
BÍLÝ TRPASLÍK

Číslo 114

2003

květen

Amatéri v očích profesionálů

V poslední době více než kdykoli předtím vyvstává otázka, zda má amatérská astronomie v pravém slova smyslu ještě nějaký smysl. Mám na mysli amatérskou astronomii prováděnou na úrovni pozorování pouhým okem, triedrem nebo malým dalekohledem pouze s pomocí oka, tužky a papíru. Amatér vlastní CCD kameru a dobrý dalekohled, schopný pořizovat kvalitní CCD snímky ať už pro fotometrii nebo pro jiné účely, má pro profesionály samozřejmě cenu vyšší. Takto vybavený pozorovatel ale již celkem určitě kontaktoval nějakého odborníka a má proto ve svém pozorovacím programu jasno.

Ale co ti ostatní? Oslovil jsem tedy šestnáct profesionálních astronomů a položil jim otázku: *Která oblast astronomie provozovaná amatérsky má podle vás ještě i v současnosti jiný smysl, než jen pro vlastní potěchu? Může být amatér i v současnosti užitečný profesionálovi?*

Vrátilo se mi osm odpovědí, které si můžete přečíst sami. Příspěvky jsou řazeny ve stejném pořadí, v jakém se mi objevily v poště. Jistou záhadou pro mne zůstává, proč jsem se dočkal odpovědi všech pracovníků pohybujících se na poli sluneční fyziky, zatímco odpovědi od odborníků zabývajících se čistě hvězdou astronomii došlo jen velmi pomálu. Závěr z této ankety necht' si udělá každý sám.

Jiří Grygar, Fyzikální ústav Akademie věd ČR

Těch možností je stále dost. Lze sledovat dlouhodobě sluneční skvrny tímž přístrojem a stejnou metodou, jako to dělá už půl století Ladislav Schmied. Lze sledovat proměnné hvězdy, když se amatér domluví s profesionálem, kde je třeba dlouhodobé monitorování kvůli nepředvídaným okolnostem. Lze vizuálně odhadovat jasnosti komet. Pokud se domluví aspoň pět amatérů, lze sledovat meteorické roje dokonce i prostým okem, opět pokud možno dlouhodobě kvůli frekvenčním křivkám.

Kromě toho vidím velkou perspektivu v tom, kdyby amatéri pomohli při osvětě veřejnosti stran světelného znečištění. Myslím, že spíše než bezzubý zákon by pomohlo soustavné přesvědčování o výhodách stíněného veřejného osvětlení nejenom pro astronomii. Lze pátrat v archívech po starých pozorováních pádu meteoritu, jasných bolidech, pozorování polárních září, či obecně se věnovat historii české astronomie. Například by nebylo od věci sestavit seznam významnějších astronomů, působících na našem území od II. poloviny 19. století, určit jejich životní data narození a úmrtí, dohledat jejich hroby, sepsat jejich medailony a připomínat jejich dílo při okrouhlých jubilejích. Podobně lze vyzpovídat na magnetofon dosud žijící pamětníky a přepsat to digitálně nebo dokonce vytisknout aspoň na internetu.

Tomáš Gráf, Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě

Podle mého názoru je dnes možné velmi jednoduše (celosvětově) konzultovat činnost, kterou se astronomové amatéři hodlají zabývat, s profesionálními astronomy v daném oboru. Tak se mohou amatéři zabývat přesně takovým druhem pozorování, které má i další přínos než pozorování pro radost. Asi se také vyplatí kontaktovat některou bližší hvězdárnu a zjistit, jak se věci mají. U nás v Ostravě funguje otevřená pozorovací skupina Eridanus (viz sl <http://ostrava.astronomy.cz>), která pozoruje s místní CCD kamerou a další kamerou jednoho z členů. Rozhodně se nedá říci, že by skupina byla schopna pokrýt veškeré jasné noci. Pak bych se přimlouval za to, aby amatéři věnovali svůj drahocenný pozorovací čas raději k získání objektivnějších dat využitím CCD, než aby pozorovali „v poklidu domova a svého dalekohledu“ vizuálně.

Dalším zlatým dolem mohou být data získaná „pozorováním na internetu“. Některá jsou volně k dispozici, jiná ochotně přepošle jejich pořizovatel, protože už z nich vyzískal vše, co chtěl. To však v mnoha případech neznamená, že v nich nic dalšího, co by stálo za pozornost, není. Astronomové amatéři však mohou profesionálům nepřímou pomocí i tím, že se budou věnovat kvalitní popularizaci astronomie. Na to se často zapomíná.

Jiří Dušek, Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně

Na tyto otázky jsem se před dvěma roky pokusil seriózně zamyslet ve formě seriálu „V ohnisku“, který na pokračování vycházel na stránkách Instantních astronomických novin a který je nyní k dispozici na adrese <http://rady.astronomy.cz>. Byť byly mé osobní závěry, mnohdy podepřené odpověďmi profesionálních astronomů, více méně pochmurné, ani s odstupem doby na nich prakticky nic změnit nemohu. Amatérská astronomie, alespoň co se týká odborného výzkumu, není vůbec jednoduchá. I dnes existuje řada oborů a projektů, ve kterých může pozorovatel přinést cenné informace. Na druhou stranu skutečného uznání, ať už ze strany profesionálů a nebo ve formě publikace v odborném, recenzovaném časopise, dosáhne jenom málokdo. Ve většině těchto případů se přitom jedná buď o originální nápady (např. hledání supernov R. Evansem na sklonku 90. let 20. století) a nebo za nimi stojí úzká spolupráce s profesionály (např. pozorování proměnných hvězd pomocí CCD kamer). Ve většině případů lze pak hovořit spíše o „poloprofesionálech“.

Takže tedy. Tzv. „odborný výzkum“ by se neměl přeceňovat. V mnoha případech existuje jen proto, že „tady byl vždy“. Hlavní ale je, aby to lidi bavilo.

Eva Marková, Marcel Bělík, Hvězdárna v Úpici

1. V každém případě je důležité pozorování Slunce – sluneční fotosféry a to jak malými dalekohledy, tak okem, aby se prodloužily pozorovací řady. Názory, že se to dříve nepozorovalo systematicky, takže se nejedná o řady, nejsou tak úplně pravdivé, neboť určité se na starých observatořích pozorovaly východy a západy Slunce a při tom určité i skvrny. Pokud o tom dosud nemáme záznamy, nemusí to vždy znamenat, že neexistují, ale že nebyly nalezeny nebo dešifrovány. Stejně tak má význam pozorování úplných zatmění Slunce být malými přístroji, hlavně pozorování z více míst. Z vlastní zkušenosti

mohu říci, že profesionálové mají enormní zájem právě o amatérská pozorování, ale musí být opravdu kvalitní.

2. Proměnné hvězdy – i zde si myslím, že amatérská pozorování mají význam. Největší význam bych viděla asi v pozorování kataklyzmických proměnných – možná zejména hledání jejich vzplanutí, což nemají možnost dělat v tak velkém rozsahu profesionální pracoviště. Zde je ale velmi důležitá rychlá spolupráce s pracovištěm vybaveným potřebnou technikou na další pozorování. Ale i pozorování ostatních typů proměnných hvězd má význam z důvodů archivace dat, neboť i když ta data dnes nejsou využita, není jisté, že se někdy v budoucnu nestane, že se bude zkoumat něco, kde dlouhá řada dat, byť méně přesných, bude potřebná. (To se např. už ukázalo i u výzkumu Slunce, kdy se vytažují stará data, protože se některý jev na nich zaznamenaný dříve neuměl interpretovat.)

3. Zákryty hvězd planetkami – je potřeba velké množství mobilních pozorovatelů, což ne vždy obsáhnou profesionálové a přitom na to často stačí i malé přístroje. Přitom výsledky – zpřesňování tvaru a rozměrů těles – jsou velmi přínosné pro profesionální astronomii.

4. Meteory – tam význam amatérských pozorování hlavně významných rojů trochu ustupuje, důležité je ale pozorování slabých a méně známých rojů (je třeba vždy přiřadit zákres), což profesionálové svými přístroji téměř nedělají.

Takže závěrem bych řekla, že amatérská pozorování mají stále nezastupitelnou roli, byť třeba jen aby byla uchována data pro možné pozdější zpracování. A pro využití pozorování v současnosti je nesmírně důležitý kontakt amatéra s profesionálem, aby pozorování bylo provedeno přesně tak, jak bude profesionálovi pro další zpracování vyhovovat (viz např. úplné zatmění Slunce v r. 1999, kdy byla v odborných pracích využita pozorování amatérů, kteří postupovali podle připravených pokynů a to nejen u nás, ale i v mezinárodním měřítku).

Josip Kleczek, Astronomický ústav AV ČR v Ondřejově

1. Užitečnost amatérské činnosti pro vědecké poznání Vesmíru: pro pozorování meteorů, zákrytů, sluneční činnosti a objevování komet je pomoc amatérů nenahraditelná.

2. Činnost pedagogická: je důležitá, zvláště v dnešní době. Pro dospělé, mládež i děti: pod oblohou – při výkladu zapáleného amatéra (já znám jen amatéry zapálené a obětavé) se lidé zbavují pozemského provincializmu, přemýšlejí (místo pasivního koukání na střilení, vraždy, a postelové scény v televizi Nova). Mládež dá pak přednost večerům pod oblohou, (i když jen u malého dalekohledu nebo triedru). Na drogy a jiné neplechky není pomyšlení. Nevím jak zdůraznit důležitost této činnosti amatérů pro společnost.

3. Jezdíme do galerií – naší Národní galerie, Louvru, Galeria delli Uffici, . . . navštěvujeme architektonická a sochařská díla po světě, posloucháme hudbu – to nám přináší čistou radost. Proč to říkám? Vždyť se mne ptáte na význam amatérské astronomie. Odpovím vám s Dantem – velikánem moudrosti a poezie z dávné doby, kdy u nás vládli poslední potomci Přemysla Oráče. V jeho Božské komedii, ke konci Očistce, se Dante setkává s athénskou princeznou, která mu říká:

„Nebe se nad Vámi otáčí,
ukazující své nesmírné krásy.
Vaše zraky jsou však upřeny k zemi.
Proto vás tepe Vševědoucí.“

Dovolte mi osobní poznámku: velmi si vážím amatérů a jejich práce, protože upozorňují spoluobčany na ony nesmírné krásy nebe, vysvětlují řád ve stavbě a vývoji Vesmíru. To vede k poznání, že jsme částíčkou Vesmíru, článkem v jeho vývoji, k účtění ke všemu živému a k pokoře. V kamínku na cestě nebo ve studánce je zobrazena architektura celého Vesmíru a skrovná chudobka vedle cesty je obrazem historie celého Vesmíru. K tomu poznání nás přivádí astronomie a její amatéři. A poznání je největší dar, jaký jsme dostali.

Petr Pravec, Astronomický ústav AV ČR v Ondřejově

Pokud jde o vizuální pozorování s přístroji o průměru 10–15 cm, pak je prostor k užitečným pozorováním asi jen v oblasti odhadu jasnosti komet, i když i tam je velká konkurence zkušených pozorovatelů ze světa. Význam to tedy bude mít jen tehdy, pokud to někdo bude dělat jako svůj dlouhodobý program, tak, aby i on se stal zkušeným pozorovatelem komet, na jehož odhady bude spolehnouti. Samozřejmostí k tomu je dostatečně tmavá obloha, tedy prakticky vzato musí bydlet na vesnici apod. Je jasné, že hlavní motivací musí být i v takovém případě uspokojení z těch pozorování samotných, protože vědecký význam ta jeho pozorování získají až po delším období.

Pokud jde o pozorování bez dalekohledu, uvědomuji si jedině, že stále mají význam pozorování meteorů. I tam ovšem samozřejmě hlavní motivací musí být potěšení z pozorování samotného, k vědeckým výsledkům totiž pozorování konkrétního pozorovatele přispěje až po zpracování souboru dat od mnoha pozorovatelů a přínos jednoho konkrétního pozorování tedy zůstává skryt ještě více, než v případě komet. (U nich je aspoň šance, že daný konkrétní pozorovatel „chytí“ kometu právě na začátku výbuchu nebo např. těsně před výrazným zeslábnutím, či v jiném zajímavém okamžiku jejího vývoje, a v takovém případě může být to jedno jeho pozorování samotné dosti klíčové. U meteorů šance na získání klíčového pozorování jedním konkrétním pozorovatelem je výrazně menší, proto motivace k nim musí být založena hlavně na vzrušení z vidění meteorů samotných.)

Ještě si vzpomínám, že existují i amatérské programy na pozorování proměnných hvězd, kde také stačí malé dalekohledy. Ovšem jejich význam nedovedu vůbec posoudit, protože se tímto oborem vůbec nezabývám. Mohlo by to být možná podobné jako význam odhadů komet, ale doopravdy porovnat vědecké významy těchto dvou oblastí vizuálního pozorování neumím.

Karel Mokřý, Česká astronomická společnost

Debata o použití amatérských pozorování profesionály se poslední dobu velmi často opakuje. Při tom se často zapomíná na jinou věc – leckdy není důležité, zda budou výsledky pozorování dále využity, ale to, že nás „jenom“ zajímá jak ten Vesmír dnes vypadá. A nemusíme se stydět, že „naše“ pozorování nemají velký vědecký význam. Velmi záleží na tom, co považujeme za amatérský přístroj. Uvažuji Somet Monar/Binar. S větším přístrojem, případně se CCD kamerou se vše radikálně mění . . .

V některých specifických oborech mají i v dnešní době amatérská pozorování cenu. Jednou z možností je pozorování proměnných hvězd. Samozřejmě pečlivě vybraných (můžete se obrátit na skupinu Medúza <http://www.meduza.info/>), případně lze sledovat vsnet-alerty. Pokud upozorujete zajímavý jev (hvězda je v maximu či minimu), můžete pomoci sítě vsnet upozornit další pozorovatele, kteří mají výrazně lepší přístroje.

