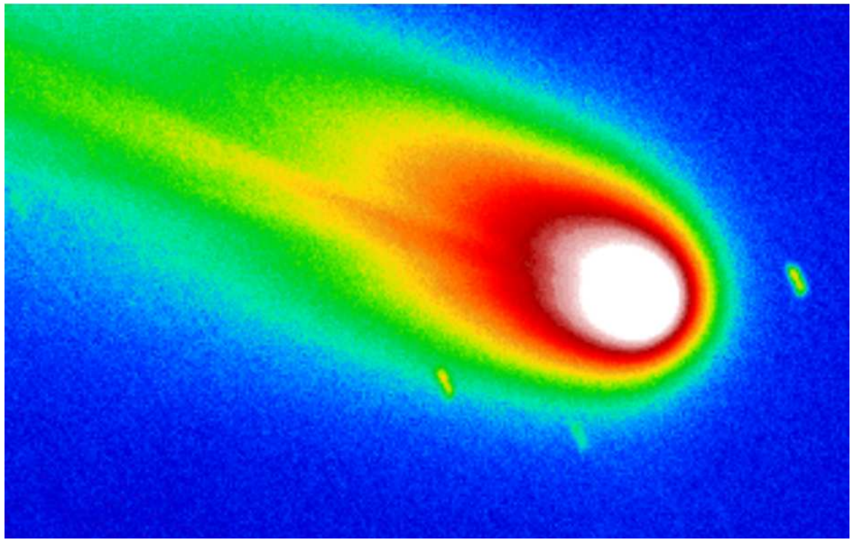
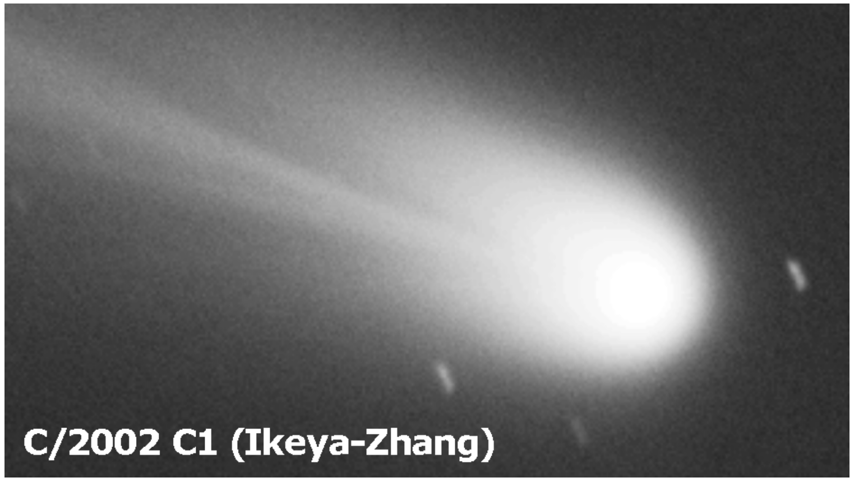
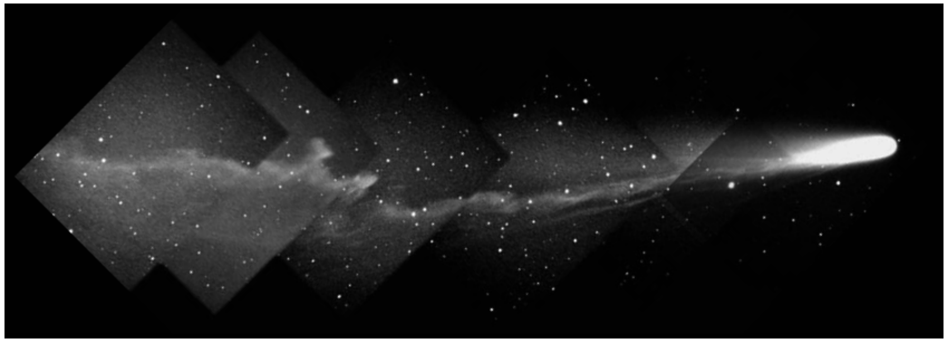
POVĚTROŇ

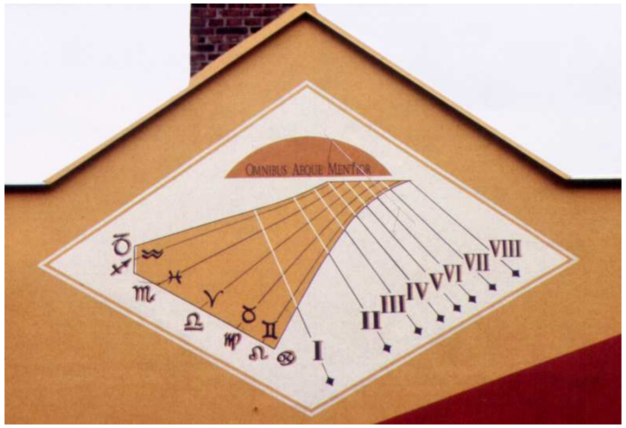
2002/3 ročník 10





C/2002 C1 (Ikeya-Zhang)





V následujícím období má tak ASP první příležitost představit se svou činností široké obci astronomů. Jejím cílem je popularizace astronomie a amatérská astronomická činnost, a to především ve spolupráci s Hvězdárnou barona Artura Krause v Pardubicích. ASP si neklade za cíl suplovat činnost Hvězdárny barona Artura Krause, ale máme na mysli například to, aby naše činnost, jakožto nezávislé organizace byla pro jednání s úřady efektivnější, rychlejší, pružnější. Do řádného sjezdu nás čeká řada úkolů. Jako nově vzniklá organizace musíme především o sobě a naší činnosti dát vědět co nejširšímu okruhu lidí i institucí, které působí v oblasti amatérské astronomie. Bude to i výzva pro zájemce o členství v této organizaci.

V nejbližší době nás čeká přednáška ředitele HaP Praha, Marcela Grüna. Večer bude koncipován na téma kosmonautika, čemuž odpovídá i datum 12. dubna 2002. Začátek přednášky je stanoven na 18 hodin. Akce je i vyvrcholením vzpomínkového odpoledne u příležitosti 10. výročí otevření Hvězdárny barona Artura Krause, kdy proběhne setkání lidí, kteří se na astronomické práci v Pardubicích podíleli.

Další neméně zajímavou akcí je i pozorování komety C/2002 C1 (Ikeya–Zhang). Pokud budou příznivé pozorovací podmínky, očekáváme, že ve spolupráci s Hvězdárnou barona Artura Krause zajistíme personálně čtrnáctidenní maraton přednášek a pozorování pro veřejnost.

