

BÍLÝ TRPAČNÍK **SPECIÁL**

Číslo 135

2007/2

Jiří Dušek: Návod na použití vesmíru – verze 2007.1

Jak to tedy doopravdy je? Je hvězdná obloha pokrytá nespočtem hvězd, ve kterých se vyzná pouze ten nejlepší kosmoplavec? Představuje astronom podivného nočního tvora, jenž s roztržitostí sobě vlastní vysedává u archaického dalekohledu? Nebo u toho nejmodernějšího počítače všech dob? Samá voda! Vyznat se na nebi není vůbec těžké. K obhlížení krás noční oblohy nepotřebujete žádný drahý přístroj. Stačí váš zrak, možná lovecký triedr, pár dalších drobností a především chuť se odrazit. Odrazit se od planety Země a vydat se kosmickým prostorem až na okraj nedohledna.

Tam všude vás čekají hvězdy vzdálené miliony světelných roků, krátery na povrchu sousedního Měsíce, tajuplné mlhoviny, pomíjivé meteory, ten nejjednodušší a nejdostupnější dalekohled, umělé družice, blyštivé hvězdokupy, počítačem řízené astronomické přístroje se srdcem GPS, pestré planety, ledové krásné halové jevy... a především, především skvělá zábava. Vaším komplicem bude nadšení a modrá denní nebo sametově černá noční obloha. Vaším průvodcem tento stručný návod a vaším motorem touha po poznání. Poznání drtivé části našeho světa – od povrchu planety Země až za horizont událostí.



Proč kreslit noční oblohu či povrch Měsíce, když jej mnohem objektivněji zachytíte pomocí digitální kamery? Fotoaparát ale není pokaždé po ruce a při průletu velmi jasného meteoru nebo souznění halového jevu trénink s jednoduchou skicou využijete více než skvěle. Jasnosti proměnných hvězd mnohem přesněji změří automatický dalekohled, ale hrubý odhad intenzity nové stálice, družice a nebo jiného tajemného jevu oceníte nejen vy, ale také odborníci analyzující vaše postřehy. Detailní záběry planet pořizované bez ustání flotilou meziplanetárních sond právě vyvolávají úžas, ale jak tato tělesa vypadají na vlastní oči? Bez průchodu hardwarovými a softwarovými filtry nejručnějších analytických počítačů? Rady a úkoly, které najdete na dalších stránkách, nemusíte splnit všechny. *Záleží jen na vás, jak se k jejich vypracování postavíte.* Řešení mnohých z nich zabere týdny trpělivosti a čekání na příhodné pozorovací podmínky. Jiné jsou triviální a stanou se pro vás otázkou několika málo minut.

Už od prvních okamžiků vaší kosmoplavby také nemusíte být sami – prostřednictvím internetu snadno zjistíte, kde se nachází nejbližší hvězdárna. Možná vám tam pomohou. Na síti síti se dostanete nejen k řadě užitečných programů – otáčivých mapek, astronomických atlasů i planetárií, ale také k dalším námětům i radám, stejně jako k diskuzním skupinám, ve kterých nejrůznější nadšenci rádi zodpoví některé vaše dotazy a možná se s vámi dokonce i spojí a začnou podnikat výpravy do vesmíru spolu s vámi. Sami nikdy nebudete.

Zastávka první | výbava každého kosmoplavce

Červená baterka, pozorovací deník, měkká tužka, guma, hodinky, otáčivá mapka, teplé nepromokavé oblečení... Že nepadlo ani slovo o astronomickém dalekohledu? Není důvod. K prvním krokům po hvězdné obloze žádný speciální přístroj potřebovat určitě nebudete.

Vyjdete-li někdy z osvětlené místnosti ven do tmy, musíte několik desítek sekund počkat, až se oči přizpůsobí okolnímu šeru. Teprve pak můžete bezpečně pokračovat dál v cestě. Samozřejmě jenom do té doby, než se opět ocitnete ve světle, pak si totiž musíte na tmou zase nějakou dobu přivykat.

Lidské oči se totiž za šera adaptují na slabé zdroje světla tak, že během prvních několika minut rozšíří zornice, do oka pak vstupuje více světla. Dalších třicet minut pak stoupá citlivost tyčinek, buněk na vnitřní straně lidského oka, které umožňují v noci vidění. To ale znamená, že nejlépe uvidíme vesmírné objekty až po půl hodině pobytu ve tmě. Naopak, zpětně přizpůsobení očí na normální bílé osvětlení proběhne během několika sekund. Poté musí oko projít opět celou zdlouhavou adaptací na tmou. *Proto se před nočním pozorováním nejméně půl hodiny adaptujte na tmou.* Vyhněte se jakémukoli silnému osvětlení, obzvláště ostrému bílému světlu, dokonce i běžné baterce a nebo stolní lampě. Jedinou výjimkou je pozorování Měsíce, tehdy je naopak tlumené bílé osvětlení žádoucí. Pokud si ale přeci jenom musíte posvítit – do mapky, sešitu a nebo do knížky, pak jedine tlumeným červeným světlem, na které jsou naše oči v noci nejméně citlivé, takže nemusíte čekat až si opět zvyknete na tmou.