O ostatních oborech nemám dostatečné množství informací k nějakým závěrům. Obecně si myslím, že výsledky amatérů mají význam v dlouhodobém sledování objektů. Zde má pozorování okem velkou výhodu – existují dlouhé pozorovací řady a tedy návaznost na historická pozorování.

Petr Heinzel, Astronomický ústav AV ČR v Ondřejově

Tuto otázku bych nestavěl takto zcela obecně, ale rozlišil bych, o jakého amatéra jde. Alespoň pokud se týká pozorování Slunce, kde mám nějaké zkušenosti.

Samozřejmě amatér s binarem, bez speciálních filtrů, toho mnoho neudělá. Ale dnes mají někteří amatéři poměrně slušné dalekohledy a lze navíc koupit i úzkopásmové filtry H-alfa, které sice nemají pološířku 0,5 Å jako např. Day-Star používaný v Ondřejově (ten stojí řádově 100 – 200 000 Kč), ale mají pološířku stále zajímavou pro sledování erupcí. Takový filtr, pokud vím, může stát tak kolem 30 tis. korun a k tomu videokamera za 10 až 15 tis. Kč. K ní lze pak připojit normální nebo super-VHS video rekordér a nahrávat erupce. Nebo místo toho, má-li dotyčný PC (to dnes má skoro každý doma), koupit digitalizační kartu a z videokamery nahrávat přímo do PC.

Samozřejmě to není tak levná záležitost, ale celková investice je srovnatelná s cenou lepšího PC nebo notebooku, což řada lidí dnes vlastní. A to nemluvím např. o ceně auta, které dnes také každý má, často i nové. Takže je to celé otázka opravdového zájmu a ochoty do toho něco investovat. Podobný systém s levným širokopásmovým filtrem s úspěchem používají na observatoři MFF KU v Modré u Bratislavy, a s námi úzce spolupracují.

Amatéři též pracují na lidových hvězdárnách a tam by se takový systém měl dát pořídit. Pozorování erupcí takovým zařízením, tj. zachycení erupce a jejího vývoje, jsou dnes velmi cenná. Už i proto, že na profesionálních observatořích může být špatně počasí atd. Ze zkušenosti vím, že často marně sháníme JAKÁKOLIV data o konkrétní dané erupci (tedy H-alfa).

Nakonec ještě poznámka: Nejde samozřejmě jen o vlastní pozorování, ale je třeba se spojit s profesionály ohledně jejich vyhodnocování. Ti také mohou poradit jak vybudovat celý systém a pomoci data dále redukovat. Např. pokud by někdo nahrával na video rekordér, my jsme pak schopni zde v Ondřejova ty záznamy zdigitalizovat do PC.

Toliko odpovědi respondentů. Za všechny odpovědi zúčastněným děkuji.

– Michal Švanda –

Jak rozlišit nerozlišitelné

Jestli jste byli na setkání APO v Brně na podzim 2002, budou vám následující řádky nejspíš povědomé, tedy pokud jste neprospali celé nedělní dopoledne. Na zmíněnou sešlost jsem si totiž připravil stejnojmennou přednášku, věnovanou všemu možnému, co ovlivňuje rozlišovací schopnost při pozorování objektů hvězdné oblohy, a návrhům na její zlepšení.

Úvod aneb bychom si (aspoň trochu) rozuměli

Začněme poněkud suchou, ale nezbytnou definicí: rozlišovací schopnost (označme si ji třeba φ) při vizuálním astronomickém pozorování se obvykle definuje jako nejmenší úhlová vzdálenost dvou stejně jasných bodových zdrojů světla, při které je ještě dokážeme rozlišit. Je to jakési standardní měřítko výkonnosti daného dalekohledu, kvality pozorovacích podmínek a oka pozorovatele z hlediska rozlišení drobných detailů. V praxi φ odpovídá úhlové vzdálenosti složek takové těsně dvojhvězdy (jejíž složky jsou stejně jasné), kterou ještě taktak uvidíte jako dvojitou.

U plošných objektů (planety) a u dvojhvězd s různě jasnými složkami však hodnota φ neodpovídá přesně velikosti nejmenších pozorovatelných detailů – jejich rozlišení závisí také na vzájemném kontrastu (poměru jasností) a na tvaru těchto detailů, pokud nejsou bodové. Například naše oko rozliší mnohem lépe dvě rovnoběžné přímky než dva body, i když je od sebe dělí stejná vzdálenost, což nám usnadňuje např. spatření úzkých měsíčních brázd. Stejně tak nelze říci, že když má dalekohled rozlišovací schopnost 1", nemůžeme skrz něj na Měsíci uvidět žádné krátery o menším úhlovém průměru než 1" (což odpovídá skutečnému průměru asi 1,5 km). Je-li totiž nějaký kráter dostatečně světlý oproti okolí (mladé krátery takové bývají), spatříme jej, i když je svou velikostí pod rozlišovací schopností dalekohledu φ . Nejde totiž o rozlišení dvou bodů, nýbrž o spatření bodu jediného (hvězdy také vidíme, přestože úhlová velikost jejich kotoučků je zcela nepatrná a hluboko pod φ).

Co dokáže pouhé oko

Rozlišení běžného lidského oka v „nočním režimu“ je 3 – 5 úhl. minut. Je to dáno velikostí vstupního otvoru oka (zornička), hustotou receptorů světla na sítnici a optickými vadami oka. V noci, jak víme, se nám zornička rozšíří, takže bychom čekali, že se rozlišení zlepší, ovšem není tomu tak – okrajové části oka mají značné optické vady, takže se tím rozlišovací schopnost naopak sníží. Navíc hustota tyčinek (receptorů slabého světla) je oproti čípkům (denní vidění) menší, a tak při pozorování slabých objektů může být rozlišovací schopnost oka horší než 10'. Naopak ve dne a při pozorování velmi jasných objektů (Měsíc), kdy je zornička zúžená a vnímáme pomocí čípků, může rozlišení oka dosáhnout 1'. Schválně, zkuste se podívat v noci na Měsíc pouhým okem přes malou díрку (1 – 2 mm) a uvidíte, jak se obraz zlepší. Proto je také na Měsíci vidět pouhým okem více detailů, pokud se nachází na světlé denní obloze – zornička oka je zúžená.

Chceme víc!

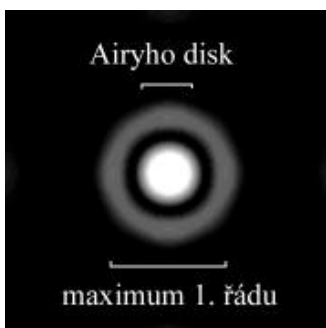
Dejme tomu, že naše oko má rozlišení $4'$. Pokud chceme rozlišit drobnější detaily, použijeme dalekohled, který nám pozorovaný objekt úhlově zvětší – tím pádem i podrobnosti menší než $4'$ se zvětší nad tento práh, a my je rozlišíme. Můžeme tedy říct, že použití dalekohledu o n -násobném zvětšení nám umožní rozlišení n -krát lepší, tzn. výsledné $\varphi = 4'/n$ (dělíme proto, že φ je úhel, a tedy čím je *menší*, tím je to pro nás lepší).

Ale ono už to dál nejde ...

Jak to tak bývá, nic nejde zvyšovat do nekonečna. Když pomocí okuláru s krátkým ohniskem vyženeme zvětšení dalekohledu příliš vysoko, rozlišení se nám přestane dále zlepšovat. U malých dalekohledů za to může difrakce neboli ohyb světla na vstupním otvoru (obvykle je tvořen objektivem), u velkých pak neklid atmosféry. V praxi také zjistíme, že rozlišení mnoha přístrojů omezuje jejich optické vady (nedokonalost zhotovení zrcadel a čoček a vady celé soustavy jako barevná vada, koma aj.).

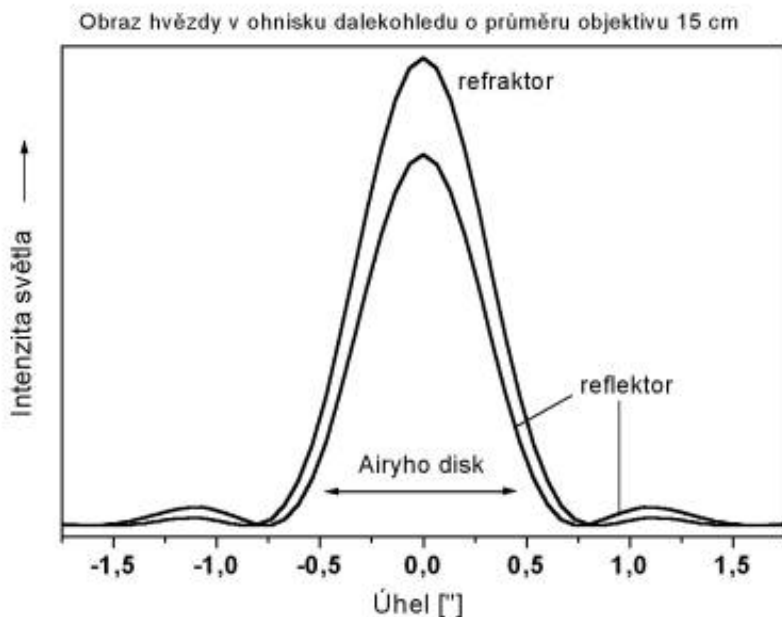
1) Když za to může dalekohled

Nebudeme se zde zabývat optickými vadami – ty jsou vlastností každého konkrétního dalekohledu a dají se odstranit jen pořízením kvalitnějšího dalekohledu (pokud je na vině nekvalitní optika), nebo případně seřízením a zcentrováním celé optické soustavy, pokud je na vině špatná souosost čoček a zrcadel nebo jejich špatné uchycení (příliš silné dotažení objímky může deformovat zrcadlo či čočku). Zájemcům o seřízení optiky doporučuji např. návod Jeníka Hollana dostupný na Internetu na http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/a_papers/uworking/pom_html/. Ve zbytku článku se budu zabývat pouze problémy, které jsou vlastní všem dalekohledům a nesouvisí s vadami optiky – považujeme nyní dalekohledy za opticky bezvadné, neboť tomuto stavu se lze v praxi dobře přiblížit.



Chcete-li si ověřit optickou kvalitu svého dalekohledu, zamířte jej na jasnou hvězdu a do ohniska místo okuláru dejte optickou mřížku. Je-li optika bez vad, uvidíte skrz mřížku soustavu světlých a tmavých rovných paralelních pruhů. Pokud ne, budou pruhy různě deformované. Optickou mřížku si můžete vyrobit tak, že nakreslíte na papír hustou síť rovnoběžných černých čar (jen v jednom směru, ne křížem přes sebe) a vyfotografováním na film ji zmenšíte. Jako mřížku pak po vyvolání použijete přímo negativ.

Co je všem dalekohledům společné, je omezení rozlišení *difrakcí*. Dochází totiž k ohybu světla na okrajích objektivu (u zrcadlových dalekohledů i na sekundárním zrcátku), a výsledkem je, že obrazem bodové hvězdy v ohnisku není nekonečně malý bod, ale jakási neostrá jasná skvrna, jejíž jas klesá směrem od jejího středu (tzv. *Airyho disk* nebo též maximum 0. řádu, jestli si



vzpomínáte z fyziky). Tento disk je navíc obklopen soustavou soustředných kroužků, které s rostoucí vzdáleností rychle slábnou (viz obrázek). Divíte se, že nic takového v dalekohledu nevidíte? Tak jej zkuste namířit na nějakou hodně jasnou hvězdu a použít to největší zvětšení, jaké máte. Pak byste měli tento charakteristický obrazec spatřit (je nutné se přiblížit maximálnímu užitečnému zvětšení, o kterém se dočtete za chvíli). Problém je totiž jen v tom, že obrazec je velmi malý (pro 15 cm dalekohled je průměr Airyho disku asi 1") a obklopující kroužky jsou navíc mnohem slabší než centrální kolečko. To vše je ještě rušeno neklidem ovzduší. Normálně uvidíte nanejvýš ten nejbližší kroužek (maximum 1. řádu), který je u čočkového dalekohledu (refraktoru) asi 60-krát slabší než centrum Airyho disku, zatímco u zrcadlového dalekohledu typu Newton je slabší jen asi 20-krát a tedy nápadnější (viz obrázek).

Ze vzhledu tohoto interferenčního obrazce lze usoudit i něco o kvalitě optiky dalekohledu – například astigmatismus se projeví tím, že obrazec má tvar kříže namísto soustředných kruhů. Jestli vás to zajímá, doporučuji pohrát si s malým, ale nesmírně názorným programkem Pocket Aberrator (<http://aberrator.astronomy.net/>), který vám nasimuluje vzhled obrazu hvězdy při různých optických vadách, rozostření a dokonce i při neklidu vzduchu. K dispozici na téže adrese je i pokročilejší verze tohoto programu, která toho umí ještě mnohem víc, např. simulovat obraz planety ...

Čím je průměr objektivu dalekohledu menší, tím je průměr Airyho disku větší (to si můžete vyzkoušet, když ponecháte maximální zvětšení, ale dalekohled zaeloníte na menší průměr – kotouček hvězdy „nabobtná“). Když pozorujete těsnou dvojhvězdu pod rozlišovací schopností vašeho dalekohledu, Airyho disky jejich složek se příliš překrývají na to, abyste je od sebe rozlišili. Mez rozlišovací schopnosti dalekohledu je proto dána velikostí Airyho disku, a tedy průměrem objektivu.

