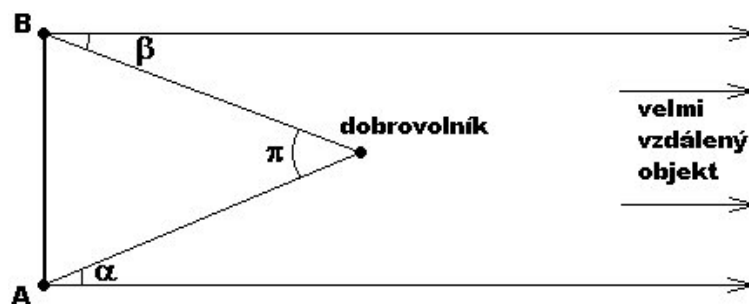
obtížnost: 1. ročník

zdroj: W. G. Weller, Association of Universities for Research in Astronomy

Pro měření bude potřeba mít k dispozici vyrobený sextant a pásmo. Sextant lze vyrobit pomocí úhlooměru, kde vytvoříme pohyblivé rameno, upevněné jedním koncem na středu úhlového oblouku, a pevné rameno, které připevníme na hodnotu 0° . Druhou možností je odečítat úhly velmi přibližně využitím ruky, jak to ukazuje následující obrázek:



Při samotném měření si vybereme místo s dobrým výhledem na horizont (nebo alespoň na velmi vzdálený konkrétní objekt). Necháme dobrovolníka, aby se vzdálil od místa měření o určitou vzdálenost, kterou později proměříme pro kontrolu správnosti. Samotné měření je vysvětleno následujícím obrázkem, který vystihuje situaci měření:



Studenti proměří paralaxu dobrovolníka tak, že proměří úhly α a β mezi dobrovolníkem a vzdáleným objektem ze dvou různých míst A a B, která jsou od sebe vzdálena d . Pro paralaxu π potom můžeme psát $\pi \approx \alpha + \beta$. Pro hodnotu vzdálenosti dobrovolníka x lze psát $x \approx \frac{d}{2 \operatorname{tg} \frac{\pi}{2}}$

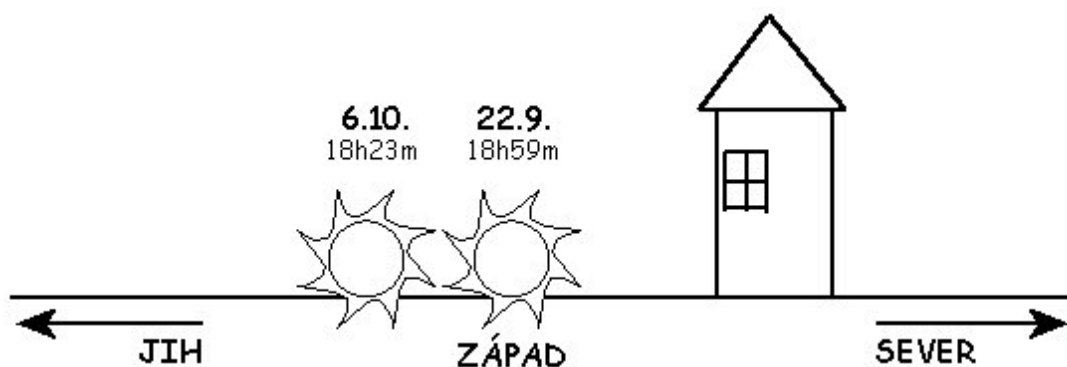
• • •

Příklad 7: ZÁPAD SLUNCE

Pozorujte okamžik a místo západu Slunce přímo na horizontu v průběhu dvou až tří týdnů. Pozorování zaznamenávejte do obrázku, na kterém bude pomocí orientačních bodů znázorněn posun místa západu Slunce. Srovnajte zjištěný posun s teoretickou předpovědí.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: Ch. Impez, University of Arizona



Jak ukazuje výše uvedený obrázek, studenti by si jednak měli všimnout posunu místa západu Slunce, který závisí na roční době, potom také s tím související jinou dobu západu. Zakreslováním se tak studenti cvičí v pozorování děje, kterého si mnohdy ani nevšimnou.

Problémem je nepozorovatelný volný horizont, potom také odhad, kdy přesně Slunce zapadá. Studentům se zájmem o astronomii lze vysvětlit rozdíly mezi občanským, nautickým a astronomickým soumrakem. Lze také vysvětlit dobu

trvání soumraku v závislosti na geografické šířce a na roční době. Oblíbenou otázkou je možnost západu Slunce na severozápadě - v letním období.

• • •

Příklad 8: HVĚZDNÉ NEBE

V roce 1889 namaloval Vincent van Gogh obraz *Hvězdné nebe*. O zážitku z pozorování se podělil se svým bratrem Theem: „Dnes ráno jsem se díval z okna na vesnici dlouho před východem slunce, byla vidět pouze jitřenka, která se zdála být velká.” Zkuste najít na obraze jitřenku a diskutujte o pohledu malíře na hvězdné nebe.

obtížnost: 1. ročník



Podle výkladu obrazu je jitřenka, neboli planeta Venuše, zakreslena jako velká bílá hvězda nalevo od středu obrazu. Van Gogh maloval velmi nespoutaně, a tak obraz přímo vibruje raketami, které po sobě zanechávají žluté pásy, zatímco planety krouží jako při piruetách. Van Gogh jistě věděl o rozdílu mezi stálicemi (hvězdami) a bloudícími planetami. Ve spodní části obrazu není tak patrné burácení a zdvihání kopců. Přesto je celkový dojem z van Goghova obrazu modře poklidný.

Uvedený příklad lze využít při astronomickém námětu ve výtvarné výchově. Studenti po rozebrání obrazu mohou namalovat vlastní pocit z ranního nebe, případně mohou v katalogích obrazů hledat další význačná díla s astronomickou tematikou.

• • •

D.2 Naše poznávání sluneční soustavy

Příklad 9: MODEL SLUNEČNÍ SOUSTAVY

Sestavte před školou model sluneční soustavy podle skutečné situace, kterou zjistíte na internetu nebo s využitím astronomického počítačového programu. Po měsíci model opět předělejte podle změny jednotlivých planet.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: úlohu obsahuje mnoho astronomických knih

Tato úloha je rozšířením klasické stavby sluneční soustavy, která ovšem vyžaduje přesnou znalost drah planet kolem Slunce. Se studenty může učitel diskutovat nejen eliptickou dráhu planet, ale také sklon jejich dráhy vůči rovině ekliptiky. Jedná se tak o úlohu pro fyzikálně, matematicky, případně zeměpisně zaměřené třídy. Hodnoty heliocentrických souřadnic pro jednotlivé planety zobrazují počítačová planetária.

• • •

Příklad 10: SRPKY PLANET ★

Najděte, v jaké fázi je dnes vidět planeta Mars. Výpočtem zjistěte, proč tomu tak je. V jaké nejmenší fázi je možné ze Země Mars pozorovat?

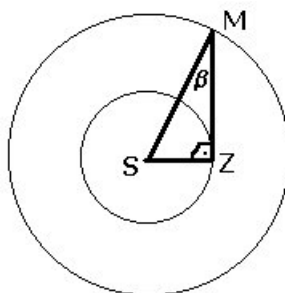
obtížnost: 1. ročník

zdroj: Jáchim (2000)

Ve školách se o fázích Marsu, Jupiteru a dalších planet učitelé tolik nezmiňují. Žáci tak předpokládají, že tyto planety, pokud jsou pozorovatelné, vidíme vždy jako celé kotoučky. Podrobnější astronomický kalendář, nebo hvězdářská ročenka, však mimo jiných informací o planetách uvádí také fáze planet. Například pro 4. března 2003 nabízí počítačový program Albiero 2 tyto informace o planetě Mars:

Úsečka AB je obrazem kružnice, která odděluje osvětlenou a neosvětlenou polovinu planety. Úsečka CD je obrazem kružnice, která toto dělení provádí pro pozemského pozorovatele. Ne celá polovina planety obrácená k Zemi je však osvětlena Sluncem. Osvětlená a současně ze Země pozorovatelná zůstává část povrchu Marsu znázorněná silně vytaženým obloukem BC . Z průměru Marsu $CD = d$, kde hodnota d je 6 780 km, je vidět pouze jeho část: $d' = r + r \cos \beta = 3\,390 + 3\,390 \cos 35,34^\circ = 6\,155$ km což je $\frac{d'}{d} = \frac{6\,155}{6\,780} = 0,91$. Toto je číslo fáze Marsu. Vypočítali jsme tak fázi planety pro konkrétní datum.

Nabízí se otázka, při jaké vzájemné poloze Slunce, Země a Marsu může být fáze Marsu nejmenší. Pro jednoduchost uvažme kruhové dráhy obou planet kolem Slunce. Potom jejich vzájemná poloha pro největší úhel β je na tomto obrázku:



Uvažujme střední vzdálenost Země - Slunce rovnou 1 AU a Slunce - Mars 1,524 AU. Potom pro výpočet $\sin \beta = \frac{1}{1,524} = 0,6562$, tedy úhel β je 41° . Lze navíc spočítat, že v tomto případě bude fáze Marsu 0,887.

Pokud bychom počítali velmi přesně, tedy pohyb planet po keplerovských elipsách, dosáhl by příslušný fázový úhel hodnoty 47° , což odpovídá fázi planety 0,841. Pokud budeme Mars pozorovat větším dalekohledem, bude vždy ve fázi mezi úplňkem a čtvrtí, vždy bude vidět více než $\frac{4}{5}$ kotoučku planety.

• • •

Příklad 11: CESTA NA MARS

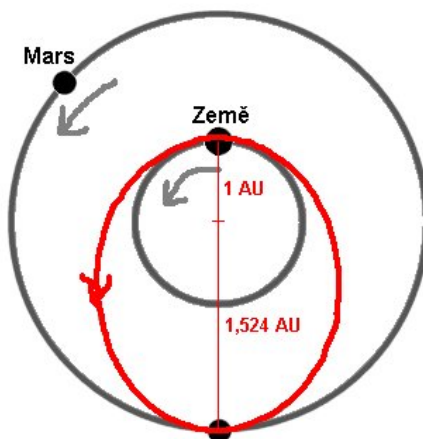
Ve studentském týmu vytvořte projekt cesty na Mars. Rozdělte si jednotlivé úlohy: někteří z vás budou teoretici (ti budou mít za úkol vytyčit celou cestu na Mars), inženýři (kteří postaví model rakety - klidně funkční), biologové (kteří získají informace o účincích mikrogravitace na člověka, budou mít také za úkol zkoumat růst rostlin - hydroponii), chemici vyřeší výrobu kyslíku, fináčníci navrhnu rozpočet celé akce...
obtížnost: 2. - 4. ročník

zdroj: fyzika částečně na <http://www.phy6.org>, dále Lončák (1970)

Tak velký projekt samozřejmě již vyžaduje velmi dobře připravené pedagogy, kteří vedou jednotlivé skupiny studentů. Projekt je tedy součástí více předmětů, zejména

přírodovědných. Každý student si vybere (nebo mu je vybráno) takové umístění, které mu vyhovuje. Vynikající studenti matematiky a fyziky pak jistě budou v týmu teoretiků nebo inženýrů, nadějní chemici pak budou vyrábět kyslík atd. Velmi se osvědčuje zahrnutí jiných profesí, např. ekonomů (kteří mají komunikaci s ostatními skupinami sestavovat rozpočet - ten může být reálný, odrážející nákup potřebných pomůcek, nebo smyšlený), případně výtvarníků (napadá mě tvorba znaku výpravy, reklamních poutačů, televizních spotů). Jednotlivé skupiny studentů spolu samozřejmě komunikují, dle výsledků upravují svoje výzkumy. Celý projekt pak končí prezentací celé práce.