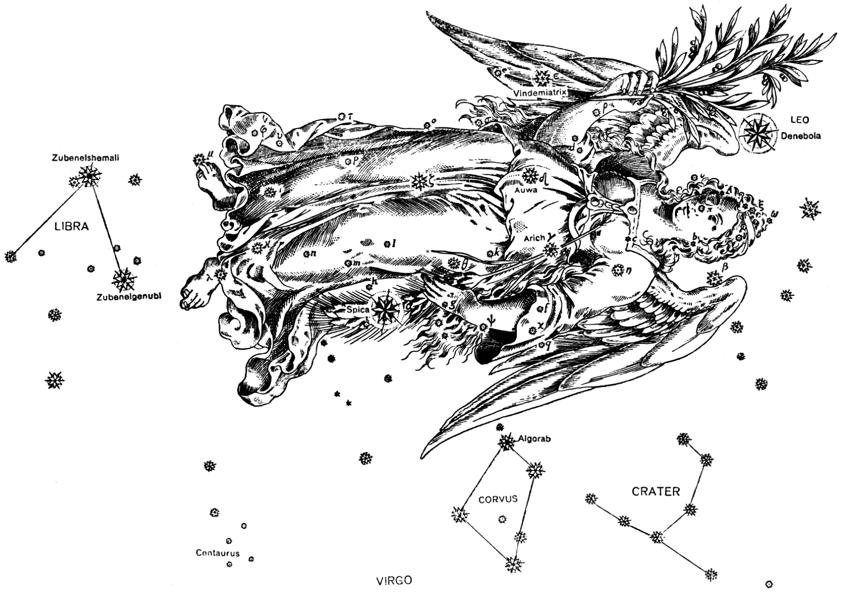
1. 6. 2002 připravujeme společné zasedání ASHK, ASP a Hvězdárny barona Artura Krause v prostorách DDM Delta, kde se budeme mimo jiné zabývat společným programem na nejbližší období. Bližší informace čekejte v příštím čísle Povětroně.

Na další spolupráci se těší Renata Křivková, předsedkyně Astronomické společnosti Pardubice

Obr. 17 — Výkonný výbor ASP ve složení (zleva): Petr Horálek, Petr Komárek, Martin Slezák, Anna Plavcová, Martin Lehký a Renata Křivková,

Obsah

strana



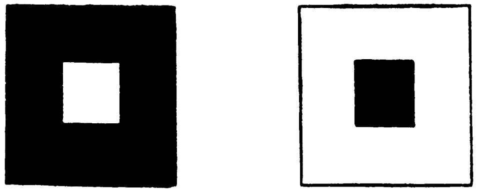
Titulní strana: Kometa C/2002 C1 (Ikeya–Zhang) zobrazená na hvězdárně v Hradci Králové 11. 3. 2002, 8 h 5 min UT pomocí dalekohledu Newton 250 mm, $f/5$, CCD kamery ST–5C (filtr R). Jedná se o snímek složný z deseti 20 s expozic. Série snímků z dalších nocí jsou k dispozici na URL `http://astro.sci.muni.cz/lehky/c2002c1.html`. K článku na str. 4.

a vliv simultánního (současného) kontrastu. Rovněž u slabé krátkozrakosti nebo myopického astigmatismu je efekt v případě noční oblohy výraznější.

Je-li bodový zdroj silnější (špatně konstruovaná lampa veřejného osvětlení, která svítí i tam, kam nemá), přidružuje se k iradiaci také oslnění. U oka dobře adaptovaného na kvalitní tmu může oslňovat i Venuše, Jupiter nebo Mars (je-li blízko Země).

Na rozptylu světla se podílí významně oční čočka, která má v sobě radiální paprskovou strukturu, zvláště dál od optické osy. Proto vzniká při nočním vidění dojem, že hvězdy mají cípy. Při pohledu otvorem o průměru 1 až 2 mm na nějakou dostatečně jasnou hvězdu zjistíme, že hvězda cípy nemá.

Mozek ve spojení s okem posuzuje neobjektivně také velikosti ploch a délky. Posuzuje je společně a vybírá si to, co se mu zdá pro ten který okamžik podstatnější. Také to může přispět k iradiaci, v případě posuzování větších ploch složitějších tvarů.



Obr. 15 — K iradiaci. Světlá plocha na tmavém pozadí se jeví větší než stejně velká tmavá plocha na světlém pozadí.

POKRAČOVÁNÍ

[1] Grygar, J.: *Úloha přesnosti při astronomických objevech.*. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie 3/1998, s. 177.

[2] Habel, J. aj.: *Světelná technika a osvětlování.* FCC Public, Praha, 1995.

[7] Klabazňa, J.: *Vizuální optické soustavy III. — Dalekohledové optické soustavy.* UP Olomouc, 1989.

[12] Polášek, J. aj.: *Technický sborník oční optiky.* Praha, 1975.

Daleké rozhledy (2) — Václavice

Vladimír Kocour ml.

Obec Václavice leží v podhůří Orlických hor nedaleko Nového Města nad Metují a přehradní nádrže Rozkoš. Z Hradce Králové se do obce lze dostat vlakem přes Jaroměř a Starkoč (38 km) nebo přes Týniště nad Orlicí (pokračujeme směr Meziměstí; 52 km). Do Václavic lze dojet také po silnici, po které je cesta kratší, protože se jede „po úhlopříčce“.

Obec leží na svahu kopce Dobenín, v prvním hřebeni kopců vypínajícím se na východní straně polabské roviny. Svůj název získaly Václavice podle kostela

se jasnost komety udrží na slušné úrovni a ještě počátkem května ji budeme moci pozorovat pouhým okem. Poté však začne rychle slábnout. I když, kdo ví? Komety bývají nevyzpytatelné...

Pokud jste vlasatici C/2002 C1 (Ikeya-Zhang) ještě neviděli, tak si honem pospěšte; určitě si zaslouží pár pohledů. Navíc je velmi zajímavá i z historického hlediska. V současnosti je již téměř jisté, že kometa C/2002 C1 (Ikeya–Zhang) je identická s kometou, kterou objevil 3. února 1661 polský astronom *Johannes Hevelius*. Oběžná doba této vlasatice tedy činí zhruba 341 let a jedná se o periodickou kometu s nejdelší známou dobou oběhu. Složitými výpočty, které berou v úvahu i gravitační vlivy velkých planet, se dospělo k dalším možným identifikacím. Zdá se, že kometa byla pozorována také v letech 1273 a 877. Pokud se tato domněnka prokáže, máme tu druhou pravidelně nejsledovanější kometu v historii lidstva. Jen připomínám, že prvou je kometa Halleyova, která má oběžnou dobu 76 let a nejstarší záznamy o jejím pozorování pocházejí z roku 239 před naším letopočtem.