Pro mezní rozlišovací schopnost dosažitelnou pomocí refraktoru o průměru D (v milimetrech) se uvádí přibližný vztah $\varphi = 144''/D$, kde φ vyjde v úhlových vteřinách. Vidíme, že pro $D = 150$ mm vychází φ přibližně $1''$, což odpovídá velikosti Airyho disku. U reflektorů může být teoreticky rozlišovací schopnost ještě o něco lepší, protože mají Airyho disk o něco užší, jak je vidět z obrázku. Zato ovšem mají jasnější okolní interferenční kroužek, což se může projevit nepříznivě při rozlišení detailů na planetách, neboť díky překrývání těchto kroužků od jednotlivých bodů objektu klesá kontrast výsledného obrazu. Tyto odlišnosti mezi reflektory a refraktory jsou způsobeny tím, že u reflektorů dochází navíc k difrakci na sekundárním zrcátku, které refraktory nemají.

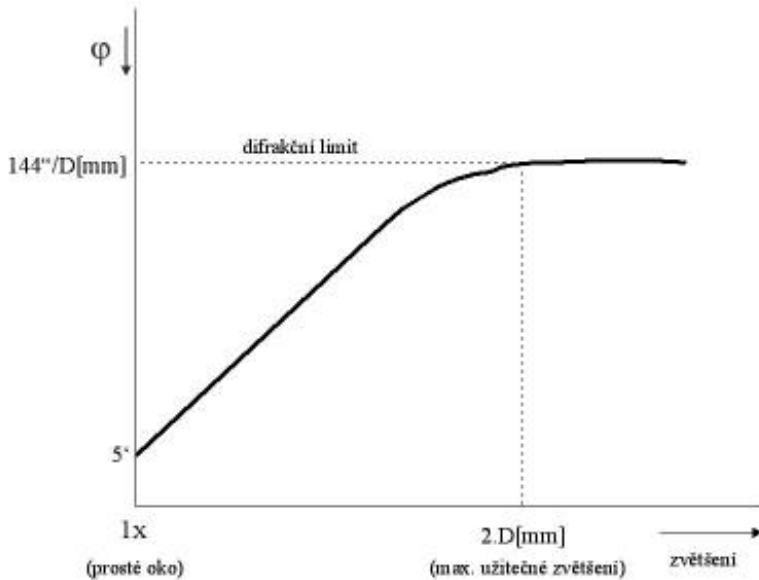
Tyto teoretické úvahy nás tedy vedou k závěru, že zatímco pro rozlišení těsných dvojhvězd je lepší reflektor, pro pozorování planet naopak refraktor. Jedná se však o rozdíly velmi malé a v praxi obvykle spíše rozhoduje kvalita optiky a seřízení daného dalekohledu.

Co z toho všeho tedy plyne? Rozlišovací schopnost při pozorování dalekohledem se zlepšuje přímo úměrně se zvětšením, ale jen do té doby, než se přiblíží meznímu rozlišení $144''/D$. Názorně to ukazuje další obrázek. Zvětšení, při kterém dosáhneme tohoto difrakčního limitu, se nazývá **maximální užitečné zvětšení**, a je přibližně rovno **dvojnásobku průměru dalekohledu v milimetrech** (pro 15 cm dalekohled tedy $300\times$). Nemá cenu zvětšení dále zvyšovat – obraz sice bude úhlově větší, ale také rozmazanější – žádné další detaily se už neobjeví. Až tedy půjdete kolem výlohy, za kterou se bude skvět nablýskaný pěticentimetrový dalekohled, obhajující svou nemalou cenu hrdým nápisem „maximální zvětšení $400\times$ “ a ukrývající ve svých útrobách plastické čočky, podržte v duchu minutu ticha za nebohého laika, který si jej koupí a při prvním nadšeném pokusu najít v něm Jupitera opustí navždy tento svět skosen infarktem.

2) Když za to může atmosféra

Zatímco rozlišovací schopnost malých dalekohledů (několik cm) je omezena především difrakcí (vady optiky teď nebereme v úvahu), u větších přístrojů (desítky cm a metry) je tím hlavním škůdcem zemské ovzduší, přes které chtě nechtě vesmírné objekty pozorujeme. Ve vzduchu se totiž vyskytují oblasti o různé teplotě, a tedy i různé hustotě a indexu lomu. Dochází k jejich vzájemnému chaotickému promíchávání (tzv. turbulence), které způsobuje rychlé nepravidelné změny indexu lomu vzduchu v prostoru, díky čemuž působí atmosféra na procházející světlo hvězdy stejně jako vlnící se vodní hladina, skrz kterou svítí Slunce na dno bazénu. Jistě jste si všimli, jaké pozoruhodné a rychle se měnící světelné obrazce se v takovém případě na dně objeví. Když jste pod hladinou a zahlédnete Slunce, vidíte, jak poblikává, poskakuje do stran, deformuje se, rozmazává a zase se

Rozlišovací schopnost v závislosti na použitém zvětšení



zaostřuje. Tohle všechno jsou efekty, které uvidíte ve velkém dalekohledu při velkém zvětšení, zamíříte-li ho na dostatečně jasnou hvězdu. Když pak vložíte místo okuláru do ohniska film a uděláte snímek s dlouhou expozicí (aspoň desítky sekund), poskakující hvězda vám na filmu vykreslí velké rozplízlé kolečko – mnohem větší, než Airyho disk daný difrakcí. Průměru tohoto kolečka se říká *seeing*, a tato veličina je používána pro popis neklidu ovzduší v daném místě a čase – čím je seeing větší, tím jsou podmínky horší.

Obří dalekohled na povrchu Země je nám tedy z hlediska rozlišení sám o sobě k ničemu – má sice skvělý difrakční limit (malý Airyho disk), maximální rozlišení je však omezeno na hodnotu seeingu. Na vysoko položených observatořích se přitom seeing za dobrých nocí pohybuje zhruba v rozmezí $0,4''$ až $1''$, takže dalekohledy nad 40 cm už nenabídnou lepší rozlišení. Proto se klasické obří dalekohledy používají hlavně pro spektroskopii, která vyžaduje velkou sběrnou plochu objektivu kvůli dostatku světla, a na rozlišení přitom až tak nezáleží.

Na seeing ale narazíme i u našich menších amatérských dalekohledů, protože za horších podmínek dosáhne snadno několika úhlových vteřin. Máme-li seeing $2''$ (běžná

hodnota), bude nám zneprjemňovat pozorování při zvětšení větším než $120\times$ ($= 4' / 2''$), samozřejmě jen za předpokladu, že máme alespoň 7 cm dalekohled a nejsme tedy pod difrakčním limitem ($144'' / 2'' \sim 72$ mm). Vliv seeingu se projeví hlavně při pozorování planet, Měsíce a dvojhvězd – obraz bude nahodile poskakovat do stran a deformovat se. Zatímco oko spolu s mozkiem si s tím ještě jakžtakž poradí, protože dokáže sledovat pohybující se objekt a vybírat si okamžiky, kdy je nejméně deformován a rozostřen, film ani CCD kamera tohle neumí, což zakusil každý začínající astrofotograf zoufající si nad doširoka rozplizlým snímkem Saturnu, který přitom přece v okuláru vypadal tak krásně ostře.

Metody boje s atmosférou:

a) Pasivní odpor

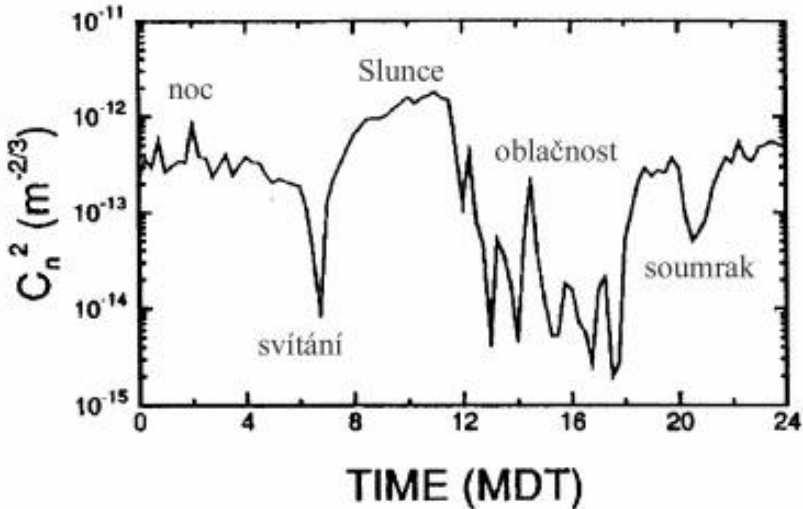
Turbulence v atmosféře, a tedy i seeing, jsou úměrně především teplotní nerovnováze mezi ovzduším a povrchem Země. Během dne sluneční záření zahřívá intenzivně povrch, od něj se ohřívá okolní vzduch, který stoupá vzhůru (tzv. termika) a míchá se s chladnějším vzduchem ve vyšších vrstvách – vzniká silná turbulence. V noci naopak zemský povrch díky tepelnému vyzařování rychle chladne, od něj se ochlazuje i přízemní vzdušná vrstva a tento chladný vzduch je pak větrem promícháván s teplejším vzduchem ve vyšších vrstvách, které tak rychle nechladnou, čímž opět vzniká turbulence a seeing. Značná turbulence vzniká i ve vrstvách atmosféry ve výšce kolem 10 km (jiným mechanismem než u povrchu), zde nás to ovšem nemusí příliš zajímat, protože vzduch už je tu velmi řídký a nezpůsobuje proto velké deformace obrazu. Většina pozorovatelného seeingu proto vzniká ve výšce do několika set metrů nad povrchem.

Během dne se obvykle vyskytují dvě období, kdy se teploty povrchu a nízké atmosféry na nějaký čas zhruba vyrovnají a seeing je minimální. Jedno nastává večer po západu Slunce, a je způsobeno tím, že dosud rozehřátý povrch během svého rychlého chladnutí na nějakou dobu dosáhne teploty blízké teplotě atmosféry (pak už má teplotu nižší). Druhé, ještě příznivější období, nastává k ránu před východem Slunce, kdy už povrch i atmosféra stačily vychladnout na podobnou teplotu a dostat se tak do rovnováhy. Typický denní průběh turbulence ukazuje poslední obrázek.

Velmi malý seeing bývá také v době, kdy přichází mlha. Mlha je však spíše indikátorem než příčinou slabé turbulence – přichází totiž obvykle v době, kdy je bezvětrí a atmosféra je celkově ustálená.

Zdrojem seeingu je každý předmět v blízkosti pozorovacího stanoviště, který má teplotu výrazně odlišnou od okolního vzduchu. Zejména jsou to budovy a jejich střechy, které přes den nahromadí mnoho tepla a v noci pak chladnou jen pomalu. Může to však být i komín, radiátor, v zimě pak i hrnek s kávou poblíž objektivu a samotný pozorovatel. Zkuste v zimě zamířit malý dalekohled na jasnou hvězdu z otevřeného okna vyhřátého pokoje a nestačíte se divit (vzhledu hvězdy i reakci spolubydlících). Využití večerního minima seeingu často brání právě to, že budova hvězdárny je dosud rozpálená po slunečném dni.

Jak už bylo řečeno, seeing vzniká hlavně v přízemní vrstvě vzduchu, proto se sluneční dalekohledy umísťují do vysokých věží (za slunečného dne je seeing větší než v noci).



Seeing také klesá s nadmořskou výškou observatoře díky řidšímu vzduchu, což je jeden z důvodů, proč se velké dalekohledy obvykle nacházejí tak vysoko. Členitý horský terén může ovšem seeing naopak zvyšovat, proto je nutné pozorovací stanoviště předem pozorně vybírat.

Seeing vzniká i v tubusu dalekohledu, zejména pokud jde o otevřený systém typu Newton. Je proto nutné dalekohled před pozorováním nechat přizpůsobit okolní teplotě (rozdíly teplot mohou deformovat i zrcadlo). Byly učiněny i pokusy snížit seeing „zaslepením“ tubusu Newtonu rovinnou skleněnou deskou, ale výsledky nejsou příliš přesvědčivé.

Shrňme tedy způsoby, jak při amatérském pozorování planet, Měsíce a jasných dvojhvězd klást seeingu pasivní odpor:

- večer co nejdříve po západu Slunce otevřete střechu či kopuli pozorovatelný, aby se vyrovnala teplota uvnitř a teplota dalekohledu s okolním vzduchem (vyrovnání teploty pozorovatele s okolím se nedoporučuje, lepší je důkladná izolace oblečením)
- pozorujte nejlépe ráno před východem Slunce
- když přichází mlha, utíkejte k dalekohledu!
- vyhýbejte se všem zdrojům tepla, nebo se alespoň snažte, aby se nenacházely ve směru pozorování
- pozorujte objekty v co největší výšce nad obzorem – jejich světlo prochází přes nejtenčí vrstvu atmosféry

b) Lehké zbraně

Dnes už i majetnější amatéři mohou bojovat se seeingem aktivně pomocí tzv. adaptivní optiky. Je to obecně řečeno nějaký optický systém, zabudovaný do dalekohledu, který se snaží pomocí změn svých optických vlastností kompenzovat vliv atmosféry na obraz pozorovaného objektu.

Adaptivní optika, která je dnes dostupná amatérům, je obvykle tvořena obyčejným rovinným zrcátkem, zařazeným někde mezi objektiv a okulár (či spíše CCD kameru), které je řízeno elektronicky a umí se velmi rychle naklápět ve dvou osách. Automatika sleduje posun obrazu nějaké referenční hvězdy ležící poblíž snímaného objektu (nebo posun obrazu samotného objektu) až 50× za sekundu, a naklápěním zrcátka se snaží tyto nahodilé posuny způsobené seeingem vyrovnávat tak, aby na čipu CCD objekt zůstával stále na jednom místě. Takovýto systém může zároveň kompenzovat i drobné chyby navádění, způsobené nepřesným pohonem montáže dalekohledu.