Pokud se zaměřím pouze na fyzikální stránku věci, potom je dobré fyziky vyzbrojit znalostí Hohmanovy trajektorie. Situaci lze přehledně ukázat na následujícím obrázku:



Připusťme pro jednoduchost, že Země i Mars obíhají ve stejné rovině po kruhových drahách kolem centrálního Slunce (raději ho do obrázku nekreslím). Poloměr dráhy Země a_Z je 1 AU, poloměr dráhy Marsu a_M je 1,524 AU. Pokud víme, že Země oběhne jednou kolem dokola za $T_Z=1$ rok, potom z Keplerova třetího zákona plyne, že

$$T_M = T_Z \left(\frac{a_M}{a_Z} \right)^{\frac{3}{2}} \approx 1,88 \text{ roku.}$$

Hohmanova trajektorie je elipsa, která se dotýká obou dvou trajektorií planet (na obrázku červeně). I pro ni platí Keplerův zákon, a tedy čas T potřebný na cestu na Mars je polovinou oběhu po Hohmanově trajektorii:

$$T = \frac{1}{2} T_Z \left(\frac{a_Z + a_M}{2a_Z} \right)^{\frac{3}{2}} \approx 0,7 \text{ roku} \doteq 8,5 \text{ měsíce.}$$

Pro další úvahy si budeme potřebovat určit úhlové rychlosti obou planet. Úhlová rychlost Země je $360^\circ/\text{rok}$, to je v přepočtu asi $0,986^\circ/\text{den}$, úhlová rychlost Marsu

je $360^\circ/1,88$ roku, tedy $0,524^\circ/\text{den}$. Víme tak, že Země předběhne Mars za jeden den o rozdíl těchto rychlostí, tedy o $0,462^\circ$. Při startu na Mars se planeta Země musí nacházet na druhé straně od Slunce než místo setkání sondy s Marsem, ten musí být před tímto místem přibližně o 135° .

Pro cestu zpátky budeme potřebovat, aby se planeta Země nacházela opět za Sluncem. Během cesty na Mars Země oběhla $255,6^\circ$ - do návratu za Slunce (360°) tedy musí urazit $104,4^\circ$. Jednoduše lze tedy zjistit, že z Marsu lze odstartovat zpět po Hohmanově trajektorii za $\frac{104,4}{0,462}$ dnů, tedy asi 226 dní.

Inženýři by se měli ve svých úvahách dostat k několika etapám kolonizace Marsu.

1. Nejprve je nutné dostavět Mezinárodní kosmickou stanici (ISS). Na této stanici je možné dělat základní výzkum života při mikrogravitaci, testovat nové materiály využitelné pro kosmické základny na dalších tělesech.
2. Výzkum se také musí zabírat dlouhodobým pobytem člověka v kosmu. Astrobiologie se tedy stane jednou z hlavních vědeckých oblastí výzkumu na ISS.
3. Před vlastní cestou člověka na Mars je nutné provést nepilotovanou simulaci letu posádky na tuto planetu.
4. Předstupněm cesty (která bude nejen dlouhá při vlastní cestě, ale i pobytem na planetě), je zvládnout dlouhodobý pobyt člověka na Měsíci. Základem úspěchu je tedy postavit a provozovat základnu na Měsíci - našem nejbližším sousedu.
5. Konečně přichází vlastní cesta na Mars.

Fantastické nápady přeměny planety Mars na planetu podobnou Zemi se zdají být zatím doménou sci-fi snů. Finančníky bude jistě zajímat přínos výpravy z finančního hlediska. Je dobré připomenout, co přinesl projekt *Apollo*:

- Nové technologie materiálů: nové speciální oceli o vysoké pevnosti, kvalitní slitiny (včetně titanových slitin), technika lepení kovů (dobré pro letecký a automobilový průmysl), ohnivzdorné lamináty, vývoj pěnových polyuretanů (vhodných pro izolaci ve stavebnictví ale i v ortopedii!).
- Miniaturizace a vývoj počítačových komponent.
- Přínos pro biologii a lékařství: vývoj zařízení pro přenos dat z těl astronautů do pozemského řídicího střediska přinesl pokrok diagnóz a zpracování. Kosmická technologie přispěla k vývoji umělého srdce a ledvin. Nové kryogenní techniky umožňují zmrazování v chirurgii, ale i při skladování krve, tkání a plazmy.

- Užití družic přineslo úspěchy v sestavování map geotermální aktivity, v předpovědích počasí, zjišťování center lesních požárů i zemětřesení. Měření ze sítě čtyř na Měsíci umístěných seismometrů odhalila desetitisíce otřesů a také pádů meteoritů.
- Základním výsledkem bylo jistě zjištění, že Země a Měsíc vznikly z téhož materiálu. To dosvědčuje stejné zastoupení izotopů kyslíku v horninách Země i ve vzorcích dovezených z Měsíce.
- S pomocí doposud funkčních pasivních laserových odrážeců z Apolla 11, 14 a 15 (dodnes funkčních) zkoumáme vzdalování Měsíce od naší planety, a tím upřesňujeme poznatky o pohybech Země i Měsíce.

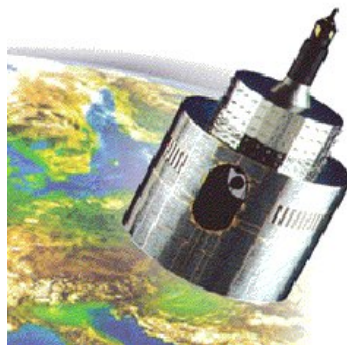
Investice do kosmického dobývání se tedy několikanásobně vrátí. Stejně to zatím vypadá tak, že lidstvo si cestou na Mars určitě nepoložilo nesplnitelné plány, jednotlivé kosmické projekty tím spíše dostaly cíl směřování. Jak kdosi poznamenal, je lepší dát peníze na cestu na Mars, než je poslat armádě. (Ač byla podle některých historiků druhá světová válka opravdovým boomem pro moderní technologie.)

• • •

Příklad 12: GEOSTACIONÁRNÍ DRUŽICE *

Spočítejte, v jaké vzdálenosti od povrchu je možné umístit geostacionární družici. Prodiskutujte, kolik těchto družic pokryje celou planetu Zemí satelitním vysíláním. Najděte ve skupině informace o tom, k čemu slouží konkrétní geostacionární družice, kterou si sami zvolíte, a prezentujte výsledky ostatním.

obtížnost: konec 1. ročníku, 2. ročník



Na úvodním obrázku je vidět umělá geostacionární družice Země s názvem Meteosat. Tato družice je umístěna stále nad jedním místem Země, a to nad průsečnicí rovníku s Greenwichským poledníkem. K čemu tato konkrétní družice slouží?

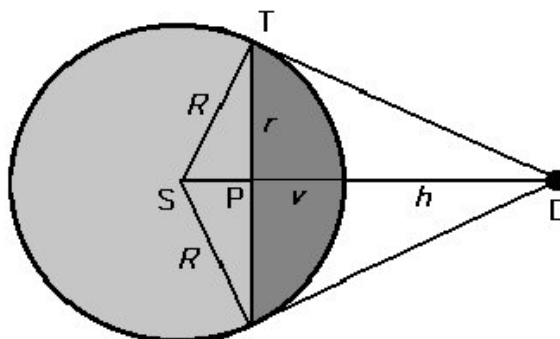
Družice sleduje počasí nad Atlantickým oceánem, Evropou a Afrikou. Díky tomu pomáhá meteorologům v určování stavu a vývoje počasí. Technika na satelitu snímá celé území ve třech pásmech: ve viditelném spektru, v tepelném infračerveném a v 6ti mikronovém pásmu absorpce vody, které se zobrazuje v pásmu infračerveném.

Naším prvním úkolem je určit, v jaké výšce nad Zemí jsou geostacionární družice umístěny. Základní fyzikální údaje jsou hmotnost Země M ($5,97 \cdot 10^{24}$ kg), rovníkový poloměr Země R (6 378 km) a gravitační konstanta G ($6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²kg⁻²). Studenti nejprve potřebují vědět, jakým způsobem se družice pohybuje. Družice se pohybuje po kruhové dráze kolem rovníku, a to tak, aby oběhla jednou kolem dokola za 23 hodin 56 minut (čas oběhu T); tak zůstává stále nad jedním místem na rovníku Země. Při výpočtu lze vyjít z jednoduchých vztahů, které se probírají ve fyzice v prvním ročníku. Gravitační síla F_g je vlastně onou silou dostředivou F_d . Označme hmotnost družice m a její poloměr dráhy x . Rychlost družice v lze určit z toho, že musí za T oběhnout dráhu obvodu kružnice o poloměru x , tedy $v = \frac{2\pi x}{T}$. Píšeme:

$$\begin{aligned} F_d &= F_g \\ \frac{mv^2}{x} &= G \frac{mM}{x^2} \\ x &= \sqrt[3]{G \frac{MT^2}{4\pi^2}} \end{aligned}$$

Dosadíme-li do tohoto vztahu všechny již známé veličiny, dostaneme výsledek $x \approx 42\,149$ km. Nejedná se ovšem o výšku družice nad povrchem Země, ale od středu Země. Výška družice je tedy $h \approx 35\,770$ km.

Položme si otázku, kolik povrchu spatří družice ze své vzdálenosti 35 770 km od zemského povrchu. Tento úkol se v učebnicích matematiky řeší povrchem vrchlíku, který můžeme vyjádřit jako $S = 2\pi Rv$, kde R je náš poloměr Země a v je výška vrchlíku (viz obrázek).