Na závěr se podíváme malinko do historie. Kometu C/1661 C1 objevil těsně po začátku svítání 3. února 1661 polský astronom Johannes Hevelius. Byla v jižní části souhvězdí Delfína a měla 3 mag (elongace 23° od Slunce). V následujících dnech Hevelius pozoroval u komety chvost dosahující délky asi 6° a při určování jasnosti uvedl, že se kometa zdála býti slabší než α Aquilae (Altair). U několika pozorování pořízených do 20. února 1661 mimo jiné poznamenává, že jádro má vícenásobnou strukturu. 28. března 1661 se kometa nacházela v souhvězdí Hada a zde ji také Hevelius viděl naposled. Více na ni lidské oko nepohlédlo a tiše zmizela do prochladlé periferie naší sluneční soustavy.

E. Halley (1705) a P. F. A. Méchain (1785) vypočítali elementy parabolické dráhy:

	T	ω	Ω	i	q
Halley	1661 leden 27,4868 (UT)	33,552	87,169	32,596	0,448510
Méchain	1661 leden 27,381 (UT)	33,450	86,562	33,015	0,442722

Halley jako první upozornil na podobnost s drahou komety z roku 1532, ale jeho zapomenutou myšlenku oprášil až Nevil Maskelyne (1786). Když uplynulou dobu mezi průchody perihelem této dvojice komet přičetl k periheliu 1661, vyšel příští návrat na 27. duben 1789. Po započítání gravitačního rušení Jupitera se ještě termín průchodu periheliem posunul na přelom roku 1788 a 1789, konkrétně na 1. ledna. Dále vypočítal efemeridu na období od 23. dubna 1788 do 1. ledna 1789 a poznamenal, že kometa by mohla byt objevena již v září, šanci pak mají pozorovatelé blízko rovníku a na jižní polokouli. V této souvislosti dodává: „The Cape of Good Hope would be an excellent situation for this purpose.“ Počátkem roku 1788 Johann Elert Bode a Capel Lofft přišli s podobnou předpovědí možného

Skutečnost, že tyčinky jsou prakticky necitlivé k červené barvě, umožňuje astronomu amatérovi v noci si svítit na psané poznámky a hledací mapy a neztratit přitom adaptaci na tmu. Při adaptaci na zvláště velkou tmu však i červené světlo vadí (dokonce i od světelné diody) — taková situace však nastává zřídka.

3.4. Zrakové klamy

Za zrakové klamy označujeme poznatky, zprostředkované zrakem, ale neodpovídající realitě a ověřitelné zpravidla nějakým jiným způsobem. Tato definice je dosti široká a různí autoři do ní zahrnují různé třídy jevů. Pro amatérskou astronomii mají význam entopické jevy, v menší míře také problémy perspektivy (se kterými jsou však amatéři často obeznámeni a dovedou je korigovat) a problémy sugesce (které byly zvláště po aféře s kanály na Marsu v minulém století natolik řešeny, že dnes prakticky neexistuje amatér, který by si na ně nedával obzvláštní pozor). Problémy sugesce přesto nejsou úplně vymýceny (např. pozorovatel proměnných hvězd, který ví, jak by se hvězda měla chovat, může vidět něco jiného, než co se ve skutečnosti děje).

3.4.1. Entopické jevy

Entopický jev je vjem drobných částic nacházejících se před světločivými elementy oka, jestliže se liší zmenšenou průhledností nebo odlišným indexem lomu od prostředí, ve kterém jsou uložené. Jev může být vyvolán tělísky v lomivých prostředích oka, krevním oběhem sítnice nebo vnitřními vrstvami vlastní sítnice.

Drobná tělíska v očních prostředích vrhají na sítnici stín, jehož velikost závisí na tom, zda jsou světelné paprsky vstupující do oka rovnoběžné, lehce rozbíhavé nebo lehce sbíhavé. V prvním případě je stín stejně velký jako tělísko, v druhém poněkud větší, a ve třetím menší. Vstupuje-li do oka difúzní světlo, tělíska nejsou vidět. Je-li tělísko neprůhledné, je stín černý, je-li poloprůhledné, bývá stín uprostřed světlý a obklopený tmavým lemem. Tímto způsobem mohou být pozorovány kapičky slz nebo hlenu na rohovce, nepravidelnosti na povrchu rohovky, tečkovité i loukoťovité zákalky v čočce a drobné, tečkovité zákalky ve sklivci. Ty poslední vzbuzují nejčastěji pozornost, zvláště při pohledu na jasnou stěnu nebo oblohu ve dne. Uplatňují se i jako rušivé elementy při pozorování povrchu planet, Měsíce nebo Slunce a zdržují pozorování jemných nekontrastních detailů, o které při pozorováních nejvíce jde.

Jsou-li tělíska ve sklivci ojedinělá, nebývají zpravidla známkou onemocnění. Jde o vývojové zbytky (hlavně tepny Arteria hyaloidea, která v prenatálním období vyživuje budoucí čočku a vede podélně okem z pozadí do popředí) nebo sraženiny sklivcových bílkovin. Jestliže však nemocný vidí těchto zákalků mnoho (jako padající saze), je to projevem vážného onemocnění sítnice nebo cévnatky (krvácení, odchlípení). V krátkozrakém oku bývá těchto tělísek (i fyziologicky) více.

Rozlišovací schopnost lidského oka se pohybuje okolo $1'$. Zdálo by se tedy, že bez dalekohledu nemáme šanci odhadnout úhlové rozměry ani těch největších planet. Říká se sice, že dobré oko rozliší fázi Venuše, když se nachází blízko dolní kulminace, ale to nemůžeme potvrdit z vlastních pozorování.

Princip metody

Existuje však jednoduchá a elegantní metoda, jak úhlové průměry planet měřit bez použití optických přístrojů, pouze prostým okem. Základním principem metody je pozorování zákrytu planety za vhodnou přírodní nebo umělou překážku — planeta totiž nezhasne ihned jako hvězdy, ale postupně. Měřením doby zákrytu lze pak odhadnout úhlový průměr planety.

Můžeme si představit, že z oka pozorovatele vychází světelný kužel o vrcholovém úhlu rovném úhlovému průměru planety. Abychom mohli přesně určit dobu trvání zákrytu, je třeba, aby hrana, za kterou se planeta schovává byla dostatečně „hladká“ vzhledem k průměru kužele ve vzdálenosti této hrany od pozorovatele (tab. 1). Označíme-li Δ úhlový průměr planety a vzdálenost hrany od pozorovatele d, je průměr světelného kužele ve vzdálenosti d dán jednoduchým vztahem $D = d \operatorname{tg} \Delta$. Pro $\Delta = 40''$ (tj. typická hodnota pro úhlový průměr Jupiteru) dostáváme $D = 0{,}0002\, d$.

d	10 m	100 m	1 km	5 km
D	2 mm	2 cm	20 cm	1 m

Tab. 1 — Průměr základny „světelného kužele“ D (s vrcholem v oku pozorovatele a vrcholovým úhlem $\Delta = 40''$) ve vzdálenosti d. Hrana překážky, za kterou pozorujeme západ planety, by měla mít nerovnosti řádově menší než D, abychom mohli dobře definovat úhel θ, pod kterým planeta zapadá za překážku.