Jak je vidět, tyhle systémy umí vyrovnávat pouze posun obrazu do stran, ne však jeho deformace (tzv. aberace vyšších řádů). Ve viditelném světle je lze použít pro snímání objektů o velikosti maximálně úhlových minut, neboť obraz většího objektu se už neposouvá jako celek, ale v každém místě jinak a zcela nezávisle. Takovýchto systémů adaptivní optiky už dnes existuje víc od různých firem, některé jsou vhodné pro snímání planet, jiné spíše pro hvězdokupy a mlhoviny. Např. firma SBIG nabízí systém AO-7 za zhruba 1300 dolarů, což je asi polovina ceny jejich CCD kamer.

c) Těžký kalibr

Teď se konečně dostáváme k té „pravé“ adaptivní optice, o které se tak často píše v souvislosti s moderními obřími dalekohledy jako jsou Keckova dvojčata nebo soustava Very Large Telescope. Je ale třeba dát velký pozor, abychom si nespletli adaptivní optiku s jiným podobným pojmem – *aktivní optikou*. Nové velké dalekohledy typu VLT jsou totiž vybaveny aktivní i adaptivní optikou současně.

Aktivní optika tu byla dřív – je to pojem pro automaticky řízený systém, který zabezpečuje to, aby si primární zrcadlo dalekohledu uchovalo ideální tvar při různém náklonu přístroje a dalších proměnlivých vlivech. Dříve se toho dosahovalo prostě tím, že se zrcadlo vyrobilo hodně tlusté, a tak se zabránilo jeho deformacím vlastní vahou. To však obří dalekohledy značně prodražovalo – tlusté zrcadlo bylo těžké a vyžadovalo mnohem robustnější konstrukci montáže. Aktivní optika umožnila zrcadla ztenčit a tím výrazně odlehčit – tenké zrcadlo sice má snahu se deformovat, ale odchylky jsou automatickou zaznamenány a vykompenzovány tlakem na zrcadlo ve správných místech. Zrcadlo je totiž podepíráno mnoha aktivními body, které jsou řízeny počítačem. Aktivní optika tedy zajišťuje pouze optickou bezvadnost zrcadla, nestará se o korekci vlivu atmosféry!

Adaptivní optika naproti tomu s hlavním zrcadlem nic neprovádí. Dosahuje se jí pomocí poměrně malého tenkého zrcadla, zařazeného do optického systému dalekohledu, které se cíleně deformuje pomocí aktivních podpěrných bodů, podobných jako u aktivní optiky. Tyto aktivní body fungují na piezoelektrickém principu (mechanická deformace krystalu

způsobená elektrickým polem). Například adaptivní optika na desetimetrovém dalekohledu Keck II se realizuje pomocí zrcadla o průměru pouhých 15 cm, které je deformováno systémem 349ti aktivních bodů, rozmístěných ve formě mřížky, přičemž vzdálenost sousedních bodů je 7 mm.

Funguje to tak, že speciálním čidlem je snímán obraz nějaké referenční hvězdy, blízké pozorovanému objektu, čidlo zaznamenává jeho aberace způsobené atmosférou (nejen posuny do stran, ale také deformace vyšších řádů) a ono malé zrcadlo zařazené o něco dále je deformováno tak, aby tyto aberace co nejlépe vykompenzovalo. To vše se opakuje zhruba 1000-krát za sekundu. Na konci optického systému pak v ideálním případě dostaneme obraz zcela neporušený průchodem atmosférou, jehož rozlišení je omezeno jen difrakčním limitem dalekohledu (ten nelze nijak obejít). Jinými slovy, do jinak bezvadné optiky dalekohledu vnášíme tímto malým zrcadlem optické vady přesně opačné, než ty způsobené atmosférou, a tak je vyrušíme.

V praxi se ovšem nic ideálního nevyskytuje. Za prvé, tenhle postup funguje jen ve velmi malém zorném poli – adaptivní optika dokáže ve viditelném světle správně korigovat obraz jen v oblasti o velikosti úhlových vteřin! Je to tím, že paprsky z různých částí zorného pole prolétají různými oblastmi atmosféry, a podléhají tedy různým aberacím, které není možno kompenzovat současně. V infračervené oblasti je korigovatelná oblast větší (IR světlo je méně ovlivňováno turbulencemi), proto většina AO systémů pracuje v infračerveném oboru.

Dalším problémem je to, že musíme v této nepatrné oblasti najít dostatečně jasnou referenční hvězdu, což se podaří málokdy. Tento problém se řeší tak, že se taková „hvězda“ vytvoří uměle, obvykle pomocí laseru vyladěného tak, aby svítil na vlnové délce známé žluté čáry sodíku. Posvítíme-li takovým laserem vzhůru do atmosféry, bude jeho světlo pohlceno poměrně tenkou vrstvou sodíkových atomů ve výšce kolem 90 km a část jej bude vyzářena zpět, čímž nám vznikne umělá žlutá hvězda asi 10 mag. Výhodou je, že si ji můžeme umístit přesně tam, kam chceme. Oproti „přírodním“ hvězdám má však i jisté nevýhody a zcela se bez nich neobejdeme. (Zajímavostí je, že zmíněná sodíková vrstva se pravděpodobně vytváří z meteoroidů pronikajících do zemské atmosféry.)

První civilní dalekohledy byly vybaveny adaptivní optikou počátkem 90. let 20. století. V budoucnu se už žádný velký dalekohled bez adaptivní (ani aktivní) optiky neobejde. Je také nutná pro konstrukci velkých interferometrů, jako jsou ty plánované u soustav VLT a Keck, neboť umožňuje zachovat koherenci světla, porušenou průchodem atmosférou (jen koherentní světlo interferuje). Ve vývoji jsou také systémy adaptivní optiky používající více referenčních hvězd a deformovatelných zrcadel s cílem rozšířit zorné pole v IR oboru na několik úhlových minut a umožnit efektivní použití AO ve viditelné oblasti. Adaptivní optice tedy rozhodně patří budoucnost.

– Lukáš Král –

Maierův zákon: Jestliže fakta nesouhlasí s teorií, je třeba se jich zbavit.

Setkání členů APO na HaP Johanna Palisy v Ostravě

Už v pátek odpoledne se postupně sjížděli první Apači. Po prezentaci trávili večer kuloárovými diskusemi – tedy formou rozhovorů mezi lidmi, kteří se po více či méně dlouhé době opět viděli. Postupně se však – zmožení cestou – přesunuli do budovy v rohu pozemku hvězdárny, zvané Okál. Člověk by ani nevěřil, že domeček, který zvenčí vypadá tak malý, je ve skutečnosti docela prostorný.

Po snídani odstartoval seminář APO úvodním slovem náčelník všech Apačů Marek Kolasa. Následovala prohlídka budovy HaP (nazývané familiárně Hapina), zvláště pak představení přístrojového vybavení obou hvězdárenských kopulí v humorném podání Marka Kolasy a Martina Viláška. Kromě parametrů dalekohledů a informací ohledně pravidelných pozorování pro veřejnost nám řekli také něco o tom, jaká odborná pozorování na hvězdárně probíhají, zejména sledování proměnných hvězd CCD kamerami v rámci projektu Eridanus.

Snad každá hvězdárna má své objekty, které se ukazují dalekohledem školním výpravám v době zatažené oblohy. Přerod od komunistické rudé hvězdy z vrcholku Ostravské radnice k poněkud kapitalističtějšímu místu komentoval Marek Kolasa slovy „Teď jsme se trochu zmodernizovali, takže se koukáme na benzínovou pumpu.“ (Že by skrytá reklama?). Byla zmíněna i trocha historie ohledně báňské měřičské základny a také funkce staveb, jenž se v okolí HaP nacházejí (zčásti používané k seismologickým měřením), včetně vysoké věže – pylonu.

První přednášku si pro nás připravil Viktor Votruba. Začala velmi slibnou přehlídkou obrázků planetárních mlhovin rozmanitých tvarů i Krabí mlhoviny jako pozůstatku po výbuchu supernovy. Po tomto úvodu (a po nalezení zlovlně ukrytého mikrofonu) přišly na řadu pokusy simulující procesy, které se uplatňují právě při vzniku mlhovin. Se šikovným asistentem Alešem Dvořáčkem nám ukázali, jak se chová kapka inkoustu v mírně roztočené vodě, nebo tvorbu vírových útvarů v misce s vodou a krupicí (podobné útvary nalezneme v oblačnosti Jupiteru). Nakonec si Viktor pohráł s cigaretovým kouřem. Na nekuřáka mu šly kroužky z dýmu velmi dobře (co by člověk neudělal pro vědu :)). Ve druhé části nás pak krátce seznámil s teoriemi, které popisují předvedené jevy, a nabídl několik simulací zmíněných jevů na počítači.

Jelikož se nekonala původně zamýšlená přednáška, měli Apači delší pauzu na oběd. Kdo chtěl, mohl navštívit pořad v planetáriu. Seminář pak pokračoval přednáškou Pavla Gabzdyla – Sopky z vesmíru. Na začátku jsme se dozvěděli, jaký je rozdíl mezi kyselým a bazickým vulkanismem a jaký je vliv deskové tektoniky Země na její vulkanismus. Na množství pěkných obrázků jsme mohli vidět projevy sopečné činnosti nejprve na Měsíci (např. lunární dómy), pak na Marsu (Olympus Mons, notoricky známý největší vulkán ve Sluneční soustavě), Venuši, kde rozmanité vulkanické útvary pokrývají až 2/3 povrchu planety. Na Jupiterově měsíci Io bychom sice také našli vulkanickou činnost, ale ta má odlišnou příčinu od předchozích případů. V posledních snímcích jsme se vrátili opět na Zemi a měli možnost prohlédnout si galerii sopek známých z historie či současnosti svými ničivými výbuchy. Jen namátkou – Vesuv, Tambora, Krakatau, Etna, Stromboli, Pinatubo, St. Helens nebo sopky na Havajských ostrovech.

Z velmi rozsáhlé přednášky Jirky Duška nazvané Tisíciletý odkaz čínských hvězdářů jsme se dověděli hodně zajímavostí o čínských astronomech a jejich pozorováních. Důležité jsou – i pro současnost – hlavně záznamy o hvězdách „hostech“, jak Číňané nazývali komety, ale i novy a supernovy. Dochovalo se také mnoho přesných záznamů slunečních zatmění a popisů meteorických dešťů a pádů meteoritů.

Dalším pořadem určeným zároveň i pro veřejnost byla produkce Borise Urbánka Hvězdy polského jazzového nebe. I přesto, že nakonec šlo o slovenské umělce (díky malému překlepu v programu :)), se jednalo o opravdu zajímavé skladby, po kterých lidé určitě odcházeli plni dojmů.

Pro ty, kteří se chtěli přiučit, jak se zpracovávají CCD snímky v programu Iris, uspořádal Tomáš Hynek malou přednášku navíc. Kromě postupu zpracování u deep-sky objektů jsme vyslechli i spoustu užitečných rad co se týče zpracování snímků planet a komet.

Po přestávce na večeri následovala valná hromada APO – v trochu (více) volnějším duchu, takže Marek Kolasa musel krátce po zahájení porady se slovy „Marianko, Marianko, Viktoro, Viktoro, odevzdejte mi paličku!“ odebrat zmíněným paličku ke gongu, která se v jejich rukách měnila v dosti nebezpečnou zbraň. Po uklidnění zasedajících se řešily organizační záležitosti. Zatímco při prezentaci nových internetových stránek APO nedošlo k žádným problémům, Jirkovi Duškovi k jeho zlosti a k pobavení ostatních ne a ne naběhnout stránky jeho Deníku, kterým se chtěl blýsknout. Zbytek večera se odehrával ve formě obvyklých kuloárových diskusí.

V neděli ráno proběhlo představení funkcí přístroje planetária a nato předpremiéra nového pořadu Jiřího Holuši o tom, jak lidé pojmenovávali oblohu.

Musíte uznat, že můžeme být rádi, že se z tradice udržely názvy pocházející z dávných dob a nové návrhy na změny pojmenování hvězd a souhvězdí podle panovníků a vlivných osobností v různých dobách se vesměs neudržely (jak by se vám asi líbila hvězda Adolfa Hitlera?). V malé technické pauze před začátkem pořadu zaperlili v „Minutě poezie a pseudopísniček“ Jirka Dušek, Marek Kolasa, Martin Folta, Petr Scheirich a Pavel Karas (kdo neslyšel, nepochopí :)).

V průběhu semináře si mohli Apači prohlédnout výstavu Hrátky ve světě iluzí, která byla předtím umístěna na HaP v Brně.

Seminář APO se tímto dostal ke konci. Ptáte se, jaké bylo počasí? Žádná změna, zase celý víkend zataženo, jak už to na setkáních APO bývá. Teď jen zbývá rozloučit se a vydat se zablácenou cestičkou směrem na autobusovou MHD zastávku a zamířit k domovu.

– *Hana Kučáková a Dominik Ramík* –

Peerův zákon: Vyřešení problému změní jeho podstatu

Youngův zákon: Za každý velký objev můžeme poděkovat nějakému omylu.

Wyszowského zákon: Neexistuje takový pokus, který by se dal zreprodukovat.

Meskimenův zákon: Nikdy není čas udělat to pořádně, ale vždycky je čas udělat to znovu.