Výšku v vyjádříme ze znalosti Eukleidovy věty o odvěsně v pravoúhlém trojúhelníku SDT . Platí tedy $R^2 = (R - v)(R + h)$. Pro výšku tedy platí vztah $v = \frac{Rh}{R+h}$. Pro procentuální vyjádření viditelného povrchu Země z družice ve výšce h lze psát:

$$\% \text{ povrchu} = \frac{h}{2(R+h)} 100\%$$

Pokud do vztahu dosadíme zadané nebo předem spočítané hodnoty, dostáváme výsledek, že naše družice vidí 42,4 % povrchu planety. Pokud však máme odpovědět na závěrečnou otázku, a to kolik je minimálně potřeba družic, abychom pokryli celý povrch Země, problém je složitější: prostým sečtením možných procentuálních pokrytí by stačily 3, ovšem pokryté plochy se překrývají. Při zakreslení situace shora (při pohledu na pól) se ukazuje, že minimální možný počet je 4. Některá území na planetě jsou však stále nepokryta.

• • •

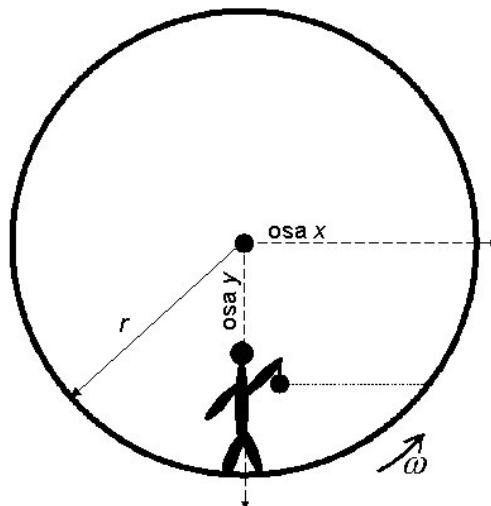
Příklad 13: UMĚLÁ GRAVITACE

Představte si otáčející se válcovou kosmickou stanicí mimo dosah gravitačního působení (na obrázku v řezu) a vyřešte následující úkoly:

- 1) Vyjádřete zrychlení působící na člověka jako funkci úhlové rychlosti ω (případně jako funkci frekvence otáčení stanice f) a poloměru stanice r .
- 2) V 60. letech 20. století zjišťovala *US Naval School of Aviation Medicine* účinky neustálého pobývání lidí v otáčející se místnosti na jejich zdraví. Podle výsledků jsou pro delší pobyt maximální hranicí dvě otočky za minutu. Chceme-li získat na obvodu stanice zrychlení $9,81 \text{ ms}^{-2}$, jaký je minimální možný poloměr stanice?
- 3) Zjistěte, jaký rozdíl umělé gravitace působí na člověka vysokého 1,8 m.
- 4) Jak velká umělá gravitace působí na člověka, který se pohybuje ve směru (proti směru) otáčení stanice rychlostí 10 ms^{-1} ?
- 5) Kam spadne jablko, upuštěné z výšky 1,5 m?

obtížnost: 2. ročník

zdroj: Fisher (2001)



Student, který zná dostředivé (odstředivé) zrychlení a kruhový pohyb, odpoví jistě na otázky správně.

1) Odstředivé zrychlení $a_d = \frac{v^2}{r} = \frac{(\omega r)^2}{r} = \omega^2 r$, pokud použijeme frekvenci f , potom $a_d = (2\pi f)^2 r$. Toto zrychlení, které představuje domnělou gravitaci, působí na člověka na obvodu kosmické stanice.

2) Poloměr stanice se spočítá jako $r = \frac{a}{(2\pi f)^2}$, kde hodnota a odpovídá gravitačnímu zrychlení $9,81 \text{ ms}^{-2}$ a frekvence $f = \frac{1}{30} \text{ Hz}$. Odtud plyne, že poloměr stanice by měl být $r \approx 225 \text{ m}$.

3) Označíme-li výšku člověka h , potom pro poměr zrychlení platí

$$\frac{a_{\text{na hlavu}}}{a_{\text{na patu}}} = \frac{\omega^2(r-h)}{\omega^2 r} = \frac{r-h}{r}.$$

Pro dané hodnoty vychází poměr 99 %, tedy rozdíl je asi 1%.

4) Pokud se bude člověk pohybovat, potom bude mít jinou úhlovou rychlost ω' , která má pro pohyb ve směru otáčení stanice hodnotu $\omega' = \omega + \frac{v}{r}$ a pro pohyb proti směru otáčení $\omega' = \omega - \frac{v}{r}$, kde v je rychlost pohybu člověka. Srovnáme-li nyní zrychlení a' , působící na člověka, se zrychlením původním $a = 9,81 \text{ ms}^{-2}$, dostáváme:

$$\frac{a'}{a} = \frac{\omega'^2 r}{a} = \frac{(\omega \pm \frac{v}{r})^2 r}{a}$$

Pro pohyb ve směru otáčení pak vychází hodnota 147 %, tedy se člověk bude cítit skoro o polovinu těžší, pro pohyb proti směru otáčení pak 62 %.

5) Označme navíc výšku, ze které padá jablko, jako h_j , rychlost jablka ve směru osy x v_j a počítejme celý problém z vnějšího pohledu v osách x a y (jak je to na obrázku). Souřadnice jablka se dají zapsat následujícím způsobem:

$$\begin{aligned}x_j &= v_j t = (r - h_j)\omega t \\y_j &= r - h_j\end{aligned}$$

Na podlahu kosmické stanice jablko dopadne, když budou souřadnice x_j a y_j splňovat podmínku $x_j^2 + y_j^2 = r^2$ (tedy rovnici kružnice o poloměru r se středem v počátku našich zvolených souřadnic). Dosazením dostaneme výsledný čas t , po který bude trvat celý pád jablka:

$$t = \frac{\sqrt{h_j(2r - h_j)}}{(r - h_j)\omega}$$

Pro naše hodnoty dostáváme $t \approx 0,56$ s.

Za tento čas urazí pata stojícího člověka úhel $\varphi = \omega t$, tedy asi 0,117 rad ($\sim 6,7^\circ$). Tato pata změní x -ovou souřadnici z nulové hodnoty na hodnotu $x = r \sin \varphi$, tedy asi 26,3 m. x -ová hodnota dopadu jablka $x_j = 26,2$ m. Rozdíl tedy činí 0,1 m, jablko dopadne trochu za stojícího člověka. Přesto je pád přibližně stejný jako na Zemi. Efekt bude daleko větší při menším poloměru stanice r .



Příklad 14: ČASOVÁ OSA LETECTVÍ A KOSMONAUTIKY

Vytvořte jako třída časovou osu letectví a kosmonautiky. Podle pokynů učitele si nejprve pozorně přečtěte odstavec, který jste dostal/a, a potom zkuste tento text zařadit na časovou osu.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: International Space Camp

A Ferdinand von Zeppelin otestoval první říditelnou vzducholod'. Tento dopravní prostředek měl vnitřní pevnou kostru pro držení tvaru, uvnitř bylo místo nejen na motory, ale i pro pasažéry. Zeppelin se stal velmi úspěšným výrobcem těchto strojů, cestující uletěli přes jeden a půl miliónu kilometrů bez ztráty života. Více než stovka vzducholodí byla používána při průzkumných vojenských misích za první světové války.

B Po 73 sekundách letu STS-51 byl zničen raketoplán Challenger. Celá posádka 7 astronautů zahynula (včetně první astronautky - učitelky Christy McAuliffe).

C Brazilský jezuitský kněz Laurencio de Gusmao je pokládán za vynálezce balónu plněného horkým vzduchem. Vytvářel jejich malé modely, které úspěšně ukazoval portugalskému králi. Při jedné přehlídce se však jeden z balónů vznesl a zapálil záclony s nábytkem. Král byl tak překvapen, že nechal Gusmaoův objev otisknout v novinách po celé Evropě.

Č Prvním člověkem ve vesmíru se stal ruský kosmonaut Jurij Gagarin ve Vostoku 1. Let byl plně automatický, trval 1 hodinu a 48 minut. Probíhal ve výšce 130 km.

D	Pilatre de Rosier (fyzik) a Marquis d'Arlandes (vojenský důstojník) se stali prvními lidmi, kteří letěli v balónu bratrů Montgolfierů. Jejich let trval 25 minut, urazili vzdálenost 8 km. Při přistávání vyděsili francouzské farmáře, kteří se na ně vrhli s vidlemi. Poté král vyhlásil, že je protiprávní útočit na letce v balónech.
Ď	První pokus Wernhera von Brauna s raketami v jeho 13 letech nedopadl příliš šťastně. Vůz naplněný třaskavinami nejprve mohutně zaburácel, potom vybuchlo všech šest raket. Když se rozplynul kouř, vůz byl celý ohořelý, a tak se mladý von Braun dostal do rukou policie. Přesto již ve 22 letech složil doktorát z fyziky. V roce 1945 spolu se stovkou dalších vědců začal pracovat v USA pro armádu.
E	První a zároveň zatím poslední československý kosmonaut Vladimír Remek startuje v Sojuzu 28, aby pobyl na orbitální stanici Saljut 6.
F	Číňané vynalezli první rakety tak, že střelný prach nasypali do rákosových stébel, zapálili je a čekali, co se stane. Když zjistili, že takovým způsobem můžou vyslat šípy mnohem dále, a navíc je nechat vybuchovat, využili novou technologii při odrážení útoků mongolských kmenů. Čínský důstojník Wan Hoo chtěl vyzkoušet, zda mocná zbraň může vynést člověka do nebe. Nechal na své křeslo připevnit 47 velkých raket a poručil vojákům, aby je zapálili. Doufejme, že byl vynesena do nebe, vojáci každopádně svého velitele ani křeslo nenašli.
G	Amelia Earhart startuje na svou cestu, při které jako první žena přeletěla samostatně Atlantik. Vzhůru se držela pomocí čichání soli a srkání rajčatové šťávy. O pět let později zmizela při pokusu obletět celý svět.
H	Američtí astronauti Gus Grissom, Ed White a Roger Chaffee zemřeli při nehodě během odpočítávání simulačního startu do vesmíru. Velký požár způsobila jiskra v jednotce s čistým kyslíkem. Další skoro 2 roky NASA neprovedl člověkem řízený let.
CH	Bylo oznámeno, že se chystají první američtí astronauti - <i>Mercury 7</i> . Prezident USA rozhodl, že to mají být vojáci mladší 40 let, menší než 180 cm, mají mít vynikající fyzickou kondici, minimálně bakalářský titul a mají být testovacími piloty. Prvním kolem prošlo na 500 mužů.
I	První nadzvukové britsko - francouzské dopravní letadlo Concorde vylétlo na trasu Londýn - New York, kterou na konci celého projektu překonalo za 3,5 hodiny. Provoz těchto letounů byl zastaven zejména z finančních důvodů.
J	Joseph Kettinger skočil s padákem z výšky více než 34 km. Ve volném pádu, který trval 4,5 min, dosáhl rychlosti přes 1000 kmh^{-1} (při teplotě $-74 \text{ }^\circ\text{C}$). Kettinger otevřel padák ve výšce 6 km. Vytvořil tak nejen rekord výškový a rychlostní, ale také rekord v nejdelším volném pádu.
K	Sovětský svaz překvapil celý svět vysláním první umělé družice Sputnik 1.
L	Jules Verne uveřejnil roku — knihu <i>Cesta na Měsíc</i> . Tento vědeckofantastický román inspiroval vědce Ciolkovského, Obertha a von Brauna, kteří přemýšleli o cestách na Měsíc.
M	V ruské družici Sputnik 2 odstartoval pes Lajka. Rusové tak získávali informace o průběhu životních funkcí při letu do vesmíru. Lajka byla po pěti dnech pobytu v kosmu usmrcena injekcí.
N	První ženou ve vesmíru se stala Valentina Těreškovová, která ve svých 26 letech obletěla Zemi celkem 48krát. V normálním životě byla pracovnící v textilní továrně, ale také amatérskou parašutistkou. Její trénink probíhal v utajení. Při svém prvním a zároveň posledním letu byla ve vesmíru 70 hodin.
Ň	Raketoplán vynesl na oběžnou dráhu družicovou astronomickou observatoř Hubblov kosmický dalekohled, který svými přístroji přinesl nový pohled na vesmír.