Vlivem rotace Země se planeta pohybuje po obloze úhlovou rychlostí

$$v_{\mathrm{d}} = \frac{15''}{1\,\mathrm{s}} \cos\delta \,,$$

se mu nepodařilo vizuálně určit paralaxu Marsu v opozici. Připomeňme jeho významný objev dynamických zákonů (3. Keplerova zákona v roce 1619, T^2/a^3 = konst.), které dovolovaly vypočítat (relativní) vzdálenosti všech těles obíhajících okolo Slunce z jejich oběžných dob. Až 60 let po teleskopických pozorováních Galilea byla vzdálenost Země – Slunce vypočtena s relativní chybou okolo 10 %. Jednou metodou byla zmiňovaná paralaxa Marsu: v roce 1672 byla planeta pozorována současně Giovanni Domenico Cassinim (1625 – 1712) z Paříže a Jeanem Richerem (1630 – 1696) z Cayenne v Jižní Africe. V letech 1671 a 1678 byly na základě výpočtů Edmonda Halleyho (1656 – 1742) měřeny doby přechodu Venuše přes sluneční disk z několika pozorovacích stanovišť na Zemi. Mimochodem, další přechod Venuše, výjimečný úkaz opakující v osmiletých „párech“ po 120 letech, bude pozorovatelný už v roce 2006!

zbytkem viditelného světla velmi nápadný rozdíl ve změně vnímání. Popsaný jev objevil v roce 1825 český lékař Jan Evangelista Purkyně, podle kterého je pojmenován jako *Purkyňův jev*.

K vnímání barev je nutno dodat, že je-li zdroj světla příliš intenzivně zářící, oko také barvy nerozlišuje a vnímá všechny jako bílé světlo. Proto např. vidíme Slunce jako bílé.

Ačkoli amatérská astronomie je, až na výjimečné případy, záležitostí noční — tedy nočního vidění, bylo by mylné se domnívat, že okem viditelný vesmír je zcela záležitostí skotopického vidění. Nejzajímavější, a zčásti také nejvíce problematická, je z hlediska vizuální astronomie právě účast čípků na vidění vesmíru.

Tento problém spočívá v individuálnosti mesopického vidění. Zvláště velké odchylky od normy lze nalézt u lidí s poruchami vidění, především barvocitu. Tyto poruchy se člení do více skupin podle druhu, podle vyvolávající příčiny a podle trvalosti. Pečlivý rozbor těchto věcí přesahuje téma tohoto pojednání — jde o záležitost dosti speciální. Přesto se týká ne zcela zanedbatelného počtu lidí. Některé poruchy jsou geneticky podmíněné. Největší výskyt má gonozomálně recesivně dědičný daltonismus (snížená schopnost rozlišit červenou a zelenou), vyskytuje se u 8 % mužů a 0,2 % žen. Většina astronomů amatérů jsou přitom muži. U těchto lidí má Purkyňův jev jiný průběh v závislosti na stupni a druhu postižení.

K barevnému vidění je nezbytné poznamenat, že člověk s normálním zrakem vidí svět velmi barevně. I lidé s poruchou barvocitu velmi často rozeznají hlavní druhy barev, pro které si lidé vymysleli slova. Horší barvocit kompenzují zkušeností, že určité barvy se zpravidla pojí s určitým tónem (tmavostí/světlostí). K tomu jsou v naší společnosti určité technologické a estetické důvody. Řada případů poruchy barvocitu (paušálně nazývané barvoslepost) se tak pozná až při speciálním vyšetření. Přitom nejpřísnější kritéria má železnice (řidiči silničních motorových vozidel jsou podrobeni méně přísným zkouškám).

Člověk vidí (pouhým okem) do jisté míry barevně i objekty nočního nebe. Slabé zdroje světla dokážou podráždit pouze tyčinky — tyto objekty vidíme nebarevně. Barevně vidíme jasnější objekty: hvězdy od -1 do $+3$ mag, všechny planety (i když jejich barva bývá nízko nad obzorem zkreslena extinkcí do červena), někdy Měsíc (zvláště při zatmění) a meteory vhodné jasnosti. Hvězdy jasnější než -1 mag vidíme jako bílé proto, že jas jejich difrakčního obrazu na sítnici je příliš velký, obdobně jako u Slunce. Podobně je tomu u Měsíce, který však značně mění svoji jasnost v závislosti na fázi. Během zatmění není Měsíc osvětlen přímo Sluncem, ale slunečním světlem, které předtím prošlo nebo bylo rozptýleno zemskou atmosférou. Barva a jas Měsíce při zatmění proto vypovídají více o Zemi (množství prachu a oblačnosti v atmosféře) než o Měsíci.

odhadnuta (stopky nebo hodinky bohužel nebyly po ruce) na (10 ± 2) s. Tato doba se nezměnila ani při použití triedru 10×50. Pro úhlový průměr Jupiteru pak vychází hodnota $\Delta = (120 \pm 35)''$, která je dvakrát až třikrát větší než přesný úhlový průměr planety v době pozorování ($46{,}6''$).

Vzdálenost skalního hřebene, za který planeta zapadala, byla podle mapy odhadnuta na 1,3 km. V této vzdálenosti měla podstava světelného kužele průměr přibližně 30 cm. Tím lze vysvětlit chybný výsledek měření — skalní hrana mohla mít jiný (menší) sklon než byl průměrný sklon hřebene (nebo byla rozeklaná) a doba trvání zákrytu se tím podstatně prodloužila. (Rozměr kužele je také řádově srovnatelný se vzdáleností očí. I pozorování oběma očima zřejmě prodloužilo dobu trvání zákrytu.)

Druhé pozorování — zdaleka ne tak romantické jako to první — se konalo v Praze ($\lambda = 14°28'$, $\varphi = 50°5'$, 250 m n. m.) a jako (svislá) stínící hrana byl využit žižkovský vysílač. V noci 22. 1. 2002 kolem 22 hodin SEČ bylo provedeno celkem 15 pozorování zákrytu Jupiteru (tab. 3) za jednu z dolních „budek“ na vysílači. Výška a azimut Jupiteru v čase pozorování byly $h = 63°$, $A = -15°$. Průměrná doba zákrytu vychází $T = (3{,}9 \pm 0{,}6)$ s.

T/s	3,44	3,50	4,26	3,87	3,98	3,90	3,68	4,54	3,49	3,94	3,46	2,84	3,82	5,39	4,46

Tab. 3 — Změřené doby trvání zákrytu Jupitera.

Určování doby zákrytu bylo značně nepřesné, protože průměr světelného kužele ve vzdálenosti zakrývající hrany (asi 60 m) byl přibližně 13 mm, což je hodnota velmi malá a i malé pohyby hlavou mohou ovlivnit měření. Navíc je nutné dívat se jen jedním okem, což je značně nepohodlné. Předpokládáme přitom, že povrch vysílače je dostatečně hladký na škále centimetrů.