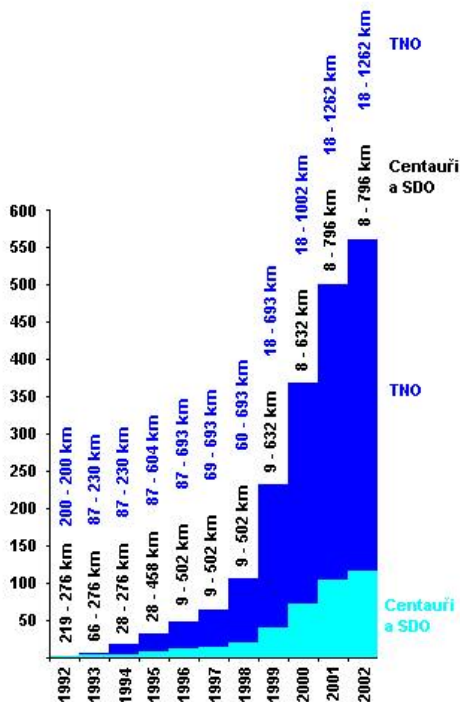
Drobky ve vzdálených končinách – díl druhý

První objev a následující desetiletí

Na přelomu října a září 1992 se neúnavné duo hledačů transneptunických objektů David Jewitt a Jane Luu konečně dočkalo. Na snímcích pořízených v noci 30. a 31. 8 a 1. 9. pomocí 2,2-metrového dalekohledu Havajské University objevili objekt asi 23 magnitudy – dostal označení 1992 QB₁ – s pomalým retrográdním (tedy pohybující se zdánlivě opačným směrem, než obíhají planety – v blízkosti opozice se takto jeví pohyb všech těles za dráhou Země) pohybem, který mohl odpovídat kruhové dráze ve vzdálenosti 37 až 59 AU – tedy prokazatelně za Neptunem. Než však mohlo být definitivně prokázáno, že se jedná o těleso z Kuiperova pásu, musela být uskutečněna ještě další astrometrická měření s dostatečným časovým odstupem. Samotná pozorování z těchto tří nocí totiž nevyklučovala ani parabolickou dráhu v blízkosti Země – mohlo tak jít o slaboučkou kometu. Něco ale naznačovala i *červená* barva objektu. O objektech Kuiperova pásu se dnes často říká, že (některé) mají výrazně červenou barvu. To je ale pouze astronomická hantýrka, která znamená, že ve fotometrickém filtru R (red) má objekt větší jasnost než

ve filtru V (visual). Kdybychom se na takové těleso mohli podívat pouhým okem, určitě by nám nepřipadalo červené, ale spíše docela obyčejně černé. Právě jeho velmi tmavá barva způsobuje, že objekt září více v tepelném – infračerveném – oboru a tudíž je v červené oblasti jasnější než ve vizuální. Červenou barvu povrchu může způsobit vysoký obsah organických látek – jak tyto sloučeniny na povrchu vznikají, si řekneme v některých z dalších částí seriálu.

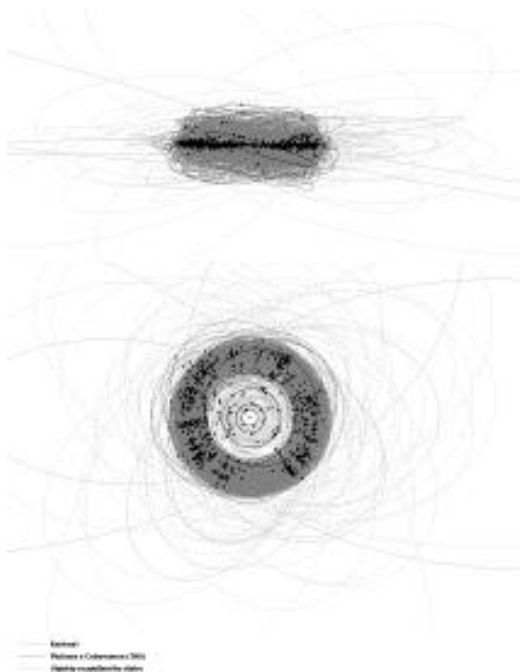
Toto první těleso dostalo později jméno *Cubewano*, podle výslovnosti jeho označení QB₁ (*kjú bí uan*).



Celkový počet známých transneptunických objektů (TNO), Centaurů a objektů rozptýleného disku (SDO) v jednotlivých letech. Nad grafem jsou i orientační rozměry největších a nejmenších známých těles.

Na objev dalších objektů si astronomové museli počkat více než rok. Stalo se tak 16. a 17. září 1993, tělesa dostala označení 1993 SB, 1993 SC a objevil je tým vedený I. Williamsem na observatoři na Kanárských ostrovech (druhé místo tedy patří Evropanům, nicméně dnes co do počtu objevených transneptunických těles bezkonkurenčně vedou Američané).

K datu 27. 6. 2002 bylo známo již celkem 560 těles Kuiperova pásu a 117 Kentaurů a objektů rozptýleného disku. Více k tomu řekne obrázek a komentář k němu.



Boční a severní pohled na vnější oblasti Sluneční soustavy, který znázorňuje dráhy a polohy Jupiteru až Pluta, Kentaurů, objektů rozptýleného disku a Kuiperova pásu (Plutinos a Cubewanos). Stav odpovídá 8. 7. 2002.

vlivem blízkých setkání s velkými planetami nebo díky jejich dlouhodobému gravitačnímu působení. Název této skupiny není samoučelný – Kentaur, napůl člověk a napůl kůň, má symbolizovat přechodné stadium mezi planetkou a kometou, některá tělesa z této skupiny totiž skutečně jeví známky kometární aktivity, především v blízkosti perihelu své dráhy.

Objekty rozptýleného disku vznikají podobně jako Kentauri (nebo lze říci, že jsou jejich předstupněm), ale jejich dráhy sahají do větších vzdáleností. Perihelia sice leží v oblasti velkých planet, ale největší afelia zatím známých těles jsou až 400 AU.

Čeho si lze na obrázku všimnout? V první řadě je ihned patrné, že objekty se kupí ve velmi úzkém pásu v blízkosti roviny ekliptiky. Je to jeden z mnoha tzv. výběrových efektů, za který může způsob, jímž jsou tělesa vyhledávána. Většina prohlídek se totiž soustřeďuje právě do oblastí kolem ekliptiky, kde se předpokládá (zcela odůvodněně) nejvyšší hustota pásu a tudíž i největší pravděpodobnost objevu tělesa. Sklony některých drah ale dosahují až 30 stupňů, takže skutečná šířka disku je větší, než pozorujeme. Mimochodem právě sklon dráhy je jedním z nejpřesněji a nejsnáze stanovených elementů dráhy u všech transneptunických těles. Stačí k němu obvykle jen pár pozorování z jedné či více nocí.

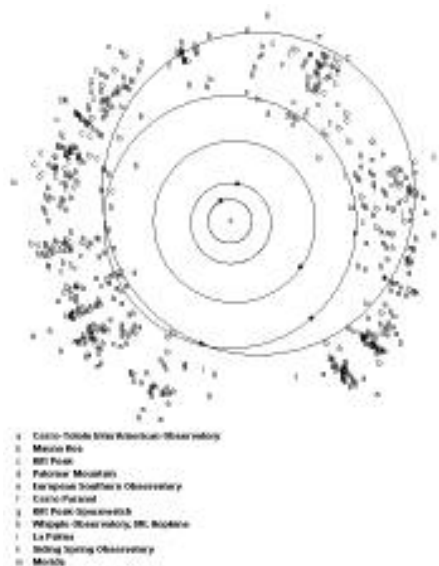
Vedle vlastního Kuiperova pásu existují ve vnějších oblastech Sluneční soustavy další dvě již několikrát zmiňované dynamické skupiny – Kentauri a objekty rozptýleného disku (Scattered Disc Objects – SDOs). Kentauri jsou tělesa obíhající mezi drahami Neptunu a Jupitera, kam se dostali

Při pohledu na Kuiperův pás ze severní strany ekliptiky zaujme na první pohled jeho značně nepravidelná paprskovitá struktura. I toto je artefakt různých metod jejich hledání. Lze je obecně rozdělit na dva typy – tzv. **wide field survey** a **pencil-beam survey**.

Wide field prohlídky jsou zaměřeny na prohledání co možná největší oblasti ekliptiky, používají se k nim spíše menší dalekohledy a kratší integrační doby (pod 300 s). Mezi nejvýkonnější v této metodě patří prohlídky s pomocí těchto dalekohledů: Cerro-Tololo InterAmerican Observatory 1,5 m telescope, University of Hawaii 2,2 m telescope, Canada-France-Hawaii 3,6 m telescope (poslední dva stojí na vrcholu sopky Mauna Kea), 2,5 m Isaac Newton Telescope (La Palma, Kanárské ostrovy), 4 m Mayall Telescope v Kitt Peaku.

Pencil-beam prohlídky pátrají v úzké oblasti (ve „svazku o velikosti tužky“) a jejich cílem je nalézt co možná nejslabší objekty s využitím obřích dalekohledů (např. Keckovy dalekohledy na Havaji nebo 8,2 m VLT v Chile) a dlouhých expozičních dob. Právě objekty z těchto prohlídek vytvářejí „paprsky“ v rozložení známých těles, protože všechny leží v malém výseku oblohy. Za krátkou dobu několika let od objevu do současnosti se ani nestihnou na své dráze posunout tak, aby to bylo výrazně zřetelné.

Důležitý rozdíl mezi těmito dvěma přístupy je problém s follow-up astrometrií u pencil-beam prohlídek. Po objevu tělesa je nutné pořídit další snímky s časovým odstupem pro určení poloh potřebných k výpočtu dostatečně přesných parametrů dráhy. Jinak by byl objekt velmi brzo ztracen. Zatímco vlastní dalekohledy určené k prohlídce používají mozaiku velkých kamer, např. osm či dvanáct kamer s rozlišením 2048×4096 pixelů v ohniskové rovině dalekohledu, které jim umožňují snímkovat naráz velkou část oblohy, pro follow-up pozorování postačuje obvykle menší dalekohled i menší kamera. Přestože expoziční časy musí být delší, celkový pozorovací čas je mnohem kratší než u prohlídek, neboť pozorovatelé již vědí, kde objekt hledat. Objekty nalezené pomocí pencil-beam prohlídek jsou ale někdy tak slabé, že pro jejich následná pozorování malé dalekohledy nestačí. Takže follow-up astrometrie je buď zcela nemožná, nebo je třeba žádat o další drahý čas na obřích teleskopech.



Zdánlivá „struktura“ Kuiperova pásu, vytvořená různými prohlídkami, vynikne ještě lépe, pokud objekty zobrazíme v okamžicích jejich objevů a rozlišené podle observatoří.

Některá místa v Kuiperově pásu na obrázku jsou navíc prakticky prázdná. To jsou oblasti, kde ekliptiku protíná Mléčná dráha (na obrázku nahoře a dole) a v těch se vůbec nehledá.

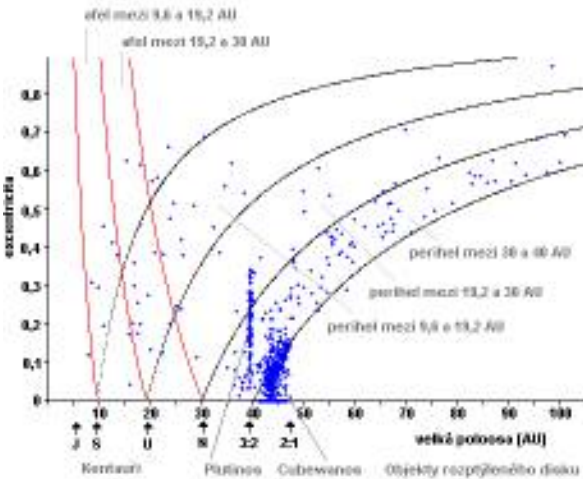
Na pozadí nesmírného množství slabých hvězd by se to podobalo hledání jehly v kupce sena, bylo by to úsilí vynaložené zbytečně.

Poslední věcí, která bije do očí hned na první pohled, je fakt, že Kuiperův pás jakoby náhle končí ve vzdálenosti 50 AU od Slunce. Vysvětlení se pokusíme nalézt v další části seriálu.

Dynamické skupiny ve vnějších oblastech Sluneční soustavy

Zastavme se ještě předtím, a objasněme si některé pojmy, které se již výše objevily. Za drahou Jupitera, vedle komet typu Schwassmann-Wachmann 1, které obíhají v blízkosti jeho dráhy, dělíme nově objevená tělesa do těchto kategorií:

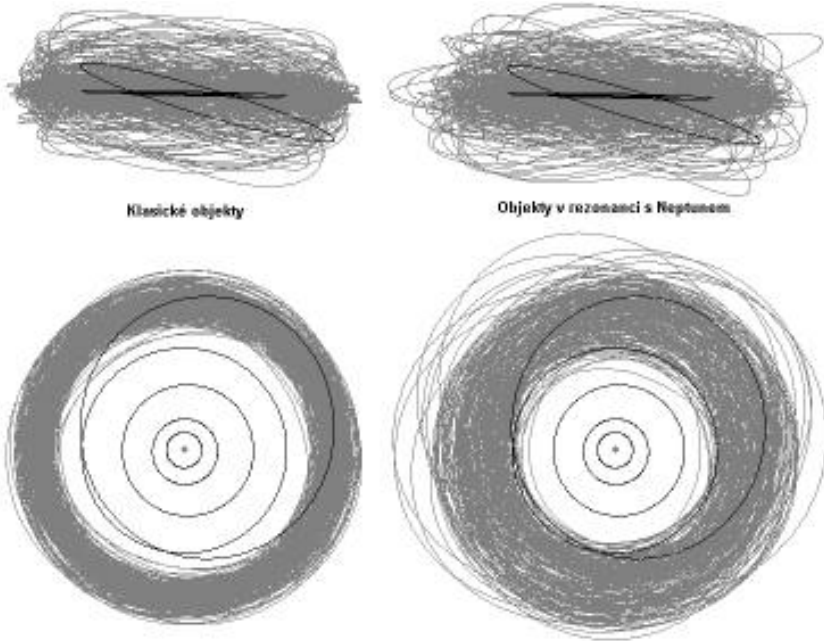
- Kentauri.
- Objekty Kuiperova pásu (Kuiper Belt Objects – KBOs), které se dělí na tzv. klasické objekty Kuiperova pásu (CKBOs), neboli Cubewanos – podle svého typického představitele – a tělesa v orbitální rezonanci s Neptunem. Z rezonančních tvoří největší část tzv. Plutinos (Pluto je jejich největším členem), které jsou v rezonanci 3:2.
- Objekty rozptýleného disku (Scattered Disc Objects – SDOs).