O	Posádka Apollo 11 Neil Armstrong, Buzz Aldrin a Michael Collins provedli první přistání člověka na Měsíci. První dva astronauti dosedli s modulem <i>Eagle</i> v Moři Klidu.
P	Řecká mytologie vypráví příběh o Daidalovi, který postavil bludiště na ostrově Kréta. Krétský král však nechal Daidala a jeho syna Ikara v tomto bludišti uvěznit, aby nemohli sdělit, jak se bludištěm prochází. Oběma se společně podařilo uprchnout. Z ostrova odletěli na vlastnoručně vyrobených křídlech z peří a vosku. Ikarus ovšem nedbal rad svého otce, vzrušením z letu se dostal výše a slunce roztopilo vosk jeho křídel. Chlapec zemřel.
Q	Velká Británie vytvořila Britské královské letectvo poté, co 3 roky zpátky přistál na jejím území Louis Bleriot se svým monoplánem, který z Francie přeletěl kanál La Manche.
R	První kosmickou stanicí se stal ruský Saljut 1. Čtyři měsíce (tedy celkem 362 obletů Země) si vyžádalo život druhé posádky (tří kosmonautů), kterým se při návratu otevřely přechodové dveře. Jednou ze změn pro další lety bylo, aby měli kosmonauti na sobě skafandr při startu a návratu.
Ř	Charles Lindbergh absolvoval první přelet Atlantického oceánu bez zastávky. Cena za tento přelet, který trval 33,5 hodiny, byla 25 000 dolarů.
S	Andre-Jacques Garnerin se stal prvním člověkem, který skočil s padákem. S tímto číslem vystupoval na trzích po celé Francii. Jeho rodina byla celá blázen do aviatiky, zvlášť jeho žena Genevieve a neteř Elisa - tyto dvě byly prvními ženami s padákem.
Š	Orvillu Wrightovi se podařilo v Kitty Hawk, Severní Karolína, uletět ve 12 sekundách 36 metrů se strojem <i>Flyer I</i> , který zkonstruoval s bratrem Wilburem. Uletěli tak vzdálenost jako je rozpětí křídel dnešního Boingu 747, nebo délka raketoplánu. Bratři začali experimentovat 7 let před úspěšným pokusem ve své prodejně kol v Daytonu, Ohio. Pláž v Kitty Hawk si vybrali pro stálý vítr, který byl nutný pro vznes stroje.
T	Tohoto dne byla vypuštěna ruská kosmická stanice Mir, nejdéle sloužící stanice vůbec (15 let). Celkem 28 misí znamenalo také spolupráci Ruska a Spojených států.
Ť	Při návratovém vstupu do atmosféry se projevila technická závada keramických desek na raketoplánu Columbia. Roztrhnutí celého stroje si vyžádalo sedm lidských životů, mezi nimi prvního izraelského astronauta I. Ramona. Columbia byl prvním, nejdéle létajícím raketoplánem.
U	Leonardo da Vinci, člověk znalostí umění, architektury i vědy, věnoval mnoho let svého života tajemství letu. Na jeho záznamech jsou skici padáků, helikoptér a jiných létajících strojů. Jednou z neznámějších kreseb je ornitoptéra, křídla poháněná člověkem.
V	Francouzští aviatici Pilatre de Rosier a M. Romain se stali obětmi první nehody balónu. Balón plněný horkým vzduchem se vznítil při letu nad kanálem La Manche.
W	Německo úspěšně odpálilo raketu V-2 ve městečku Peenemünde. Přesně podle předpokladů kopírovala propočtenou dráhu a dopadla ve vzdálenosti kolem 200 km. Mezi vědci pracujícími na projektu byli i Oberth a von Braun.
X	Ve státě Massachusetts úspěšně testuje Robert Goddard první raketu na kapalné palivo. Během 2,1 s dosáhla výšky 14 metrů, přistála 50 metrů od místa startu. Později Goddard odpálil také první vědeckou raketu - nesla fotoaparát, barometr a teploměr. Celkem dosáhl na 214 patentů v raketové technologii.

Y	Konstantin Ciolkovski, ruský učitel, vydává svou zprávu o využití tekutého paliva pro rakety. Ciolkovski objevil mnoho zákonitostí aeronautiky a navrhnul mnoho raket. Nikdy však nepostavil ani netestoval tyto rakety, zejména kvůli finančním potížím v Rusku. Zajímavostí je, že Ciolkovski ve svých 10 letech ohluchl a nemohl navštěvovat školu. Učil se sám četbou knih. Ve stáří řekl, že právě ztráta sluchu ho donutila být chytřejší než ostatní.
Z	Herman Oberth publikuje disertační práci <i>Rakety do meziplanetárního prostoru</i> , ve které popisuje dobývání vesmíru pomocí raket. Na konci dvacátých let 20. století pracoval na výrobě německé rakety V-2. Jeho asistentem byl osmnáctiletý Wernher von Braun.
Ž	Joseph a Jacques Montgolfierové si všimli, že košile sušená nad ohněm se začíná v určité chvíli vznášet. Studovali sílu kouře a napadlo je, že by mohli kouř zachytit do pytle, který se tak může vznést. Dne — bratři nechali na papírovém pytli z jejich mlýna vznést ovci, kačenu a kohouta, aby prozkoumali účinky výšky na zvířata. Pokus byl prováděn v zahradách paláce ve Versailles za přítomnosti krále Ludvíka VI. a dalších 130 000 diváků. Let zvířat trval 8 minut, urazila skoro 4 kilometry s maximální výškou 560 metrů.

Jako učitel rozstříhejte výše uvedenou tabulku a rozdejte každému studentovi přibližně stejný počet odstavců, spolu s nimi také samolepící pásku. Řekněte, že dostali nějakou informaci z historie letectví, u které neznají letopočet. Jejich úkolem bude doplnit časovou osu, kterou začnete kreslit na tabuli.

Zakreslete na tabuli časovou osu tak, aby pokrývala období všech událostí z odstavců a zároveň byla rovnoměrná. Studenti ať si zatím přečtou obdrženy text. Potom postupně vyvolávejte studenty, kteří dostanou za úkol seznámit ostatní se svým textem a kteří připojí text do podle nich správného období. Výsledkem je sestavená časová osa, na které je patrné, že mnoho událostí letectví a kosmonautiky se odehrálo v 19. a ve 20. století - nacházíme se tedy v nejhektičtějším období.

Jednotlivé texty mají následující řešení: A - 2. července 1990, B - 28. ledna 1986, C - 1709, Č - 12. dubna 1961, D - 21. listopadu 1763, Ď - 1925, E - 2. března 1978, F - 1232, G - 20. března 1932, H - 27. ledna 1967, CH - 9. dubna 1959, I - 2. března 1969, J - 16. září 1960, K - 4. října 1957, L - 1865, M - 3. listopadu 1957, N - 16. června 1963, Ň - 1990, O - 20. července 1969, P - 1000 př.n.l., Q - březen 1912, R - 19. dubna 1971, Ř - 21. března 1927, S - 22. října 1797, Š - 17. prosince 1903, T - 20. února 1986, Ť - 1. února 2003, U - 1500, V - 15. června 1785, W - říjen 1942, X - 16. března 1926, Y - 1903, Z - 1922, Ž - 19. září 1789.



Příklad 15: HLOUBKA MĚSÍČNÍCH KRÁTERŮ *

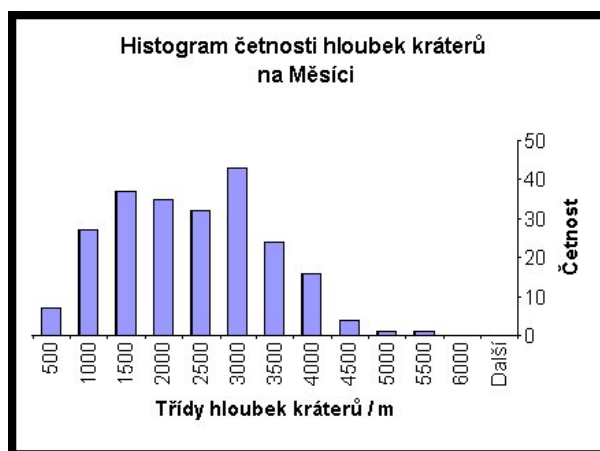
Sestavte histogram četností hloubek kráterů na Měsíci. Využijte dostupné zdroje pro hledání hloubek kráterů na Měsíci.

obtížnost: 2. ročník

zdroj: Pudivítr (2001a)

Studenti by měli použít buď vyhledávání na internetu, ale příhodnější je využít dostupnou literaturu. Takovou je např. kniha *Atlas Měsíce* (A. Růkl, Aventinum, Praha, 1991). Kráterů, u kterých má udání hloubky smysl, je zde 227. Ostatní krátery mají proměnlivé dno (např. s vnitřní vyvýšeninou).

Výsledek je vyneseno do obrázku. Jak je patrné, hloubky kráterů se pohybují v rozmezí několika stovek metrů po 6 km.