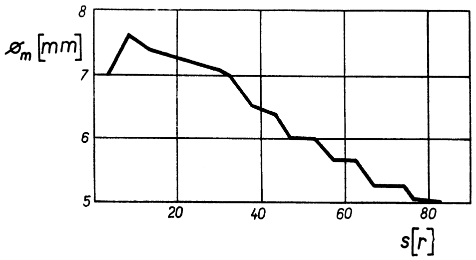
Pro úhlový průměr Jupiteru vychází hodnota $\Delta = (53 \pm 8)''$, která je v překvapivě dobré shodě se přesným úhlovým průměrem $46{,}1''$.

Závěrečné poznámky

Především by nás zajímalo, zda tento jev v minulosti už někdo systematicky pozoroval a určil tak úhlové průměry planet. A učinil tak ještě před vynálezem dalekohledu? Nám se v běžně dostupné literatuře o tom nepodařilo nalézt zmínku. Pokud byste však o tom věděli nebo jste se dokonce sami pokusili změřit planety, určitě nám své výsledky pošlete.

Stejně dobře jako západ objektu za překážku by mohl posloužit *zákryt Měsícem* (nejlépe za neosvětlenou stranu úzkého srpku). Vzhledem k tomu, že se Měsíc pohybuje mezi hvězdami menší rychlostí (13° za den) než je rychlost denního pohybu oblohy (15° za hodinu), bude zákryt trvat přibližně 30 krát delší dobu a měření úhlových průměrů by mělo dávat přesnější výsledky. Samozřejmě

na zrakovou žluť a ta pak na zrakovou běl. Složkou rhodopsinu je i vitamin A, dodávaný z krevního oběhu. Při nedostatku světla dochází k opětné syntéze (regeneraci) rhodopsinu. Mezi rozkladem a syntézou se udržuje dynamická rovnováha, jejíž posun (v důsledku změny osvětlení) je nejvýznamnějším prvkem adaptace oka na světlo nebo na tmu. Schopnost adaptace oka zvyšuje schopnost duhovky měnit plochu zornice (u mladého člověka v poměru cca 1:20). Zornice oka člověka je kruhová a schopná měnit průměr od 2 mm asi do 8 mm (individuální). S přibývajícím věkem se minimální průměr zvětšuje (ke 2,5 mm) a maximální zmenšuje (ke stejné hodnotě). Průměr zornice je řízen automatickým fotopupilárním reflexem, ovlivnitelným více faktory (mimo jiné též léky). Při mesopickém vidění se uplatňuje také změna vjemových polí sítnice [2].



Obr. 12 — Závislost největšího průměru oční pupily na věku.

3.3.1. Adaptace

Normální lidské oko se dovede přizpůsobit vnímání viditelného záření při značně různém osvětlení. Změna schopnosti vidět však není při větších a rychlých změnách osvětlení okamžitá.

Základní adaptace na světlo (velké osvětlení) trvá krátkou dobu (do 1 minuty). Při pomalém zvyšování intensity osvětlení probíhá proces, který je v podstatě opačným pochodem adaptace na temno.

Adaptace na temno má větší význam, protože trvá déle; častěji se také vyskytují její poruchy. Podstatným činitelem je při ní rychlost, s jakou se osvětlení snižuje. Je-li malá (postup večerního soumraku ve středních zeměpisných šířkách), kompenzuje oko změny osvětlení rozšířením zornice, zvětšováním vjemových polí sítnice a posunem rovnováhy mezi rozkladem a syntézou rhodopsinu. Při náhlém snížení osvětlení je vidění sníženo až znemožněno. Proces zcitlivování syntézou rhodopsinu se sice naplno rozběhne, trvá však dlouho (desítky minut, hodiny). Přitom je různá rychlost přizpůsobování čípků a tyčinek: čípky se přizpůsobí za 2 až 3 min, tyčinky za desítky minut. Citlivost oka se v úplné tmě zvyšuje trvale, zcitlivování se však stále zpomaluje. Podle náročnosti autorů (především podle pracovních a profesních hledisek) na stav adaptace oka na temno uvádějí různí autoři různou dobu adaptace (1/4 hodiny, 1/2 hodiny, hodinu, atp.). Ani po 10 hodinách ještě zcitlivování není zastaveno. Pro potřeby amatérské astronomie

Derivací rovnic (1) a (2) dostáváme pro $\delta =$ konst. a $\varphi =$ konst., $\cos h \neq 0$, $\cos A \neq 0$

$$\cos h \,\mathrm{d}h = -\cos\varphi \cos\delta \sin t \,\mathrm{d}t\,, \tag{4}$$

$$-\sin A \cos h \,\mathrm{d}A - \cos A \sin h \,\mathrm{d}h = -\sin\varphi \cos\delta \sin t \,\mathrm{d}t\,. \tag{5}$$

V rovnici (4) nahradíme $\cos\delta \sin t$ pomocí vztahu (3) a máme

$$\mathrm{d}h = -\cos\varphi \sin A \,\mathrm{d}t\,. \tag{6}$$

V rovnici (5) opět nahradíme $\cos\delta \sin t$ a za $\mathrm{d}h$ dosadíme z (6):

$$\cos h \,\mathrm{d}A = (\sin\varphi \cos h + \cos A \sin h \cos\varphi)\,\mathrm{d}t\,. \tag{7}$$

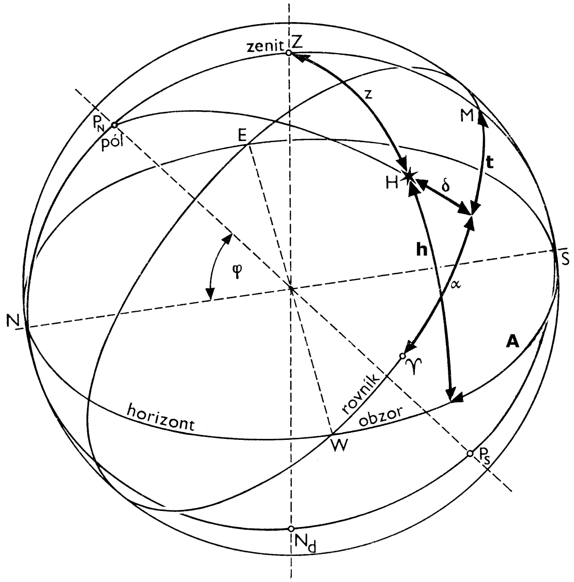
Z rovnic (6) a (7) už snadno vyjádříme výsledný vztah

$$\frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}A} = -\frac{\sin\varphi \sin A \cos h}{\sin\varphi \cos h + \cos A \sin h \cos\varphi}\,, \tag{8}$$

který určuje směr pohybu planety po obloze vzhledem k horizontální rovině. Úhel γ (viz obr. 3) je potom

$$\gamma = -\operatorname{arctg}\frac{\mathrm{d}h}{\mathrm{d}A}\,.$$

Pro hodnoty azimutu 0° nebo 180° je $\mathrm{d}h/\mathrm{d}A = 0$ a planeta se pohybuje rovnoběžně s horizontem. Pro výšku $h = 90°$ není azimut definován a výše uvedené vzorce nemají smysl.