Různé skupiny těles ve vnějších oblastech Sluneční soustavy dobře rozlišíme při grafickém znázornění jejich dráhových parametrů. Na vodorovné ose je velikost poloosa dráhy (a) a na svislé excentricita (e). Jednotlivé body odpovídají zvláštním objektům včetně objektů rozptýleného disku s velkými poloosami dráhy chybí. Šipky na dolní straně vyznačují poloosu dráhy Jupitera a Neptunu a rovněž objekty ve 3:2 a 2:1 orbitální rezonanci s Neptunem. Graf je rozdělen do různých oblastí podle vzdálenosti v perihelium $q = a(1-e)$ a afelu $Q = a(1+e)$.

Kentauri jsou tělesa, která obíhají v oblasti velkých planet, tedy mezi drahou Jupiteru a Neptunu. Svůj název si vysloužili tím, že některé z nich jeví známky kometární aktivity, jedná se tedy o přechodné stadium mezi planetkou a kometou. Tato tělesa se na své dráhy dostávají gravitačním vlivem planet – nejprve Neptuna a později i ostatních vnějších planet. Nejde jen o přímá setkání, která jsou v tomto směru nejučinnější, ale i dlouhodobé vzdálené gravitační působení může při vhodných kombinacích elementů dráhy tělesa a rušící planety jejich dráhy měnit. Při těchto změnách zůstává zachována velká poloosa dráhy, ale excentricita se mění (v časové škále desetitisíců až statisíců

let), čímž se těleso dostává v perihelium blíže a blíže ke Slunci, až jeho dráha protne dráhu některé z planet a velmi brzy dojde k těsnému setkání.



Porovnání drah klasických objektů Kuiperova pásu a objektů v orbitální rezonanci s Neptunem. Rezonantní objekty mají větší sklon i výstřednosti drah a mnohé z nich protínají dráhu Neptunu.

Kentaury, na rozdíl od transneptunických těles, je poměrně složité objevit a vyžaduje to větší nároky na dalekohledy. A to i přesto, že jsou blíže a tudíž by měly být jasnější. Jenže právě díky blízkosti a rovněž kvůli výstředným drahám je jejich úhlový pohyb na obloze podstatně větší. Typické objekty Kuiperova pásu mají úhlový pohyb asi 3 vteřiny za hodinu. To umožňuje snímkovat oblohu s poměrně dlouhými expozičními časy, aniž by se na snímku objekt výrazně posunul (běžná praxe je ta, že expoziční čas by neměl překročit dobu, za kterou se těleso posune více, než o kolik ho rozmaže přirozený seeing – chvění atmosféry, což pro tělesa z Kuiperova pásu a velmi kvalitní pozorovací podmínky dává asi 600 s). Naproti tomu Kentaury se mohou pohybovat i rychlostmi až $20''$ za hodinu. Během delších expozičních se proto na snímcích „rozmažou“ svým vlastním pohybem a stávají se tak efektivně mnohem slabšími. Jinak řečeno, dlouhé expoziční u těchto těles nemají význam a magnitudový dosah se jimi nezvyšuje.

Podobným mechanismem jako Kentaury se na své dráhy dostávají i objekty rozptýleného disku. Od Kentaurů se liší tím, že jsou naopak vyvrženy na dráhy zasahující daleko za oblast Kuiperova pásu (rekordmanem je těleso 2000 OO₆₇, jehož afélium je ve vzdálenosti 1099 AU od Slunce). Jejich perihely ale leží v Kuiperově pásu nebo mezi velkými planetami

(alespoň u těch známých, většina SDOs byla objevena v blízkosti svých perihelů, protože do větších vzdáleností zatím „nedohlédneme“). Objekty rozptýleného disku a Kentaurů tak tvoří dvě původem velice podobné skupiny a navzájem se „míchají“ – z Kentaurů se mohou stát SDOs, jestliže dojde k jejich těsnému přiblížení k nějaké z planet.

Klasické objekty Kuiperova pásu obíhají za Neptunem po drahách ne příliš odlišných od kruhových. Jejich velké poloosy mají hodnoty přibližně od 40 do 46 AU a perihelia leží minimálně 2 AU za drahou Neptunu.

Naproti tomu tělesa v rezonanci mají dráhy výstřednější a mnohé z nich se dostávají blíže Slunci než Neptun. Orbitální rezonance 3:2 znamená, že během tří oběhů Neptunu oběhne těleso okolo Slunce dvakrát. Jejich velké poloosy mají hodnoty přibližně 39,4 AU. Vedle rezonance 3:2 jsou ještě poměrně významné rezonance 2:1 (a ~ 47,8 AU) a 4:3 (a ~ 36,4 AU), ačkoli co do počtu známých těles jsou obsazeny mnohem méně.

– Petr Scheirich –

Kto objavil ďalekohľad?

Úvod

Objav ďalekohľadu bezpochyby znamenal pre astronómiu to, čo objav kolesa pre civilizáciu a zvládnutie ohňa pre prehistorického človeka. Jeho história je ale zahalená mnohými mýtmi, nedá sa presne povedať, kto bol prvým človekom pozerajúcim sa skrz „približovací“ prístroj. Nasledujúce informácie sú čerpané prevažne z webovej stránky <http://www.lhup.edu/~dsimanek/scihist.htm>. Akokoľvek, všetky informácie treba brať s rezervou a vedomím, že pravda môže byť niekde inde. Večným prepisovaním informácií a podávaním populárnou formou sa tieto strácajú a najlepší spôsob, ako sa dopátrať pravdy, je štúdium historických dokumentov.

Galileov ďalekohľad

V roku 1590 holandský optik Zacharias Janssen z Middleburgu vložil rozptylku a spojku na opačné konce tubusu. Takto zhotovený ďalekohľad použil na zväčšenie malých blízkych objektov (ako mikroskop). Ak zmeníme vzdialenosť šošoviek, takto zhotovený prístroj môže byť použitý ako Galileiho ďalekohľad. Je pravdepodobné, že prvý skutočne použiteľný ďalekohľad zhotovil niekedy medzi rokmi 1604 až 1608.

V literatúre možno nájsť tiež iný príbeh. Janssenov syn náhodne objavil kombináciu šošoviek keď sa raz pozrel skrz ne a zistil, že človek z miestnej honorácie, zapríisahaly abstinenciu, si práve tajne uhol z fľaše v uličke tak, aby ho nikto nevidel. Zistil takto, že cez ďalekohľad možno vidieť veci, ktoré normálnym okom vidieť nie sú. Janssen potom v roku 1609 predviedol ďalekohľad grófovi Mauriceovi z Nassau, ktorý rozhodol o utajení tohto vynálezu. Domnieval sa, že ďalekohľad mu môže byť veľmi prospešný v jeho vojnách.

Existuje aj názor, že Janssen bol optik a peňažokazec španielskych mincí. Janssenov syn podvodne prehlasoval o svojom otcovi, že vynášiel ďalekohľad ako prvý.

Za objaviteľa ďalekohľadu je najčastejšie považovaný výrobca okuliarov Johannes Lippershey (tiež Lippersheim) (? – 1619), tiež z Middleburgu. Vraj ho jeho pomocník raz upozornil, že dve šošovky môžu byť použité na priblíženie vzdialených predmetov. Iný zdroj tvrdí, že mu to povedali dve deti, ktoré sa v jeho obchode hrali so šošovkami. Deti videli, že keď ich dajú za seba správne ďaleko, na blízkom kostole uvidia detaily nádherne veľké. Ak nie je priamo objavielom, je skoro určite prvým človekom, ktorý s nimi obchodoval.

Lippershey vyrobil tubus so šošovkami a pokúsil sa ho predat' holandskej vláde, ktorá sa ho z vojenských dôvodov snažila zatajiť.

Viaceré zdroje tvrdia, že ďalekohľad si chcel dať patentovať 2. októbra 1608. Bolo mu doporučené, aby pozmenil konštrukciu prístroja a umožnil pozorovateľovi pozerat' sa skrz neho pohodlne dvoma očami. To urobil ešte ten rok. Patent síce neobdržal (Vraj pre svoju jednoduchosť, dve šošovky môže za seba uložiť ktokoľvek. Iné zdroje uvádzajú ako dôvod to, že o patent sa hlásilo príliš veľa ľudí.), ale holandská vláda mu zaplatila 900 guldenov za prístroj a rovnakú sumu za ďalšie dva binokuláre, dokončené v roku 1609. Na tejto informácii je pozoruhodné to, že Lippershey by objavil binar. . . Viete kto vlastne objavil binar?

Patent rovnako žiadal aj Jakob Métius z Alkmaaru. Ich ďalekohľady zväčšovali asi štyrikrát. Nejednalo sa teda o žiadne prevratné prístroje, podobali sa skôr dnešným divadelným kukátkam.

Galileiho rodák, Giambattista della Porta (1534? – 1615) tvrdil, že vynálezcom ďalekohľadu je on a pracoval na knihe, ktorá mala toto dokázat' až do svojej smrti. Vo svojej knihe *Magia Naturalis* vydané v roku 1589 píše: „Ak viete, ako presne skombinovať (šošovky), môžete vidieť blízke aj vzdialené objekty väčšie ako sa v skutočnosti javia.“ Z roku 1609 pochádza jeho nejasný nákres ďalekohľadu.

Ešte pred ním mal zhotoviť v roku 1551 ďalekohľad angličan Robert Recorde.

Fáma o zázračných holandských „približujúcich sklách“ sa rozniesla po Európe veľmi rýchlo. V apríli 1609 sa predávali v Paríži a v auguste bolo niekoľko prístrojov aj v Taliansku a koncom roka sa už vyrábali aj v Londýne. Správa o „približujúcich“ sklách sa doniesla aj ku Galileimu. Keď už raz vedel, že dačo také je možné, nebolo ťažké skonštruovať ho a použiť k revolučným objavom v astronómii. Prvý zostrojil buď v júni alebo júli 1609 a zväčšoval trojnásobne. V auguste už vlastnil ďalekohľad zväčšujúci osemkrát a v októbri dvadsaťkrát. Týmto ďalekohľadom objavil krátery na Mesiaci, štyri jupiterove mesiace a rozpoznal, že Mliečna dráha sa skladá z množstva hviezd. 7. januára 1610 spozoroval, že vedľa Jupitera sa na jednej priamke nachádzajú tri hviezdy. Ďalší deň sa na Jupiter opäť pozrel a zistil, že Jupiter sa voči nim nepohol smerom na západ (vykonával v tom čase retrográdny pohyb) ako by mal v prípade hviezd, ale na východ. Začudoval sa tomu a k Jupiteru sa vracal znova a znova. 15. januára dospel k názoru, že hviezdy nie



Hans Lippershey
(1570-1619)

sú skutočné hviezdy, ale planéty obiehajúce okolo Jupitera. Svoje pozorovania zverejnil v knihe *Hviezdny posol (Nuncius Sidereus)* v marci 1610. V júli 1610 zisťuje, že Saturn nemá kruhový tvar, ale podobný elipse a domnieva sa, že okolo neho obiehajú dva mesiace tak blízko, že ich nedokáže rozlíšiť. Koncom roka objavuje fázy Venuše a na základe tohto objavu tvrdí, že Venuša obieha okolo Slnka. V júli 1611 nezávisle na Jonanovi Fabriciovi, Simonovi Máriovi a Krištofovi Scheinerovi objavuje slnečné škvrny a rotáciu Slnka.

Ďalekohľad majúci ako objektív spojku a ako okulár rozptylku je odvtedy známy ako „Galileiho“ ďalekohľad. Nemci ale stále používajú pre tento typ meno „holandský“, rovnako ako pre Keplerov ďalekohľad meno nemecký.

Ten months ago, nearly, a rumour came to our ears that an optical instrument had been elaborated by a Dutchman, by the aid of which visible objects, even though far distant from the eye of the observer, were distinctly seen as if near at hand; and some stories of this marvellous effect were bandied about, to which some gave credence and which others denied. The same was confirmed to me a few days after by a letter sent from Paris by the noble Frenchman Jacob Badovere, which at length was the reason that I applied myself entirely to seeking out the theory and discovering the means by which I might arrive at the invention of a similar instrument, an end which I attained a little later, from considerations of the theory of refraction; and I first prepared a tube of lead, in the ends of which I fitted two glass lenses, both plane on one side, one being spherically convex, the other concave, on the other side.

Asi pred desiatimi mesiacmi, zvest' doľahla k mojím ušiam že optický prístroj bol vyrobený Holanďanom, s ktorého pomocou viditeľné objekty, aj tie vzdialené ľudskému oku, boli jasne videné ako by boli na dosah ruky; a niektoré príbehy tohto zázračného efektu sa rozprávali a niektoré boli pravdivé a iné sa vyvrátili. To isté sa potvrdilo mne pár dní po tom, čo som dostal list z Paríža od vznešeného Francúza Jakuba Badovereho, ktorý bol nakoniec dôvodom, že som aj ja som vypátral teóriu a objav spôsobu, ktorým možno zostrojil podobný prístroj, koniec ktorého som dosiahol neskôr za použitia teórie refrakcie; najskôr som zhotovil tubus z olova, na konci ktorého som pripevnil dve sklenené šošovky, obe rovné na jednej strane, jednu z nich konkávnou a druhú konvexnú na opačnej strane.