• • •

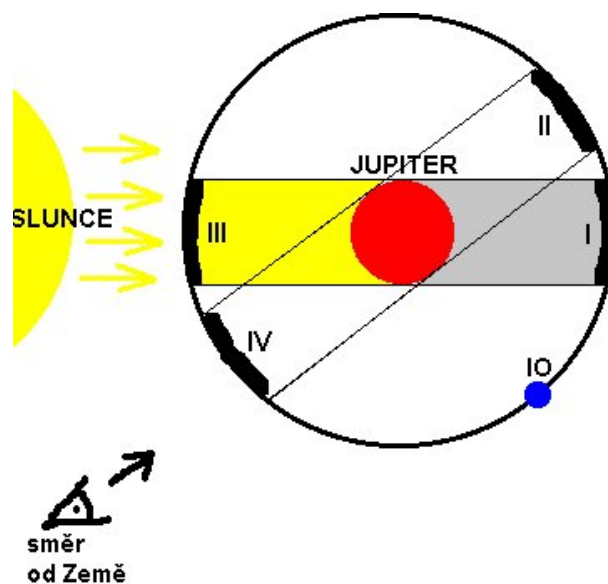
Příklad 16: URČOVÁNÍ RYCHLOSTI SVĚTLA RÖMEROVOU METODOU *

S využitím Hvězdářské ročenky (úkazů měsíců Jupitera) určete Römervou metodou rychlost světla.

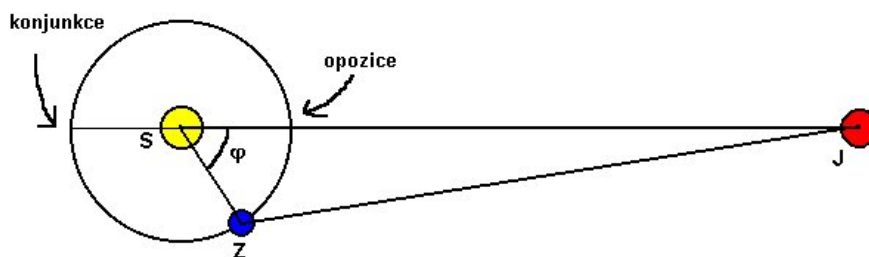
obtížnost: 4. ročník

zdroj: Astronomy On-Line

Řešení úlohy nejprve uvedme historicky. V roce 1610 objevil Galileo Galilei čtyři největší měsíce Jupitera: Io, Europu, Ganymed a Kalisto. Galileo se rozhodl tyto měsíce využít k určování přesného času - pohyb měsíců je totiž velmi pravidelný, oběžné doby dostatečně krátké a okamžiky zatmění nezávisí na poloze pozorovatele. Myšlenku znovuobjevil v roce 1668 Cassini. Pozorování se setkala s úspěchem, přispěly k tomu zlepšené pozorovací přístroje a vynález hodin (Huygens, 1657). V průběhu zimy na přelomu let 1671 - 1672 pozorovali simultánně okamžiky zatmění měsíce Io dvě nezávislé skupiny: Picard a Römer z Uraniborgské hvězdárny na ostrově Hven, dnes patřící Švédsku, a Cassini z observatoře v Paříži. Z pozorování zákrytů a zatmění měsíců Jupitera v dalších letech Römer prokázal, že rychlost světla je konečná. Důkaz byl poprvé otištěn v roce 1676 v *Journal des Scavans*.



Nejprve je potřeba studenty seznámit se základními pojmy. S pomocí následujícího obrázku studenty necháme uvažovat, kdy ze Země uvidíme zatmění měsíce Io (situace I), kdy měsíc nevidíme, protože bude schován za kotoučem Jupitera (II), kdy přejde stín Io na Jupiterově kotouči (III) a kdy uvidíme přechod měsíce přes Jupiterův kotouč (IV).



Studenti by měli pochopit také pojmy opozice a konjunkce. Podle dalšího obrázku při umístění Země mezi konjunkcí směrem k opozici vidíme začátky zatmění, konce zatmění vidíme, když se Země vzdaluje od Jupitera směrem do bodu konjunkce. Ke konjunkci došlo např. 20. července 2002, k následné opozici dne 2. února 2003. Mezi těmito daty Země urazila na dráze kolem Slunce 180° (velmi velké zanedbání). Urazila ji tedy celkem za 197 dní, jednomu dni odpovídá úhel $1,094^\circ$. Úhel φ tedy můžeme vyjádřit jako $\varphi = d \cdot 180^\circ$, kde d je počet dní, které od daného okamžiku zbývají do dne opozice.

Pro vyjádření vzdálenosti Země od Jupitera použijeme kosinovou větu. Z tabulek známe hodnoty vzdáleností Země - Slunce ($1 \text{ AU} = 149,6 \text{ mil. km}$) a Slunce - Jupiter ($5,2 \text{ AU}$). Vzdálenost Země od Jupitera pro okamžik popsany úhlem φ je tedy $\sqrt{5,2^2 + 1 - 8,4 \cos \varphi}$. Jak budeme postupovat dále? Z tabulky Astronomické

ročenky 2002 vybereme dva po sobě následující okamžiky námi pozorovatelného zatmění Io. Dejme tomu, že si vybereme 1.10.2002 v 3.24 a 8.10.2002 v 5.17. Časový rozdíl těchto okamžiků je $T = 7,079$ dne. Skutečná perioda Io je 1,769 dne, což znamená, že ve skutečnosti došlo navíc ke 3 zatměním. Rozdíl $\Delta T = 0,003$ dne. Při prvním zatmění byla Země ve vzdálenosti asi 4,53 AU a při následujícím zatmění ve vzdálenosti 4,40 AU. Rychlost světla je tak $\frac{0,13 \text{ AU}}{0,003 \text{ dne}}$, neboli 73 000 km/s.

Hodnota je samozřejmě velmi nepřesná, velmi zanedbáváme. Jednak se během okamžiků zatmění posunuje i Jupiter, pohyb planet není tak rovnoměrný, všechna tělesa neobíhají ve stejné rovině. . . Hodnota rychlosti světla tedy díky tak velkým nepřesnostem závisí i na tom, jaké dvě hodnoty si vezmeme. Ač velmi nepřesně, zjistili jsme, že rychlost světla není nekonečná.

Další nápady: Rozšířením úlohy může být zjištění rychlosti světla díky obíhání jiného měsíce Jupitera. Další možností je získat data okamžiků konců zatmění při poloze Země mezi opozicí a konjunkcí.

• • •

D.3 Objekty ve vesmíru a jak o nich víme

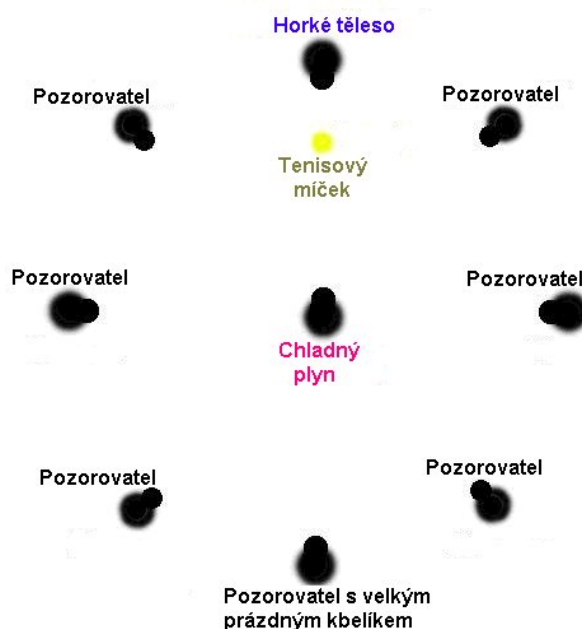
Příklad 17: DEMONSTRACE KIRCHHOFFOVÝCH ZÁKONŮ

Pomocí hry, která je uvedena v řešení úlohy, demonstруйте Kirchoffovy zákony.

obtížnost: 3. ročník

zdroj: University of Washington

Hra na Kirchoffovy zákony (mimočodem propojení astronomie s tělesnou výchovou) vyžaduje pro 7 až 10 studentů celkem 70 barevných tenisových míčků (po deseti červených, oranžových, žlutých, zelených, modrých, indigových a fialových). Potom 10 malých míčků a 2 velké koše a barevné pastelky.



Skupinu deseti studentů nechte postavit do kruhu, jak ukazuje obrázek, přičemž jeden student bude uprostřed tohoto kruhu (průměr kruhu by měl být přibližně 5 m). Jeden student na obvodu kruhu představuje horké těleso, které vyzařuje záření (to je představováno různě barevnými míčky, které má student k dispozici). Student uprostřed představuje plynové mračno. Další studenti představují pozorovatele.

Potom vysvětlíte základní pravidla hry: velmi horký objekt háže po jednom míčky studentovi uprostřed kruhu. Ten chytá pouze oranžové a modré míčky, a náhodně je háže ostatním studentům - pozorovatelům, včetně studenta za ním a samotného studenta, představujícího horké těleso. Student s prázdným velkým košem chytá všechny míčky, které letí jeho směrem. Každý student po chycení dá míček do svého koše.

Studenti by měli po těchto informacích být schopni vysvětlit, co se stane. Jejich předpovědi zapište na tabuli. Po provedení hry (ve třídě nastane velmi bouřlivá pracovní nálada) nechte studenty, ať na tabuli zakreslí každý své spektrum, které bude představovat počty chycených míčků konkrétních barev. Pokud je ve třídě studentů víc, můžou buď hru pozorovat, nebo utvořit vlastní kruh.

Účelem hry je také vlastní diskuze nad předpověďmi a výsledky pokusu. Jak bude vypadat spektrum, budeme-li se nacházet velmi blízko horkému tělesu? Jak budou vypadat čáry ve slunečním spektru z různých míst? Na čem závisí, jaké vlnové délky zachytí plynové mračno? atd.



Příklad 18: URČOVÁNÍ SPEKTER HVĚZD

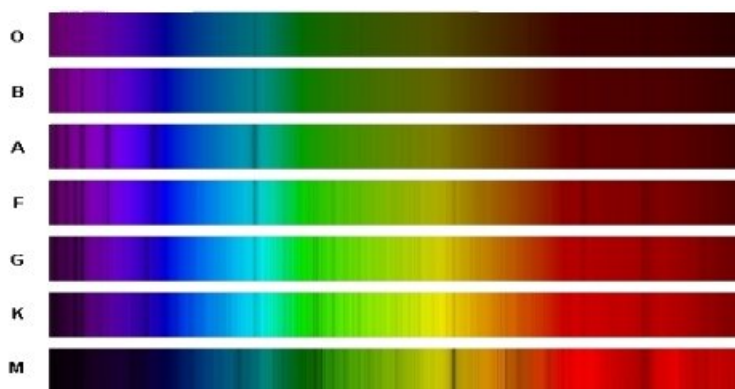
Porovnejte neznámá spektra hvězd s katalogem známých hvězd a posuďte, o jaký typ hvězd se jedná.

obtížnost: 3. ročník

zdroj: CLEA Project, Kleczek (2003)

Studenti mají za úkol se naučit rozpoznávat spektrální typy jednotlivých hvězd (Harvardskou spektrální klasifikaci), tedy jedná se o práci se spektry. Měli by tedy již vědět, co to spektrum je, jakým způsobem vzniká, jak ho získáváme (k tomu slouží fyzika se svou kapitolou optika).