Obr. 1 — Nebeská sféra a tři základní souřadnicové systémy. Převzato z [4].

B. Flynn aj., Icarus, **150**, 2, s. 297–302, 2001 usuzují ze snímků Tritonu pořízených Voyagerem a HST/FOC, že na jeho povrchu dochází k výrazným změnám (způsobeným zřejmě velkoškálovým transportem těkavých látek).

H. F. Levison aj., Icarus, **151**, 2, s. 286–306, 2001 testují hypotézu, zda období velkého bombardování Měsíce (LHB) bylo zapříčiněno formováním Uranu a Neptunu a přesunem velkého množství ledových planetesimál do vnitřní části sluneční soustavy. Pohyb těchto planetesimál mohl vést také k migraci Jupiteru a Saturnu a tím destabilizovat dráhy asteroidů v hlavním pásu. Model dobře vysvětluje LHB jen tehdy, pokud se Uran a Neptun vytvořily až 700 Myr po vytvoření Země.

Impaktními strukturami na Europě se zabývá práce Moore, J. M. aj.: *Impact features on Europa: Results of the Galileo Europa Mission (GEM).* Icarus, **151**, 1, s. 93–111, 2001.

C. Brocksopp aj. jako první pořídili snímky symbiotické dvojhvězdy V1016 Cyg pomocí HST. Vzdálenost složek dvojhvězdy byla určena na 84 AU a oběžná doba na přibližně 540 let, což popírá předchozí spektroskopická a fotometrická měření. Kromě toho se v soustavě zřejmě nachází bipolární výtrysk. (astro–ph/0202073)

N. Drake aj. popisují pozorování rychle rotujícího obra spektrálního typu K, který je nezvykle bohatý na lithium. Obohacení lithiem vzniká zřejmě dopadem materiálu na hvězdu, což urychluje rotaci a stimuluje ztrátu hmoty. Dopadající materiál může být buď sám bohatý na lithium (obří planeta nebo hnědý trpaslík) nebo proniknutím do obalu hvězdy iniciuje přeměnu ^{3}He na ^{7}Li. (astro–ph/0202158)

Podle M. Burleigha aj. dokáží obří planety přežít závěrečná stadia vývoje mateřské hvězdy. U bílých trpaslíků by tak měly být pozorovatelné planetární systémy ve vzdálenosti větší než 5 AU. Z vývojových modelů obřích planet vyplývá, že současné největší světové dalekohledy mohou rozlišit a nalézt takové planety, jejichž hmotnost je větší než trojnásobek hmotnosti Jupitera. (astro–ph/0202194)

D. Poznanski aj. navrhují způsob, jak určit typ supernovy na základě širokopásmové fotometrie. Na základě $V-R$ a $R-I$ indexů lze odlišit supernovy typu Ia do vzdálenosti $z=0{,}1$ a užitím UBVRI filtrů lze určit typ do $z=0{,}6$. Filtry ze Sloan Digital Sky Survey umožňují rozšířit metodu až do $z=0{,}75$ a v kombinaci s infračervenými měřeními do $z=2{,}5$. (astro–ph/0202198)

U. Munari a R. Jurdana-Šepić publikují dlouhodobou fotometrii symbiotických proměnných hvězd. U dvou objektů (Hen 2–468 a QW Sge) byla určena orbitální perioda a u V407 Cyg objevena závislost pulzační periody miridy na vlnové délce. Tato mirida má i jinak neobvyklé vlastnosti: dlouhou pulzační periodou (745 dnů) připomíná spíše tzv. OH/IR zdroje, které jsou kvůli silné vrstvě

nám umožňuje snadněji pochopit princip vzniku spektra. První z těchto vrstev leží ve větší hloubce a je relativně hustší, ta produkuje spojité spektrum — kontinuum, které vytváří všechny barvy spektra. Nad ní se nachází chladnější materiál s nižší hustotou, absorbující záření na charakteristických vlnových délkách.