Nuncius Sidereus – úvodná pasáž, Benátky 1610

Je veľmi pravdepodobné, že niekto už pred spomenutými menami spojil dve šošovky podobným spôsobom. Okuliare boli západnej Európe známe už pred Galileim, od konca trinásteho storočia. Napríklad sa tvrdí, že Roger Bacon (1220 – 1292), použil okuliare pri pozorovaní oblohy. Píše, že požitím okuliarov „Slnko, Mesiac a hviezdy zostupia svojím zjavom bližšie ... čomu neinformovaní ľudia odmietajú veriť.“ V tých časoch výroba ďalekohľadu bola nesporne problematická. Autor tohto objavu by takmer určite skončil na hranici.

Okuliare boli známe asi už v antike a v Číne. Seneca cituje Aristofana, ktorý ukazoval guľu plnú vody a jej zväčšovacie schopnosti. Sú isté náznaky toho, že arabskí moreplavci používali ďalekohľady oveľa skôr ako bol objavený.

Zásluha za objav ďalekohľadu by mala pripadnúť tomu, kto nielen položil za seba dve šošovky, ale umiestnil ich aj do tubusu pre pohodlnejšie použitie.

Keplerov ďalekohľad

Objav mikroskopu so spojnu šošovkou ako okularom je pripisovaný Franciskovi Fontanovi z Naples. Kepler v roku 1611 vo svojej knihe *Dioptrica* navrhol, aby sa v ďalekohľade použili dve konvexné spojné šošovky. Ale ako už bolo uvedené vyššie, Janssen tak mohol urobiť už skôr, ale domnieval sa, že prevrátený obraz robí tento ďalekohľad nevhodným na pozeranie sa. Prevrátený obraz je možno problémom pre poľovníka, nie však pre astronóma.

Newtonov ďalekohľad

Je možné, že prvý zrkadlový ďalekohľad sa podarilo zostrojiť už okolo roku 1570 Leonardovi a Thomasovi Diggsovi. Zložili prístroj, ktorý obsahoval spojku a zrkadlo. Žiadne iné podrobnosti nie sú známe.

Talianský mních Niccolo Zucchi (1586-1670) navrhol nahradiť šošovku – objektív zrkadlom v roku 1616. Zlý tvar zrkadla, spolu s nemožnosťou vidieť objekty bez ich tienenia hlavou prinútili Zucchiho vzdať sa myšlienky zostrojiť použiteľný ďalekohľad.

Francúzsky astronóm Marin Mersenne navrhol v roku 1630 ďalekohľad skladajúci sa z dvoch konkávných (dutých) zrkadiel. Menšie sekundárne zrkadlo malo odrážať svetlo skrz dieru v primárnom zrkadle (na spôsob dnešného Cassegraina). Od ďalšej práce na zrkadle ho však odradil René Descartes.

James Gregory, škótsky matematik, navrhol model zrkadlového ďalekohľadu v roku 1663 vo svojej knihe *Optica Promota*. Primárne zrkadlo malo byť parabolické a sekundárne eliptické. Pravdepodobne žiaden ďalekohľad ale nezostrojil, pretože výbrus sekundárneho eliptického zrkadla rozumnej optickej kvality bol proste nad možnosť vtedajšej techniky.

Newton načrtnol svoju predstavu zrkadlového ďalekohľadu po tom, čo sa dozvedel o predstavách Zucchiho a Gregoryho. Domnieval sa, že farebná chyba je u šošovkových ďalekohľadov neodstrániteľná, preto dal prednosť zrkadlám, ktoré žiadnu farebnú chybu nemajú. Prvé zrkadlo zostrojil niekedy medzi 1668 až 1672 (rôzne zdroje uvádzajú rôzne roky). Odľal päťcentimetrové zrkadlo z chirurgickej zliatiny (meď s prímiesou cínu) a vybrúsil ho do sférického tvaru. Umietnil ho na spodok tubusu a pridal rovné zrkadlo sklonené pod uhlom 45° voči tubusu, ktoré odklonilo prichádzajúce lúče do okulára mimo tubus. Potom



poslal svoj ďalekohľad do Londýna Kráľovskej Spoločnosti, kde spôsobil senzáciu. Bol to prvý spoľahlivo známy a fungujúci zrkadlový ďalekohľad. Nato s pokusmi skončil a nikto iný nedokázal vybrúsiť zrkadlo porovnateľnej kvality. Zrkadlové ďalekohľady sa naozaj začali používať až v tridsiatych rokoch osemnásteho storočia.

– Pavol Habuda –

Trpasličí tipy

na červen a červenec

Prestože ste pozorovateľské tipy na mesiac kväten čtli již v minulém čísle, neodpustím si veľmi krátce připomenout, cože se bude v květnu dít, abyste náhodou něco neopomněli.

Zapamatování hodná květnová data jsou tři. Už **sedmý den** v tomto měsíci se na spojnici Země-Slunce dostane planeta Merkur a budeme tak mezi 7:11 a 12:32 SELČ svědky **přechodu Merkuru přes sluneční disk**. Měsíc stínů pokračuje v pátek **16. května** ráno, neboť v 4:03 SELČ začne náš nejbližší vesmírný soused mizet ve stínu Země a budeme mít možnost pozorovat **úplné zatmění Měsíce**. Bohužel, už v 5:21, tedy jen chvíli po začátku úplné fáze zatmění, zmizí Měsíc definitivně za obzorem, neboť zapadne. A do třetice se nelekněte v neděli **31. května** ráno, pokud budete pozorovat východ Slunce. Kolem 4:58 SELČ se totiž nad obzor vyhoupne vykousnuté Slunce, neboť se přes něj bude pohybovat měsíční těleso. Budeme (snad) svědky **částečného slunečního zatmění**, které bude ve Skotsku a severním Atlantiku pozorovatelné jako prstencové. Maximální fáze zatmění nastává v 5:24 SELČ a tehdy bude v České republice zakryto kolem 84 % slunečního disku. Manželské spojení Slunce a Měsíce skončí v 8:30 SELČ, kdy nastává čtvrtý kontakt.

Tak to bylo krátké shrnutí, co nás čeká v květnu a nyní se již pojdme podívat, co nabídnou první dva letní měsíce. Budete-li si chtít užít planet naší Sluneční soustavy, máte tak trochu smůlu. Příležitost ke spatření nabízí pozdě v noci **Mars**, na večerní obloze **Jupiter**, koncem července se z ranního světla vyloupne **Saturn**. Planety **Uran** a **Neptun** zůstávají nad obzorem v druhé polovině noci.

Z pravidelných meteorických rojů lze vyjmenovat snad jedině **Piscis australidy**, které jsou aktivní od poloviny července do druhé dekády srpna s maximem 27. července. V maximu dosahují zenitové hodinové frekvence na hodnotu 6. Radiant u nás nevychází vysoko nad obzor (má deklinaci -28 stupňů), takže roj je pozorovateli velmi často opomíjen. Objev PsAds je připisován Alexanderu Herschelovi do roku 1865. Struktura proudu Piscis australid je podle vizuálních pozorování velmi složitá, roj se fakticky sestává z přinejmenším šesti velmi blízkých (a splývajících) rojů.

Dalšími aktivními roji jsou β -**cassiopeidy** s maximem 29. 7. s ZHR 8, **Jižní δ -aquaridy** (29. 7.; ZHR = 8) a několik dalších, ještě slabších rojů. Nesmíme zapomenout, že na přelomu druhé a třetí dekády v červenci začínají létat první **Perseidy**.

Překvapením mohou být **Bootidy** s maximem 28. června. V roce 1998 dosáhla ZHR hodnoty 100, což je srovnatelné s aktivními roji typu Kvadrantid nebo Perseid.

- **3. června** se ohnivá planeta Merkur ocitne v největší západní elongaci. Tehdy se bude nacházet více než 24 stupňů od středu slunečního disku. Bohužel, geometrické podmínky jsou velmi nepříznivé, planeta se po západu Slunce bude nacházet velmi nizoučko nad západním obzorem, takže bude fakticky nepozorovatelný.
- Tentýž den kolem 22. hodiny SEČ bude pozorovatelná konjunkce Měsíce a hvězdy β Gem – Pollux. Pollux najdeme 3,2 stupně severně.
- **10. června** projde opozicí planetka (12) Victoria. V té době se bude pohybovat souhvězdím Hadonoše a dosáhne jasnosti 8,8 magnitudy. 29. května projde planetka pouhých 16' od kulové hvězdokupy NGC 6356 (8,3 mag) a ve stejné vzdálenosti pak 13. června od η Ophiuchi (2,5 mag). 25. srpna se pak objeví ve vzdálenosti 4' od planetární mlhoviny NGC 6309 (10,8 mag).
- **20. června** „postihne“ opozice i planetku (8) Flora v na hvězdy bohatých oblastech Mléčné dráhy souhvězdí Střelce s jasností 9,2 mag. 28. května ji najdeme 25' jižně od otevřené hvězdokupy M 24, 3. června 6' severně od planetární mlhoviny NGC 6567 (11,7 mag), 19. června 30' jižně od otevřené hvězdokupy M 23, 27. června 30' severně od kulové hvězdokupy NGC 6440 (9,2 mag) a konečně 30. července 12' jihovýchodně od hvězdy ξ Oph (4,4 mag).
- O půlnoci z **10. na 11. července** bude z našeho území pozorovatelná konjunkce Měsíce a hvězdy α Sco, známé pod názvem Antares. Antares nalezneme 2,65 stupně jižně od Měsíce.
- **17. července** nastává zcela analogický úkaz s protipólem Antarese – s Aresem (Marssem). Tentokrát půjde o jev o mnoho těsnější, přesněji řečeno dojde k zákrytu Marsu Měsícem. Bohužel, úkaz nebude pozorovatelný z našeho území.

Letní měsíce přímo vybízejí k pozorování objektů hlubokého nebe. Myslím, že není třeba připomínat existenci objektů tohoto typu zejména v souhvězdích ležících v pásu Mléčné dráhy, jakým je například Střelec, Štít, Labuť a další. Galaktické centrum v souhvězdí Střelce nabízí i ke spatření třiedrem hezkou řádku velmi zajímavých objektů. Podívejte se například na mlhoviny **M 8 Laguna** nebo **M 20 Trifid**, kulové hvězdokupy **M 22**, **M 10** nebo **M 12**. Zavítejte i do souhvězdí Štíra na hvězdokupy s katalogovými čísly **M 4**, **M 6** nebo **M 7**.

Nemá smysl vypisovat další katalogová čísla. Stačí si vzít dalekohled a atlas hvězdné oblohy. V něm si už určitě najdete spoustu cílů sami. A přitom vám přeji jasnou a tmavou oblohu a taky trochu toho pozorovatelského štěstí.

– Michal Švanda –

Hoarého zákon o velkých problémech: V každém velkém problému je skrytý jeden malý problémek, který se oší silou tlačí na povrchu.

Fettův laboratorní zákon: Nikdy se nepokoušej zopakovat již jednou úspěšný pokus!

Harvardský zákon: Při nejpřísněji kontrolovaných tlakových, teplotních, objemových, vlhkostních a podobných podmínkách se pozorovaný živý organismus chová tak, jak se mu právě chce.

Zajímavá pozorování

Na přelomu jara a léta naleznete kolem půlnoci vysoko na jihem souhvězdí *Severní koruny*. Podle dávných pověstí mělo jít o korunku princezny Ariadny, které tuto čelenku daroval sám bůh vína a veselí Dionýsos. Aby ji po Ariadnině smrti nemohla již žádná žena nosit, Dionýsos ji vyhodil na oblohu.

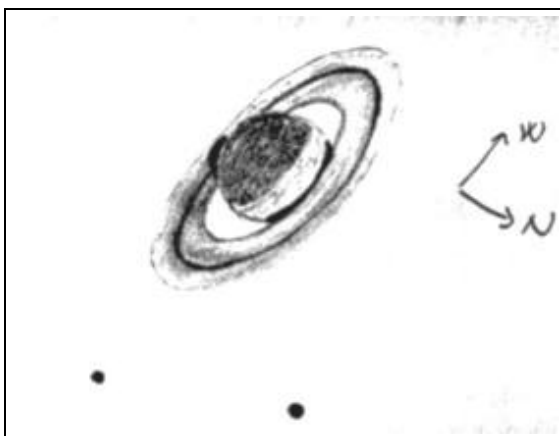
Zhruba ve středu korunky nalezneme proměnnou hvězdu *R CrB*, která patří k nejzajímavějším hvězdám oblohy vůbec. Jde o jednu z uhlíkových hvězd, tedy hvězd, které se čas od času zahalí vyvrženou látkou bohatou na uhlík; tehdy její jasnost klesá z obvyklých šesti magnitud až na dvanáct až čtrnáct. Oblak se zformuje poblíž fotosféry, zkondenzuje a zastíní svít hvězdy. Rychle se od hvězdy vzdaluje a rozpadá se, čímž se ustanovuje původní stav. Z modelů vyplývá, že u hmotnějších hvězd může stádium uhlíkové hvězdy trvat maximálně několik tisíc let, což je z astronomického hlediska okamžik. Její světelná křivka se může poměrně rychle měnit a tak vlastně máme jedinečnou příležitost sledovat hvězdný vývoj přímo. Spektroskopická pozorování naznačují, že hvězdy typu *R CrB* (je jich v současnosti známo necelých třicet) jsou nadobří spektrálních typů *F* nebo *G*. Ve spektru těchto hvězd můžeme nalézt výrazné pásy molekul C_2 a CN a spoustu čar neutrálního uhlíku.