Studenti dostanou k dispozici (případně samostatně najdou) katalog známých typů hvězd, jaký je vidět na obrázku. Učitel se studenty prodiskutuje jednotlivé typy hvězd, ukáže jim konkrétní vlastnosti spektra (viz tabulka). Potom jim rozdá neznámé spektrum, které budou mít za úkol určit.



třída	barva	teplota / K	vlastnosti
O	nejteplejší modré	35 000	absorpční čáry ionizovaného He silné ultrafialové kontinuum
B	horké modré	20 000	převládá neutrální He žádné ionizované He
A	modrobílé	10 000	převládají čáry vodíku výskyt čar Ca II
F	bílé	7 500	slábnou čáry H, sílí Ca II slabé čáry dalších kovů
G	žlutavé	6 000	dominuje Ca II, silné Fe H poněkud slabší
K	oranžovočervené	4 500	neutrální kovy dominují výskyt pásů CH a CN
M	chladné červené	3 500	dominují pásy TiO silné neutrální kovy

Jedná se o úlohu, která je efektivnější při použití počítače. Přesně tuto úlohu obsahuje *CLEA Project* (viz str. 43). Možnost výuky poznávání spekter hvězd

společně se zobrazením dalších hvězdných spekter obsahují stránky *Sloan Digital Sky Survey*³.

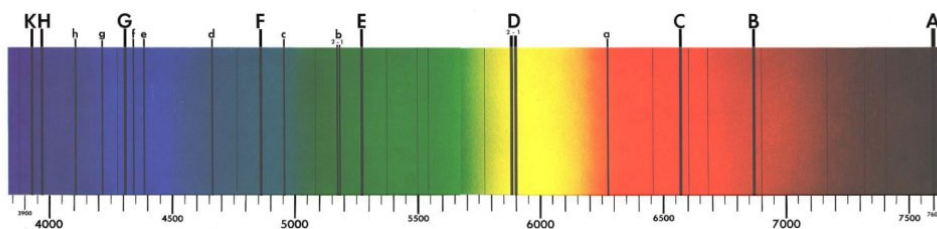
• • •

Příklad 19: IDENTIFIKACE ABSORPČNÍCH ČAR ★

Prohlédněte si pozorně přiložené spektrum Slunce. Vaším úkolem bude na základě výsledků spektroskopického měření určit složení atmosféry Slunce. Nejprve určete měřítko spektra s pomocí přiložené tabulky známých spekter. Potom pomocí tabulky známých čar konkrétních prvků určete, jaké prvky či ionty se v atmosféře Slunce nacházejí.

obtížnost: 3. ročník

zdroj: P. Daniel - student Gymnázia Ch. Dopplera v Praze



Znamé čary prvků a iontů ze spektra		
označení čary	λ / nm	původce
A	759,4	pozemský kyslík
B	686,7	pozemský kyslík
C	656,3	vodík H
D ₁	589,6	sodík Na I
D ₂	589,0	sodík Na I
E	527,0	železo Fe I
F	486,1	vodík
H	396,8	ionizovaný vápník Ca II
K	393,4	ionizovaný vápník Ca II

V následující tabulce jsou k dispozici vlnové délky čar laboratorních prvků. Označení prvku I znamená atom, II je aniont se ztraceným jedním elektronem.

³<http://cas.sdss.org>

Prvky příslušející k čarám					
λ / nm	$\Delta\lambda$ /nm	prvek	λ / nm	$\Delta\lambda$ /nm	prvek
393,3682	2,0253	Ca II	440,4761	0,0898	Fe I
394,4016	0,0488	Al I	441,5135	0,0417	Fe I
396,1535	0,0621	Al I	452,8627	0,0275	Fe I
396,8492	1,5467	Ca II	455,4036	0,0159	Ba II
404,5825	0,1174	Fe I	470,3003	0,0326	Mg I
406,3605	0,0787	Fe I	486,1342	0,3680	H
407,1749	0,0723	Fe I	489,1502	0,0312	Fe I
407,7724	0,0428	Sr II	492,0514	0,0471	Fe I
410,1748	0,3133	H	495,7613	0,0696	Fe I
413,2067	0,0404	Fe I	516,7327	0,0935	Mg I
414,3878	0,0466	Fe I	517,2698	0,1259	Mg I
416,7277	0,0200	Mg I	518,3619	0,1584	Mg I
420,2040	0,0326	Fe I	525,0216	0,0062	Fe I
422,6740	0,1476	Ca I	526,9550	0,0478	Fe I
423,5949	0,0385	Fe I	532,8051	0,0375	Fe I
425,0130	0,0342	Fe I	552,8418	0,0293	Mg I
425,0797	0,0400	Fe I	588,9973	0,0752	Na I (D ₂)
425,4346	0,0393	Cr I	589,5940	0,0564	Na I (D ₁)
426,0486	0,0595	Fe I	610,2727	0,0135	Ca I
427,1774	0,0756	Fe I	612,2226	0,0222	Ca I
432,5775	0,0793	Fe I	616,2180	0,0222	Ca I
434,0475	0,2855	H	630,2499	0,0083	Fe I
438,3557	0,1008	Fe I	656,2808	0,1020	H

Při zpracovávání řešení jsem měl k dispozici pracovní list, rozměry jsou tedy proměřovány z něj. Prakticky nejvýhodnější je určit si měřítko spektra (v nm/mm) pomocí známých spektrálních čar, které jsou na obrázku znázorněny. Pro větší přesnost je dobré využít více čar. Změřil jsem si tedy vzdálenost v mm a poté spočítal rozdíl v nm konkrétních čar (viz následující tabulka). Zprůměrováním hodnot převodního koeficientu jsem dostal hodnotu 1,89 nm/mm.

čáry	vzdálenost / mm	rozdíl λ /nm	koeficient / nm/mm
K-F	49	92,7	1,8918
H-E	69	130,2	1,8870
F-C	90,5	170,2	1,8807
K-D ₂	103,5	195,6	1,8899

S využitím tohoto převodního vztahu jsem určil ze vzdálenosti konkrétní neznámé čáry od nějaké tabelované čáry její vlnovou délku, kterou jsem srovnal s tabulkou prvků příslušejících k čarám. Odtud vyplynulo, že čára a má vlnovou délku 627,2 nm (odpovídající prvek z tabulky není nalezen), čára b_1 518,5 nm (Mg I),

b_2 516,6 nm (opět Mg I), c 495,8 nm (Fe I), d 466,5 nm (prvek není v tabulce), e 438,2 nm (snad Fe I), f 434,4 nm (velmi blízko vodíku), g 421,2 nm (blízko Fe I) a h 410,8 nm (velmi blízko vodíku).

Se studenty je možné poté diskutovat, jak se takové prvky na Slunci vzaly, dokonce je možné rozšířit úlohu skutečným spektrografickým pozorováním Slunce. Spektroskop je možné použít bez přímé viditelnosti Slunce - stačí ho namířit na světlu oblohu. Měření lze porovnat s pozorováním spektra žárovky, které je celé spojitě.

• • •

D.4 Vesmír - jak vznikl a naše místo v něm II

Příklad 20: KOSMICKÝ KALENDÁŘ

Představte si, že vesmír trvá přesně jeden rok, tedy že vznikl přesně o půlnoci na 1. ledna a půlnoc 31. prosince je právě teď. Vytvořte ty denní listy kalendáře, u kterých najdete odpovídající kosmickou událost. Nezapomeňte najít následující okamžiky: *vznik atomů ve vesmíru, zrod prvních galaxií, vznik Slunce, vznik Země a vznik člověka.*

obtížnost: 1. ročník

Pokud máme vtěsnat dějiny vesmíru do 365 dnů, potom musíme znát stáří vesmíru. Podle nejnovějších měření je vesmír starý přibližně 13,7 miliard let. To odpovídá přepočtu asi 37,5 miliónů let na jeden kalendářní den. Pokud vezmeme několik událostí ve vesmíru, které mají studenti samostatně najít, dostaneme následující dny (samozřejmě přibližně):

Velký třesk	0 miliard let	1. leden 0h
první atomy ve vesmíru	0,5 miliónu let	1. leden
vznik Slunce	9,1 miliard let	3. srpen
vznik Země	9,1 miliard let	31. srpen
vznik Plejád	13,6 miliard let	29. prosinec
první známý výskyt člověka	13,7 miliard let	31. prosinec
dnes	13,7 miliard let	31. prosinec 24h

Pokud studenti zjistí, že mnoho událostí spadá na 31. prosinec, potom můžou samozřejmě spočítat tyto události na minuty, ale bude to vzhledem ke znalostem lidstva velmi nepřesné. Ukázka prvního a posledního listu kalendáře na str. 28.

• • •

Příklad 21: DĚLENÍ TYPŮ GALAXIÍ

Rozdělte jednotlivé galaxie z vlastnoručně nalezených, nebo dodaných obrázků podle klasického jednoduchého třídění galaxií, které navrhl Hubble.

obtížnost: 1. ročník

Pro dělení galaxií bylo navrženo několik různých třídění, přesto není úkolem tohoto cvičení, aby se tato třídění studenti naučili. Úkolem je poznat, že galaxie, kterých je ve vesmíru mnoho, se dělí podle tvaru - tím pádem také vývoje. Navrhuji studentům vysvětlit Hubblovo klasické dělení galaxií, jak je vysvětleno např. v knize Příhoda (2000) na straně 149 (zde jsou děleny galaxie na několik typů eliptických, spirálních a spirálních s příčkou, nakonec ještě existují nepravidelné galaxie). Lze jim také vysvětlit označování galaxií písmeny s číslem, které je také v knize vysvětleno.

Jako zdroj obrázků galaxií lze využít jednak samostatné fotografie jednotlivých galaxií (jen internetový vyhledávač *Google* našel přes 200 000 obrázků), pak zejména *Hubble Deep Field*, ve kterém lze také vytvořit určitou statistiku četností jednotlivých typů galaxií. Po určení daného typu lze správnost zkontrolovat s konkrétními údaji v astronomické literatuře.