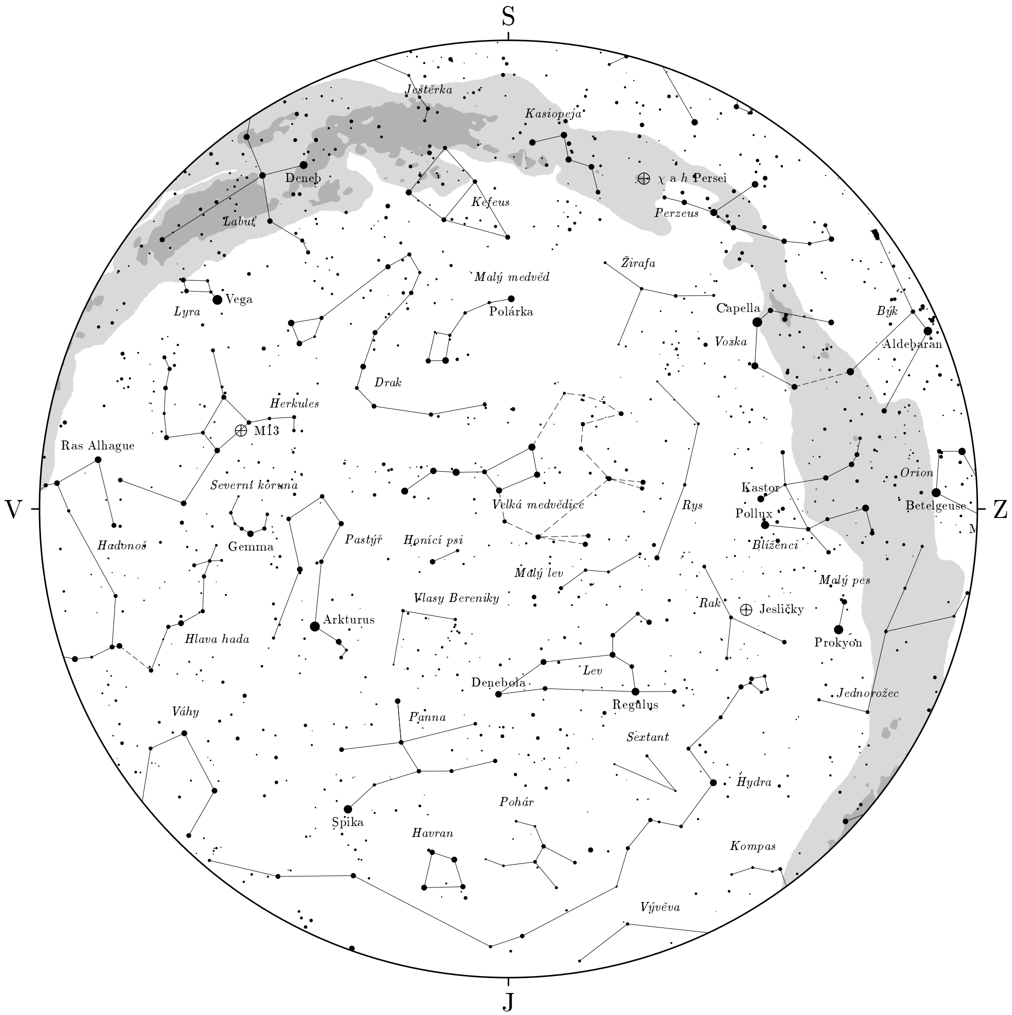
Záření v kontinuu lze popsat zákonem záření absolutně černého tělesa, které závisí výhradně na jeho teplotě. Těleso o vyšší teplotě vyzařuje v modré oblasti více než v červené v porovnání s objektem chladnějším. Celková barva, kterou pozorujeme, vzniká tedy syntézou různě intenzivního záření na rozdílných vlnových délkách. Hvězda o teplotě 3000 K se nám bude jevit „červená“ a hvězda o teplotě 30000 K bude „modrá“. Mezi těmito dvěma okraji viditelného spektra je ale široká paleta dalších barev. Horní vrstva hvězdné atmosféry je složena z atomů různého druhu (u chladných hvězd se zde vyskytují i molekuly) v různých stupních excitace. Elektrony v atomových obalech zaujímají podle zákonů kvantové mechaniky určité energie, charakteristické pro každou energetickou hladinu a pro každý atom či molekulu. Záření v kontinuu prochází touto horní vrstvou, kde atomy absorbují ty fotony, které dodají jejich elektronům energii potřebnou pro přestup na vyšší stupeň excitace. Pokud je zde těchto atomů dostatečné množství, pozorujeme ve spektru zeslabení světla na vlnové délce absorbovaných fotonů — absorpční čáru. Teoreticky může mít daný atom nebo iont tisíce čar. Některé budou velmi intenzivní, zatímco jiné budou sotva rozeznatelné. Protože stavy excitace závisejí především na teplotě, vzhled absorpčního spektra bude rozdílný pro horké a chladné hvězdy. Intenzity záření na různých vlnových délkách se měří spektrografem. Toto zařízení rozkládá světlo pomocí hranolu nebo difrakční mřížky. Pozorování obsahuje kalibrovanou fotografii spektra — spektrogram. Jako kalibrační snímek se používá spektrum získané laboratorně. Z hvězdných spekter mohou vědci zjišťovat, jaké podmínky ve hvězdách panují a mohou se jejich prostřednictvím dovědět, jak se hvězdy vyvíjejí.

Počátky spektroskopie

Zatímco hvězdná spektra jsou pozorována více než 150 let, jejich fyzikální původ a důvody rozdílů mezi spektry různých hvězd byl pochopen až ve 20. letech 20. století. Joseph von Fraunhofer mapoval okolo roku 1800 jako jeden z prvních sluneční spektrum. Označil písmeny výrazné tmavé linie, které pozoroval, postupně od červené po modrou. Tato písmena neměla žádný vztah k chemickým symbolům ani k moderní klasifikaci spektrálních tříd. Například nejsilnější čáry ve slunečním spektru (ve fialové oblasti), které Fraunhofer označil H a K jsou způsobeny jednou ionizovaným vápníkem. Moderní metoda označování spektrálních čar užívá symbol daného prvku s římskou číslicí, značící stupeň jeho excitace zvětšený o jedničku. Někdy se připojuje arabská číslice uvádějící její vlnovou délku v angströmech. Zmíněné Fraunhoferovy čáry jsou tedy známy jako Ca II 3968 respektive Ca II 3934.

Dění na obloze v dubnu a květnu 2002

Miroslav Brož



Obr. 11 — Obloha na začátku května 2002 ve 21 hodin SEČ.

Planety a konjunkce. Na konci dubna a začátku května bude možné spatřit Merkur na večerní obloze, přibližně ve 20 h SEČ v azimutu 115°. 29. 4. se odehraje konjunkce Merkuru s hvězdokupou Plejády. Mimořádné a fotogenické *seskupení Měsíce, Merkuru, Venuše, Marsu a Saturna* očekávejte na večerní obloze 14. 5.

čára	λ/Å	původ
A	7594	atmosferický kyslík
a	7165	atmosferické vodní páry
B	6867	atmosferický kyslík
C	6563	Hα
D	5890, 5896	neutrální sodík
E	5270	neutrální železo
b	5167, 5173, 5184	neutrální hořčík
F	4861	Hβ
d*	4384	neutrální železo
G	4300	pásy CH
g*	4227	neutrální vápník
h*	4102	Hδ
H	3968	jednou ionizovaný vápník
K*	3934	jednou ionizovaný vápník

Tab. 4 — Fraunhoferovy čáry. Jejich označení, odpovídající vlnové délky λ a jejich původ; znak * indikuje, že nejde o originální Fraunhoferovo označení.

I	Silné čáry vodíku. Modrobílé hvězdy (Vega, Sírius).
II	Početné čáry kovů, slábnoucí vodík. Žluté hvězdy jako Slunce, Kapela, Arkturus.
III	Výrazné molekulární pásy, tmavnoucí směrem k modré. Oranžové hvězdy (Betelgeuse, Antares).
IV	Pásy, které tmavnou směrem k červené. Hvězdy 5. magnitudy a slabší. Málo z nich je viditelných okem.
V	Jasné emisní čáry místo absorpčních. Vzácné.

Tab. 5 — Secchiho spektrální typy.

Harvardský systém

S rapidním zlepšováním pozorovacích přístrojů se Secchiho typy staly příliš neurčitými, každý obsahoval příliš rozmanitá spektra. Proto W. H. Pickering z Harvardu, který už dříve předefinoval typ V, rozšířil stávající spektrální sekvenci a použil novou klasifikaci pomocí velkých písmen latinky. Tato sekvence se vyvinula v komplexní systém užívaný dodnes. Krása Harvardského systému spočívá v tom, že hvězdné spektrum může být zařazeno do správné třídy i bez znalostí charakteristických fyzikálních vlastností atmosféry hvězd.

Pickeringův projekt byl ohromný, opíral se o fotografie spekter a byl financován z majetku Henryho Drapera (fyzik a astronom amatér, který jako první fotografoval absorpční čáry ve hvězdných spektrech). První katalogy vydané v roce 1890 využívaly písmena A až Q v abecedním pořadí a autorkou této klasifikace byla Williamina P. Flemingová.