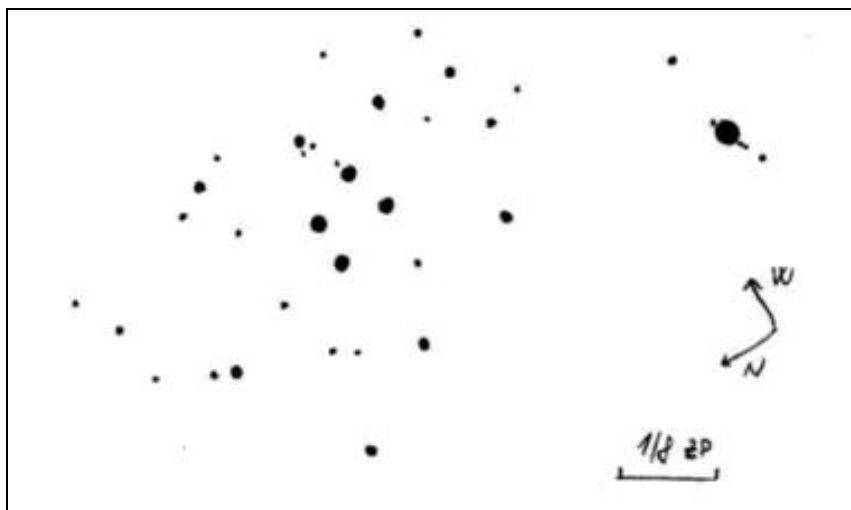
Pojďme se podívat na pozorování, která se objevila v redakční schránce a na internetu. Po dlouhé době se k pozorování dostal i Michal Švanda na Štefánikově hvězdárně v Praze.

Při jedné ze svých služeb (21./22. 3. 2003) jsem se večer zavřel v kopuli a rozhodl se konečně pořádně prověřit, zač je toho v Praze loket. Pozorováním jsem se přesvědčil, že sebelepším přístrojem je na pražské obloze vidět méně objektů, než Sometem binarem na tmavé obloze (např. v Úpici). Ostatně už mhu jsem odhadl na hodnotu 3,5. Více než popisu jsem se věnoval kresbám, pro jistotu doplněným jen o stručný komentář

**22:16 – 22:32 UT – Saturn –
Tau – R180/3430 343 ×**

Naprostě suprový pohled, na planetě ostrý předěl mezi tmavou polární a světlou rovníkovou oblastí, cassinické dělení, tři měsíce (jeden mimo kresbu). Stín planety na prstenci a stín prstence na planetě. Prostě nádherná.





22:33 – 22:45 UT – M44 + Jupiter, hledáček R 60/400 18×, ZP = 2°

Je to krásný pohled na zářící Jupiter na pozadí takové spousty hvězd.

Do naší redakční schránky dorazily i příspěvky týkající se fotografie hvězdné oblohy. Následující pozorování pochází od Františka Klacka.

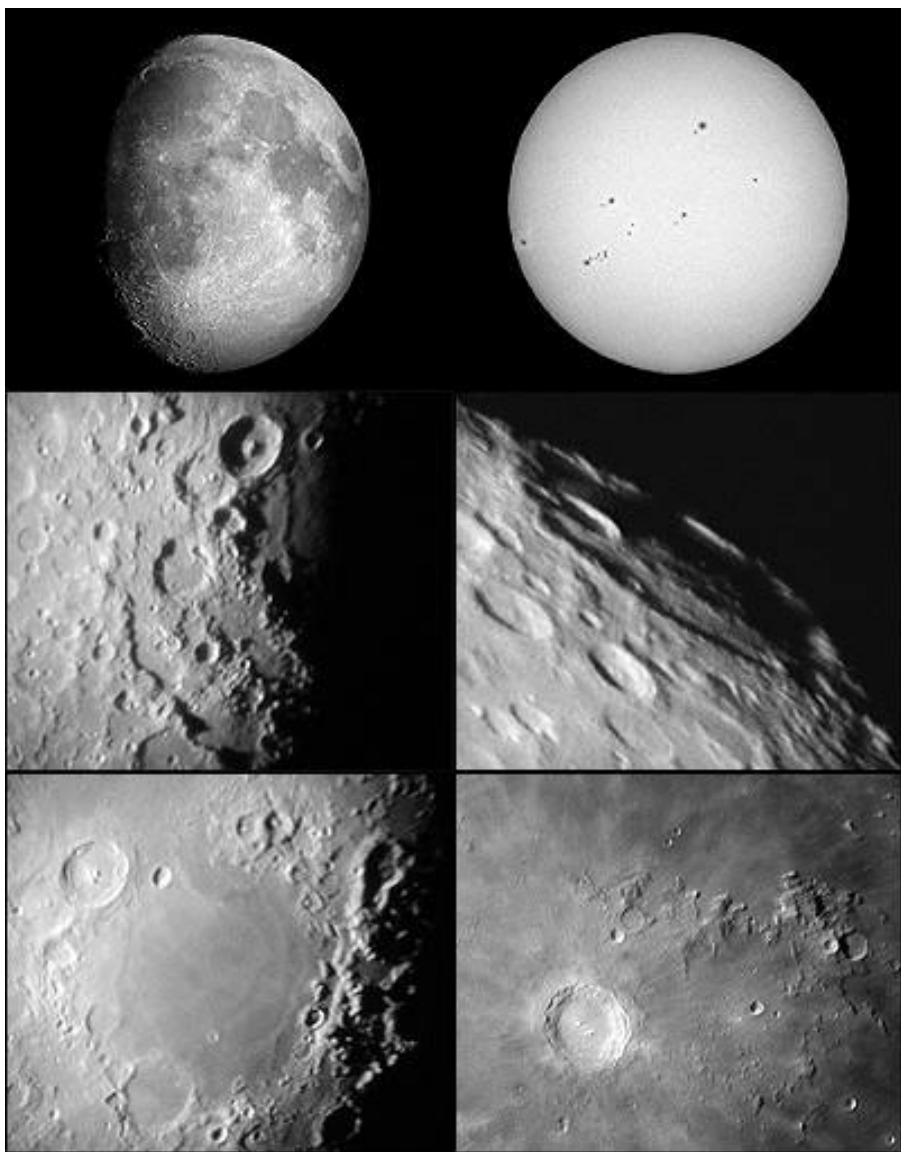
Po několikaměsíčním provádění různých úprav, zkoušek a „vychytávání much“ se mi konečně podařilo zprovoznit můj nový (bazarový) Cassegrain 150/2250. Sice ještě zbývá „dokolimovat na hvězdu“, ale netrpělivost mi nedala spát a zkusil jsem pořídít první snímky Měsíce.

Výsledky si můžete prohlédnout na <http://www.fotografiefk.3web.cz/Astrofoto/Slunsoust/sluns.htm>, kde kromě výše popsaných snímků Měsíce najdete i snímek „podobaného“ aprílového Slunce.

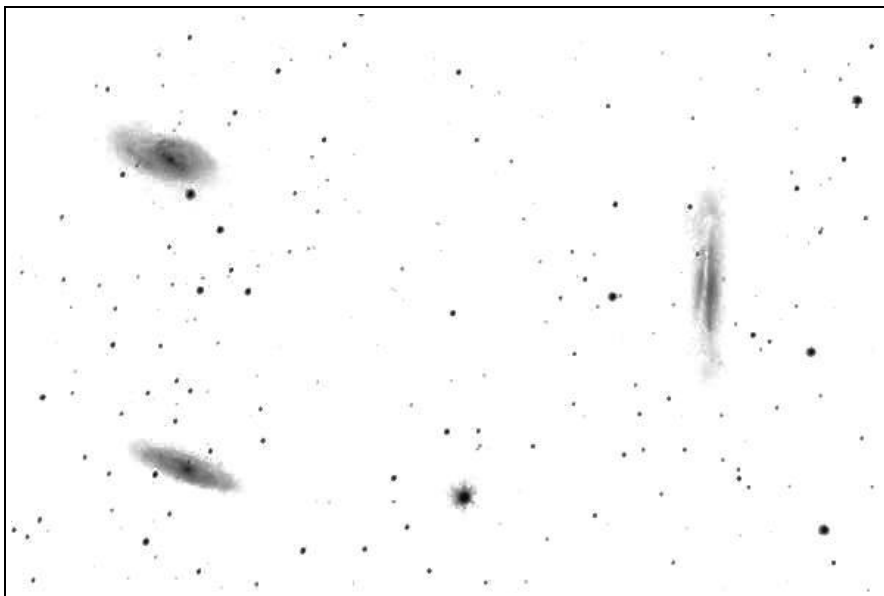
S pozdravem a přáním spousty jasných nocí.

My jsme si dovolili ze snímků Františka Klacka vytvořit komponovaný obrázek. Na něm najdete (po řádkách zleva doprava) Měsíc starý 10 dnů, fotosféru Slunce z 1. 4. 2003, trojici kráterů Theophilus, Cyrillus, Catharina a kráter Bailly. V posledním řádku pak fotografie Mare Nectaris a kráteru Copernicus.

23. dubna nastalo maximum meteorického roje Lyrid. Emailem nám dorazilo jedno jejich pozorování od Lubomíra Urbančoka. Ponecháváme jej v původním znění.



Kompozice snímků od Františka Klacka.



Trojice galaxií ve Lvu od Martina Myslivece. Dalekohled: Newton 210 mm f/5; komakorektor: MPCC Celestron 2"; OAG pointer: Taurus Tracker III; pointace: autopointer z webkamery a notebooku; montáž: paralaktická, GS optical.

Lyridy som sa chystal pozorovat tri noci okolo maxima. Dve pred, cez a dve po maxime. Pocasiе dovolilo iba tie prve dve a to pred maximom. Pozoroval som od zotmenia do 1:00. Spolu som napozoroval 31 lyrid. najjasnejsia mala 1 mag. Mhv bola okolo 5,6 mag. Aj ked sa to ani zdaleka nepodobalo na novembrove Leonidy bolo to pekne. Nejake pekne kusky som aj nafotil.

Sám autor tohoto příspěvku o den později poslal ještě odstaveček:

V tomto clanku budem znova pisat o lyridach. Viem, viem uz som pisal. No v piatok ked som telefonoval do hvezdarne v Ziari nad Hronom mi pani J. Krupova povedala, ze sa im na hodinku vyjasnilo a neuwideli ani jeden meteor. Ze by maximum bolo skor? Dalsou zaujimavostou je, ze v casopise Kozmos a v Astronomickej rocenke bolo predpovedane maximum 22:04 kym v Astrokalendari na 21:04. Ked sa niekomu podarilo pocas maxima podarilo nieco napozorovat nech mi napise na adresu hvezdar@szm.sk nech mam z toho lepsi pocit. A moje hodnotenie – co som napozoroval to sa mi pacilo.

Fotografií nás potěšil i Martin Myslivec, snaživý pozorovatel z Hradce Králové. Jako poznámku ke snímku si napsal:

Koncem minulého týdne se udělalo konečně jasno, a ani Měsíc tou dobou nerušil, takže jsem konečně vyzkoušel komakorektor, který jsem zabudoval do svého Newtona. Fotografoval jsem známou trojici galaxií M 65, M 66 a NGC 2438 v souhvězdí Lva. Výsledkem jsou krásně ostré snímky až do kraje zorného pole.

Trojice galaxií M65, M66 a NGC 3628 v souhvězdí Lva je nádherným cílem pro větší dalekohled okolo 20 cm, při malém zvětšení tak 40–50×. Všechny tři galaxie jsou vidět v zorném poli pohromadě, včetně jejich tvaru. Detaily nejsou sice tak výrazné jako na tomto snímku, ale za dobrých podmínek a při použití bočního vidění je na co se dívat.

Výsledný snímek je kompozice ze dvou snímků pořízených expozičními časy 35 minut na negativní barevný film Kodak Supra 400.

Snímků podobné kvality má Martin plnou stránku. Když do prohlížeče natukáte <http://foto.astronomy.cz/default.htm>, určitě nebudete zklamáni, přestože sám Martin skromně dodává, že jeho fotografie rozhodně nejsou dokonalé. Takovým, jako je on, držíme v další práci palce!

Obsah čísla:

Amatéri v očích profesionálů, Michal Švanda	1
Jak rozlišit nerozlišitelné, Lukáš Král	6
Setkání členů APO... , Hanka Kučáková, Dominik Ramík	15
Drobky ve vzdálených končinách díl druhý, Petr Scheirich	17
Kto objevil ďalekohľad?, Pavol Habuda	22
Trpasličí tipy, Michal Švanda	26
Zajímavá pozorování	28



BÍLÝ TRPASILÍK je zpravodaj sdružení Amatérská prohlídka oblohy. Adresa redakce Bílého trpaslíka: Marek Kolasa, Točítá 1177/3, 736 01 Havřířov-Podlesí, e-mail: marek@ready.cz. Najdete nás také na WWW stránkách <http://apo.astronomy.cz>. Na přípravě spolupracují Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, Hvězdárna a planetárium Johanna Palisy v Ostravě a Hvězdárna v Úpici. Redakční rada: Jana Adamcová, Jiří Dušek, Eva Dvořáková, Pavel Gabzdyl, Pavel Karas, Marek Kolasa, Lukáš Král, Rudolf Novák, Petr Scheirich, Tereza Šedivcová, Petr Štástrný, Michal Švanda, Martin Vilášek, Viktor Votruba.
Sazba Michal Švanda systémem XML a L^AT_EX. © APO 2003