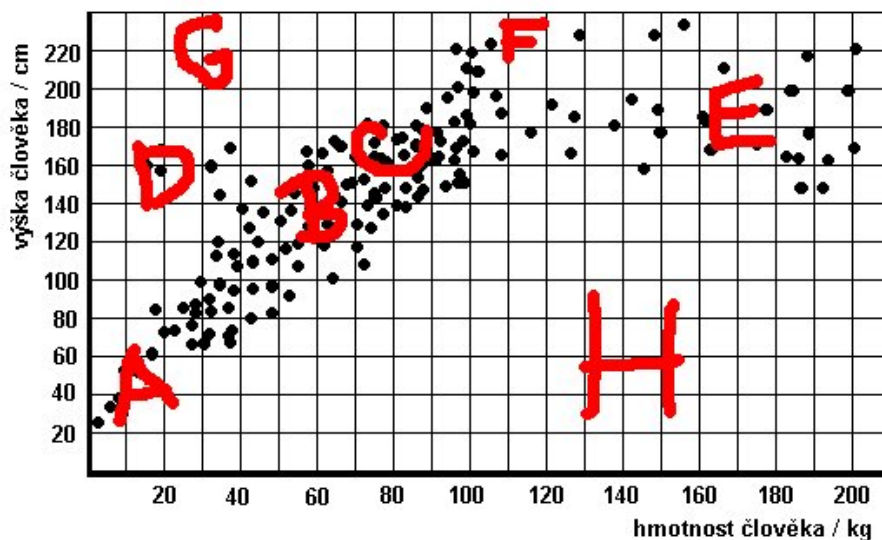
**Příklad 22: OBDOBA HR DIAGRAMU**

Sestavte přibližný diagram závislosti výšky člověka na jeho hmotnosti, a to tak, aby přibližně představoval určitou skupinu obyvatelstva (celou populaci, ženy, muže, mládež, školní děti, návštěvníky muzea). Na základě anonymních hodnot výšky a hmotnosti dalšího jedince zkuste uhodnout jeho věk.

obtížnost: 3. ročník

Budu zde rozebírat situaci, kterou je možné využít pro projekt ve třídě. Bohužel se mi nepodařilo sehnat data pro celou Českou republiku (data závislosti výšky a hmotnosti lidí jsou zpravována Českým statistickým úřadem pouze pro jednotlivé skupiny obyvatelstva, my tentokrát potřebujeme zobrazit data každého jedince), který by se dal ve třídě k pozici, ale studenti tak alespoň můžou získat data samostatně.

Požádejte jako učitel studenty, aby získali od svých příbuzných, případně od studentů jiných tříd, data výšky a hmotnosti. Data nechť jsou anonymní, ale měla by pokrývat přibližně celou populaci (má-li některý student možnost zjistit data nedávno narozeného sourozence, případně data prarodičů, je to lepší). Během následujících hodin vytvořte graf závislosti výšky člověka na jeho hmotnosti. Můj příklad dat vypadá následujícím způsobem:



Se studenty je možné promyslet rozdělení jednotlivých hodnot v grafu. Je totiž patrné, že graf také částečně ukazuje časový vývoj. V tomto grafu dráha jednoho člověka začíná v místech A, pokračuje do místa B, a potom se ustálí v místě C. Zde také svou dráhu končí. Někteří lidé ovšem můžou skončit na chvíli nebo až do konce v místě D (lidé velmi podvyživení), nebo dokonce v místě E (obézní lidé). Někteří lidé potom vybočují z těchto kategorií (jako např. nadprůměrně vysocí lidé v místě F). Ne každý bod v tomto grafu by mohl představovat konkrétního člověka - zatímco v místě G by se mohli vyskytnout pouze lidé nadprůměrně vzrostlí a zároveň podprůměrně hmotní (velmi nepředstavitelná kombinace), v místě H by byly případy velmi obtloustlých liliputánů (více než nepravděpodobné).

Na základě tohoto rozboru dejte skupinám studentů výšku a hmotnost neznámého člověka a nechte je rozhodnout, do jaké skupiny obyvatel by ho zařadili. Připravte si také ilustrační fotografii tohoto člověka, aby měli studenti možnost srovnání svého tipu se skutečností. Je pěkné vybrat také některé nepříliš obvyklé případy.

•••

D.5 Ostatní úlohy

Příklad 23: TVORBA MNEMOTECHNICKÝCH POMŮCEK

Existuje mnoho anglických mnemotechnických pomůcek pro zapamatování si řad planet, měsíců atd. Jmenujme *I Eat Green Carrots* pro počáteční písmena galileovských měsíců Io, Europa, Ganymed a Kallisto. Najděte nějakou astronomickou řadu, která si zaslouží mnemotechnickou pomůcku, a vytvořte ji.

obtížnost: 1. ročník

Tato úloha ukazuje možnou cestu zahrnutí astronomie do jazyků. Mnoho studentů se bude snažit opět o tvorbu mnemotechnické pomůcky pro galileovské měsíce, jako např. *Idioti Evidentně Grepý Cucají*. Zajímavější astronomickou řadou je ovšem sled planet (*Mám Velmi Zvláštní Motivaci Jíst Salát U Natřeného Ponku*), vůbec zajímavé je vytvoření malého vzkazu pro po sobě jdoucí znamení zvěrokruhu (*BErou! BÝt BLíž - RAdím. LEžím, PA! (VÁžně ŠTěstí.) STůj KOlem VOdy. RYbář*) atd.

**Příklad 24: ROZBOR ČÁSTI BÁSNĚ JANA NERUDY**

Přečtěte si *Písně kosmické* Jana Nerudy (1878). Najděte v nich astronomické motivy a rozhodněte, zda jsou podle dnešních astronomických představ správné.

obtížnost: 1. ročník

Rozbor celé básnické sbírky by jistě vydal na celou knihu. Astronomické zmínky se objevují v celém rozsahu. Podívejme se na některé z nich. (Je nutné připomenout, že astronomie není hlavní náplní básně, jde pouze o využití astronomických básnických přirovnání.)

Hned v úvodních verších se dozvídáme, že

*S oblohy bílý měsíček,
starobný nebes tatíček,
stříbrné světlo pýří
po celém světě šíří.*

*Dokola jeho dětičky,
drobounké, smavé hvězdičky,
dukátovými hlasy
zvoní na krásné časy.*

Neruda samozřejmě věděl, že se hvězdy neotáčejí kolem Měsíce, myslel tím spíše pohled na hvězdnou oblohu, kde je kotouč Měsíce obklopen bezpočtem hvězd. Znalost sluneční soustavy prokázal v dalších verších, kde píše:

*Vesele se Zemí Měsíc jde,
Země zas v mocném kruhu
se okolo Slunce otáčí
v zářivém planet pruhu.
A i to velké Slunce zas
kolem většího vede nás -
a toto slunce jeho
kde jde - a kolem čeho?"*

Jak je patrné, Neruda překračuje hranice sluneční soustavy a nechává Slunce obíhat kolem dalšího pomyslného středu, který je dnes středem naší Galaxie.

Konečnost naší existence (velmi silná náplň sbírky) připomínají verše o konci života naší nejbližší hvězdy:

*Také to Slunce ohnivě
pomalu pousíná,
přijde i jeho hodinka,
zhasne a mrtvě zsiná.*

*A jen když za čas planeta
na prsa zpět mu skane,
zase pak dávným plamem svým
na chvíli ještě vzplane.*

Zde je možné sdělit, že nepadne Země do zhasnutého Slunce; konečná fáze sluneční soustavy vypadá jinak: za zhruba 5 miliard let vyhoří vodík v centrální oblasti Slunce, termojaderné reakce ustanou a Slunce se začne smršťovat. To způsobí nárůst teploty, díky kterému začne hořet vodík kolem héliového jádra. Ovšem ve vrstvách kolem tohoto vodíku nakonec tlak záření převládne nad gravitačním smršťováním, vrstva se rozepne až k dráze Země (Slunce se stane červeným obrem). Vnitřní planety, tedy také naše Země, se během tohoto rozepínání vypaří, vzniklá planetární mlhovina potom pohltí zbylé vnější planety.

Báseň se také snaží přirovnávat vztah dvou lidí jako vztah Země a Měsíce:

*Měsíček, pěkný mládenec,
s jemně zářící lící,
oblétá Zemi panenku
jak holub holubici.*

*Když ji hled jeho políbí,
zvlní se ňadra její,
oheň se vnitřní rozkypí
a rty se žárem chvějí.*

V druhé sloce je jistě patrný popis slapových jevů.

Konec básně (ovšem dnešní terminologií s happy endem) je věnován konci světa. Se studenty je možné rozebrat základy kosmologie s možnými konci vesmíru:

*Až planety klesnou k Slunci zpět
a mrazem se Slunce rozskočí,
až drobty ty, smrtí poštvány,
si v divokou elipsu zabočí,
až pohřební, truchlý průvod ten,
pln hrůzy, prost života vděků,*

*se vesmírem dalekým pomete
 přes milion, milion věků:
 až konečně někde v koutečku
 se po letu dlouhém zastaví,
 a prášek z nás, světů bývalých,
 se ve nový chaos tam rozžhaví,
 až v chaosu tom boj plamenný,
 boj titánský poznovu vzplane,
 a z plamenů žárných až nový svět
 jak čarovný fénix zas vstane;
 až na novém, kyprém světě tom,
 boj ustoupí mladu životu,
 a luh bude samý barev smích
 a háj plný sladkého šumotu,
 až na světě tom zas vypučí
 tvor se srdcem, se zpěvnou písni:
 pak snad zase drobounký atóm můj
 tam zazvoní kosmickou písni!*

Na závěr rozboru je možné říct, že pro výuku astronomie lze využít další literaturu, která obsahuje astronomické motivy - zejména vědecko-fantastickou literaturu. Neexistuje seznam takové české literatury, na internetu je možné objevit seznam vhodné literatury v angličtině (Fraknoi 2002), překlady některých knih jsou česky k dispozici.



Příklad 25: ANGLICKO-ČESKÝ ASTROSLOVNÍK

Vyhledejte v článku astronomické termíny a vytvořte anglicko - český slovníček těchto pojmů. Společně s ostatními skupinami vytvořte obsáhlejší slovník.

obtížnost: 1. a 2. ročník

Takovou úlohu využívají učitelé jazyků, u učitelů jiných předmětů se v hodinách neobjevuje. Přesto je to škoda, neboť astronomické informace dnes studenti hledají zejména na internetu, a především na anglicky psaných stránkách. Ujasnění terminologie je pak více než žádoucí.

Pro vytváření slovníku astronomických pojmů se hodí zejména kratší novinové, časopisové nebo internetové články (o rozsahu asi 2 stran). Studenti pak mohou mít k dispozici také anglicko-český slovník (ve kterém většinou takové termíny chybí) a astronomickou literaturu v češtině. Porovnáváním anglických textů s českými, které obsahují podobné informace, lze získat překlad astronomických pojmů.



Příklad 26: KRESBA ZNAKU

Představte si, že jste astronauty nějaké kosmické výpravy. Vaším úkolem je vytvořit její znak. Ten by měl vyjadřovat základní myšlenky celého projektu, tak jako to vyjadřuje originální znak výpravy Apollo 11, který byl vytvořen astronauty historicky první výpravy, která stanula na povrchu Měsíce v červenci 1969. Tento znak má jako hlavní motiv Měsíc s přistávajícím orlem (přistávací modul se jmenoval stejně - *Eagle*). V pozadí je patrná Země, ze které výprava cestovala. Pro inspiraci najděte jiné znaky výprav.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: International Space Camp



Studenti mají jedinečnou šanci ve výtvarné výchově vymyslet svou vlastní výpravu, která bude mít konkrétní cíl. Ujasnit si tento cíl pomůže samotné vytváření znaku, který musí ve zkratce obsahovat základní teze výpravy. Dále je možné diskutovat grafické ztvárnění znaku, který samozřejmě nemůže obsahovat příliš detailů.