V roce 1896 upustili Pickering a Flemingová od tříd D, L a I a vytvořili třídu K podobnou G a navzájem zaměnili třídy E a F. U třídy C bylo zjištěno, že

Kousek od děkanství jsou další hodiny na domě **č. p. 230 v ulici Mistra Choceňského**, blízko pošty (obr. 21). Ty jsou tak 8 let staré a tvořil je pan Čestmír Karpíšek s Martinem Navrátilem. Číselník těchto hodin obsahuje hodinové rysky pro dvanáctou hodinu a odpolední hodiny až po osmou hodinu večerní. Rysky jsou ve žlutém obrazci hodin bílé a mimo něj jsou vytaženy modře. Všechny rysky jsou popsány římskými číslicemi, kromě rysky pro dvanáctou hodinu, která je znázorněna pouze krátkou svislou bílou čarou na levém okraji obrazce hodin. Rozsah časů je dán azimutem stěny, jejíž normála je od směru k jihu odchýlena o 77° směrem k západu. Čas na hodinových ryskách ukazuje stín ukazatele, který je uchycen na dvou podpěrách. Hodiny jsou vypočteny pro zeměpisnou šířku 50° a zeměpisnou délku 16°13′50″, ukazují tedy místní pravý sluneční čas. Důležitým doplňkem hodin je obzor — modrá vodorovná čára v horní části hodinového obrazce. Stín ukazuje na obzor právě v okamžiku, kdy Slunce v Chocni zapadá. Na tmavé oranžové části kruhu, představující sluníčko, je latinský nápis: OMNIBUS AEQUE MENTIOR, který — volně přeložen — znamená: MĚŘÍM VŠEM STEJNĚ.

Další sluneční hodiny jsou **Na Bílé 179**. Je to u silnice Choceň – Běstovice. Bydlí tu pan Josef Pešek, vášnivý řezbář a stavitel slunečních hodin. Některé už prodal, některé daroval a některé mu zůstaly. Z ulice jsou jedny vidět na jihovýchodní stěně domu (obr. 22). Stěna domu je pootočena asi 15° k východu, samotné hodiny jsou rafinovaně umístěny do výklenku zazděného okna. Je to čtvrtkruh s číslicemi od 7 hodin dopoledne do 3 odpoledne. Ukazatel je přidělán v dřevořezbě obličeje. Další hodiny jsou ve dvoře na jihozápadní straně domu (obr. 8) a na rohu kůlny (obr. 9). Stěna dvora domu je též pootočena asi o 15°, ale k západu. Ukazatel je zde také montován v dřevořezbě pana Peška. Prstencové hodiny jsou umístěny na rohu kůlny v dva a půl metrové výšce. Jsou vyrobeny z ráfku kola starého vozu o průměru asi 1 m. Číselník je přímo na vnitřní straně ráfku. Tento typ sluneční hodiny lze snadno nastavit. Ještě jedny prstencové hodiny, z druhé půlky ráfku, dělal pan Pešek pro svého známého. Všechny tyto hodiny jsou staré kolem 10 let. Krom nástěnných hodin dělá pan Pešek i přenosné. Z dřevěného kruhu s kolmým ukazatelem, nebo z víka od barelu či plechovky od barvy. Tyto sluneční hodiny se dají umístit na stůl, na trávník, nebo kamkoli.

Další nástěnné hodiny od pana Peška jsou **na mlýně u Betlémského rybníka** (obr. 10), asi tak 4 km od Chocně. Betlémský rybník je kousek od silnice Choceň – Zálší – Zaháj. Tyto hodiny jsou umístěny na jižním štítu mlýna. Jsou podobné jeho druhým výše popisovaným hodinám. Jsou tam asi 8 let. Krom slunečních hodin má pan Pešek krásnou sbírku vlastních dřevořezeb, které doporučuji zhlédnout.

roztřídil Ejnar Hertzsprung hvězdy na obry a trpaslíky. Toto dělení se ujalo až v roce 1914, kdy Henry Norris Russell demonstroval jeho fyzikální podklad na diagramu, který dnes nazýváme Hertzsprungův — Russellův nebo jen krátce HR diagram.

Zde je absolutní hvězdná velikost (případně svítivost) vynesena na svislé ose a na ose vodorovné spektrální třída (reprezentující teplotu). Hvězdy jsou zde seskupeny do rozsáhlých pásů — větví. Jsou zde zastoupeni trpaslíci, obři i nadobři. Nejzřetelnější větví v HR diagramu je hlavní posloupnost. Ta demonstruje zároveň i posloupnost hmotností. Hvězdy ji opouštějí poté, co spotřebují asi 12 % vodíku ve svém jádru. Hvězdy mimo hlavní posloupnost jsou tedy v dalších stádiích svého vývoje.

Moderní dvojrozměrná schémata

Systém popisu luminosit pomocí malých písmen zřetelně zaostával za dobře propracovanou klasifikací hvězdných spektrálních tříd. Tento problém odstranili v roce 1946 Morgan, Keenan a Edith Kellmanová, když definovali škálu šesti luminositních tříd. Třídy Ia a Ib představují nadobry, II a III obry, IV podobry, třída V byla vyhrazena pro hvězdy hlavní posloupnosti a VI pro podtrpaslíky (později přibyla třída VII pro bílé trpaslíky).

Tvůrci tohoto MKK (později MK) systému vycházeli z předešlých prací z Mount Wilsonu. Systém demonstruje, jak proměnlivá může být intenzita čar u hvězd stejné spektrální třídy, ale jiné absolutní jasnosti. Například s rostoucí luminositou u raných M hvězd zřetelně slábne čára g neutrálního vápníku a u hvězd třídy A se ztenčují čáry vodíku. Luminositní třídy jsou ukázány na HR diagramu na obr. 5b.

Další luminositní třídy obsahují některé výjimečné typy hvězd. Podtrpaslíci jsou označeni sd a leží nalevo pod hlavní posloupností. Sahají přibližně od třídy F ke třídě M. Tyto hvězdy mají nedostatek kovů, občas jsou označovány VI a patří k nejstarším hvězdám v Galaxii.

Poslední skupinou jsou hvězdy, které leží 10 a více magnitud pod hlavní posloupností — bílí trpaslíci. Ačkoli procházejí skoro celou spektrální škálou, bylo jim jejich označení přiděleno proto, že první objevení zástupci tohoto druhu byly bílé hvězdy (Sirius B a další). Tyto konečné produkty hvězdného vývoje určitého druhu hvězd jsou označovány wd nebo jen D.

Dnes používané spektrální třídy jsou W (Wolfovy — Rayetovy hvězdy), O, B, A, F, G, K, M, S (podobné předchozím dvěma třídám, ale obsahující velké množství molekulárních pásů) a C (někdy bývá rozdělena na dvě třídy R a N) s intenzivními pásy sloučenin uhlíku (CN, CO, C2). Proto bývají označovány také jako uhlíkové hvězdy. Do klasických tříd O až M spadá 99,8 % všech známých hvězd.