Hodinu je dobré začít ukázkou dvou až tří znaků výprav, případně astronomických institucí. Učitel by měl vysvětlit základní úkoly výpravy a to, jakým způsobem jsou ztvárněny na znaku. Potom učitel rozdělí třídu na skupinky a každé rozdá po jednom dalším znaku. Aniž by studenti měli k dispozici popis výpravy, sami by měli přijít na to, čím se zabývala. (Dalším možným doplněním hry je rozdat některým skupinám znaky a jiným popis výpravy - úkolem pak je najít skupinu, která má popis znaku.) Až poté každá skupina nakreslí vlastní znak.

Originální znaky výprav je možné hledat přes internetové stránky astronomických společností a agentur. Velmi pěknou stránkou je také *NASA Mission Patches*⁴.

• • •

⁴http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/mission_patches.html

Příklad 27: KOSMICKÉ PRÁVO

Přečtěte si následující text, odstavec z článku *Vesmírná odyssea ve světle paragrafů* právníka Jiřího Horníka. Najděte zmiňovanou mezinárodní smlouvu, najděte také další důležité zákony o vesmíru a zkuste odpovět na následující otázky:

1/ Je možné si přivlastňovat kosmický prostor (dokonce tělesa)?

2/ Je možné dobývat na kosmických tělesech nerostné bohatství?

Navrhněte další zajímavé otázky, které se práva v kosmu týkají.

obtížnost: 3. ročník

zdroj: Horník (2004)

Již měsíc poté, co byl vypuštěn 4. října 1957 sovětský Sputnik, se v jedné z rezolucí valného shromáždění OSN objevila zmínka o tom, že je nutné zajistit, aby vypouštění jakýchkoli objektů do kosmického prostoru bylo prováděno výlučně za mírovými nebo vědeckými účely. V několika dalších rezolucích vydaných v letech 1958–1962 pak byla formulována základní pravidla využívání kosmického prostoru a kosmických těles, jež se o pět let později (1967) stala právně závaznými, když dostala formu mezinárodní Kosmické smlouvy. Po ní pak následovalo přijetí ještě několika dalších mezinárodních smluv, které se zabývaly např. registrací objektů vypuštěných do kosmického prostoru nebo odpovědností za jimi způsobené škody. Lze tedy říci, že tažení bílého muže kosmickým prostorem bylo provázeno přijímáním určitých pravidel od samotného počátku.

Otázky ohledně kosmického práva jsou velmi složité. Kromě *Kosmické smlouvy* existují ještě další mezinárodní dohody. Základní myšlenkou už ratifikovaných smluv je však kategorický zákaz přivlastňování těles a prostoru v kosmu jakýmkoli způsobem. Není tedy možné uplatňovat vlastnické nároky na jakoukoli část Měsíce, Marsu, dalších planet, a to bez ohledu na to, kdo, kdy, kde na nich jako první přistál či vztyčil vlajku. Rozprodávání lunárních parcel, jak některé firmy nabízejí, je tedy spíše úsměvnou historkou (přes podobný skepticismus si samotný A. C. Clarke jednu parcelu na Měsíci raději pojistil).

Nejasnou otázkou zůstává těžba nerostů na kosmických tělesech. *Kosmická smlouva* tuto otázku neřeší, za stávajících podmínek tak není jasné, zda je vytěžená hornina předmětem, na který se vztahuje zákaz přivlastnění. Studenti sami jistě navrhnou nejendo řešení tohoto problému, o jedno se snažila zejména *Měsíční dohoda* z roku 1979, která se snažila prohlásit tělesa sluneční soustavy za společné dědictví lidstva. Tuto smlouvu ovšem odmítly ratifikovat skoro všechny státy.

Právních otázek ohledně kosmu je samozřejmě mnoho, studenti s velkou fantazií vymyslí případné problémy přivlastňování území mezi dvěma mimozemskými civilizacemi atd.

•••

Příklad 28: HYDROPONIE

Navrhněte vlastní hydroponický systém a realizujte ho. Při úspěšném pokusu měřte vždy jeden parametr (osvětlení, teplota vody, množství chemických látek...), abyste zjistili neoptimálnější podmínky pro pěstování. Rostlinky v pravidelných intervalech proměřujte.

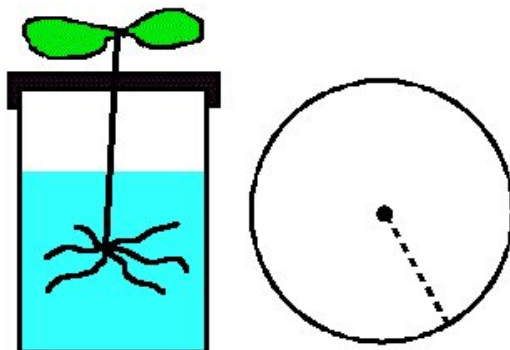
obtížnost: 1. ročník

zdroj: International Space Camp

Jak jistě vědí botanici, pro pěstování rostlin je potřebné mít živiny, vzduch, vodu a světlo. Půda pro kořenový systém není důležitá, má jen pomocnou funkci. Dokonce můžou být hydroponické vodní systémy (tedy systémy bez půdy, kde prostředí s živinami vytváří pouze voda) efektivnější než půdní - např. lze pěstovat rostliny na menší rozloze.

Důvody pro použití hydroponie v kosmonautice jsou zřejmé: půda je těžká, velmi složitě se udržuje na jednom místě ve stavu beztíže, půda na jiných planetách stejně nemusí být vhodná pro pěstování pozemských rostlin. Zejména však ekonomické důvody, kdy by půda zatěžovala náklad kosmických lodí, jsou určující. Pěstování rostlin také může zajišťovat kyslík a doplněk stravy pro posádku (nehledě na možnou regeneraci psychiky pouhým pohledem na živé rostliny).

Nejjednodušší hydroponický systém je vidět na následujícím obrázku vlevo. Tento je vyroben z krabičky na fotografický film. Víčko (vpravo) je potřeba nastříhnout a vytvořit uprostřed malý otvor. Předvyklíčená rostlinka má kořínky v živném roztoku (na níže uvedených stránkách existují návody, jak tento roztok namíchat, a to s využitím volně prodávaných chemikálií).



Nejvíce informací o hydroponii se dá nalézt na anglických nebo českých internetových stránkách o hydroponii⁵. Na uvedených stránkách lze nalézt návody na

⁵např. <http://www.hydroponics.com>, <http://www.hydroponie.cz>

stavbu jednoduchých systémů, vyrobených např. z plastových lahví, ovšem můžete si objednat komerční systémy⁶.

Celou výuku lze vést v několika krocích:

1. Nechat studenty najít co nejvíce informací o hydroponických systémech, jejich rozdělení na jednotlivé skupiny.
2. Tvorba jimi navrženého hydroponického systému, pěstování prvních rostlinek.
3. Testování různých nastavení parametrů (tepla, světla, živného roztoku).
4. Po třech týdnech zvážení získaných rostlinek po vysušení (bez kořenů), neboť hmotnost je hlavní ukazatel úspěšného pěstování.
5. Porovnávání výsledků jednotlivých skupin.

Už během pěstování lze vytvářet se studenty grafy růstu rostlin (celkové výšky, velikost listů), vedení deníku pozorování (nejen velikost, ale také barva listů je dobrý ukazatel kvalitního pěstování). Tato úloha se také stává jednou z možností, jak propojit astronomii s biologií.

• • •

Příklad 29: ASTRONOMICKÉ KARTY ★

Vytvořte astronomické karty s určitou tematikou. Celá sada kartiček na sebe musí navazovat, a to tak, aby otázka na jedné kartičce odkazovala na další kartičku.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: The Solar System Trading Cards, NASA



⁶Problémem spíše didaktickým je provázanost hydroponie, jako rychlého pěstování rostlin třeba v bytech, s pěstováním rostlin s omamnými účinky. Při prohledávání internetu se tak studenti mohou s takovými stránkami setkat.

Astronomické kartičky jsou podobné sběratelským kartičkám, přičemž se na nich tentokrát objevují astronomické pojmy nebo objekty. Celý soubor kartiček na sebe navazuje. Jak ukazuje obrázek ze sady, kterou vypracoval student Petr Hoffman na Gymnáziu Ch. Dopplera, jedna strana kartičky je věnována samotnému obrázku objektu, druhá strana potom základnímu nebo složitějšímu popisu objektu společně s otázkou, která vede na další kartičku. Kruh se uzavírá, neboť poslední kartička směřuje otázkou na kartičku první.

Studenti sami můžou vytvořit sadu zajímavých sad kartiček - zatímco na základní škole by žáci zpracovávali např. planety a měsíce sluneční soustavy, na střední škole to můžou být Messierovy objekty, objekty Kuiperova pásu, aktivní jádra galaxií atd.



Příklad 30: HOROSKOPICKÁ PŘEDPOVĚĎ

Najděte si týdenní, případně třídní horoskopickou předpověď. V průběhu těchto dní zaznamenávejte události, které se ve vašem životě staly. Srovnajte skutečné události s horoskopickou předpovědí. Najděte navíc ve třídě někoho jiného, kdo se narodil ve stejném znamení, a porovnejte prožité události.

obtížnost: 1. ročník

zdroj: S. S. Pompea

Hlavním úkolem tohoto cvičení je přinutit studenty kriticky přemýšlet o uveřejňovaných horoskopických předpovědích v novinách a v časopisech. Ty jsou také v České republice stále populárnější. Učitel samozřejmě nemusí ihned kritizovat tyto populární horoskopy, zajímavější je zpočátku plně přesvědčit studenty, že horoskopy v novinách mají plné vědecké opodstatnění. Až při porovnávání událostí, které se studentům staly, vyjde zákonitá pravda - totiž že tyto horoskopy nemají žádnou vypovídací hodnotu, jedná se pouze o vymyšlené texty.

Tato úloha také více otevírá prostor pro otázky studentů, jako např. „Ovlivňuje postavení planet a hvězd budoucnost člověka?“ , „Mají jednovaječná dvojčata stejný osud?“ Učitel může směřovat pozornost k dalším otázkách, které začínají být velmi vědecké, jako např. „Ovlivňuje Měsíc lidstvo?“ (samozřejmě že ano, slapy ovlivňují oceány, tím také člověka), „Jaký vliv mají sluneční erupce na život na Zemi?“ atd.

Je možné se zmínit také o tom, že vlivem stáčení zemské osy došlo ke změnám ve zvěrokruhu. Slunce tak není v takovém souhvězdí, které je právě znamení. Tato úloha je tak motivační pro výklad precesních pohybů Země.