Nápáďům, jak si takovou baterku vyrobit, se meze nekladou. Například můžete obyčejnou svítlnu doplnit několika vrstvami červeného celofánu, nebo její žárovku nabarvit

hustým lakem na nehty. Tohle řešení ale není nejchytřejší: svítlna s obyčejnou žárovkou se velmi rychle vybije, někdy během jediné pozorovací noci. *Praktičtější je speciální baterka s červenou diodou LED*, která vydrží svítit i několik měsíců (aniž byste ji vypnuli).

Stačí zajít do obchodu s cyklistickými potřebami a tam koupit zadní svítlnu, tzv. blikačku. Pozorovací baterku si ale snadno sestavíte sami, navíc za zlomek prodejní ceny a v mnohem komfortnější podobě. K červené LED diodě připájejte vhodný odpor a plochou baterii, zručnější konstruktéři svítlnu určitě doplní i proměnným odporem, různými typy LED diod, které se liší zářivým výkonem, event. dalšími doplňky. Takové řešení má hned dvě výhody: Na rozdíl od „blikačky“ neoslňuje (bohatě stačí jedna dioda) a plochá baterie zabrání, aby se svítlna pořád někam kutálela.

Neméně důležitý je i výběr pozorovacího stanoviště. Za svůj přístav pro pravidelné kosmoplavby zvolte bezpečné místo co nejdál od jakéhokoli pouličního osvětlení. Pokud to bude vaše zahrada či dvorek, můžete do venkovní lampy namontovat červenou žárovku, v případě nutnosti si pak normálně posvítíte – a neosltníte.

Velkým trápením každého městského pozorovatele je tzv. *světelné znečištění*, způsobené předimenzovaným nesprávným nočním osvětlením. Jedná se především o zbytečné vyhazování peněz bezúčelným svícením na nebe, navíc všechny okrádá o pohled na slabé hvězdy. Noční obloha v takovém případě získává „mléčnou“ oponu, skrz kterou se prodere jenom ty nejjasnější zdroje světla. Pokud to půjde, zkuste tuto situaci změnit alespoň v nejbližším okolí vašeho pozorovacího stanoviště. Třeba uspějete a pouliční lampy budou svítit jen tam, kam skutečně mají.

O svých toulkách noční i denní oblohou si určitě vedte *pozorovací deník*, za který vám nejlépe poslouží nelinkovaný sešit formátu A4 s tvrdými deskami doplněný psací podložkou. Dobře si také prohlédněte kvalitu papíru – skvrnky, jeho zažloutlost a nebo třeba přílišná hrubost mohou vadit nejen při zapisování, ale především při kreslení.

Nezbytná pro vás bude také *sada měkkých tužek* (mikrotužka, tzv. pentelka o tlouštku tuhy 0,5 mm, a verzatilka s tuhou o průměru kolem 2 mm a tvrdosti HB), měkkí guma, hodinky a *psací podložka*. Do pozorovacího deníku rozhodně nezapisujte plnicím perem – na vlhkém papíru se text snadno rozpíje. Nevhodná je i propiska, za nižší teploty přestává psát a nelze s ní kreslit. Pokud si tužky přivážete na *provázek k psací podložce*, zabráníte jejich ztrátě v trávě pod vámi. Budete-li často nebeské objekty kreslit a nebo pokud oceníte volné ruce, připevněte si červenou baterku na hlavu v podobě tzv. *čelovky*.

Pokud deník a všechny jiné papíry nebo mapy schováte *do průhledných umělohmotných obalů*, zabráníte jejich zničení noční vlhkostí. Jestliže s dalekohledem zrovna nepozorujete, přikryjte jej dalekohledovou, triedr ohřívejte na hrudi pod bundou. V okamžiku, kdy se vám objektivy zarosí, rozhodně je neutírejte kapesníkem nebo hadříkem. Dalekohled odnesete do teplé, suché místnosti a nechejte samovolně odrosit.

Používáte-li na pozorovacím stanovišti počítač či jinou elektroniku (např. napájení pohonu dalekohledu), pamatujte i na další bezpečnostní opatření. Nezapomeňte také na *nepromokavé boty a teplé prádlo*, abyste během nočních toulek neprochladli, téměř nezbytná bude i *židle a stolek*. Jenom stěží můžete všechny potřeby držet několik hodin ve stoje u dalekohledu. Samozřejmostí by měla být i čokoládová tyčinka nebo termoska s dobrým čajem.

Úkoly pro vás

Úkoly k této kapitole na první pohled vypadají jako pouhé zábavné hrátky. Díky nim se ale můžete názorně přesvědčit, jak lidský zrak pracuje a jak některé jeho vlastnosti během nočních toulek využijete ve svůj prospěch.

1. Všimněte si, že se velikost vašich zorniček (též panenek) mění v závislosti na osvětlení, stejně jako clona u fotoaparátu. Za ostrého slunečního světla se zmenší, naopak v noci roztáhnou. O této vlastnosti se přesvědčíte tak, že si po tmě stoupnete před zrcadlo a pak v pokoji zapnete světlo. Na krátký okamžik zahlédnete, jak se zorničky rychle zúžily. Před zrcadlem – za tlumeného červeného osvětlení – si pomocí pravítka zkuste velikost vašich roztažených zorniček také změřit (s přesností na milimetr).
2. Vyberte zpenálu barevnou pastelku tak, abyste nepoznali její barvu. Dejte ji za ucho a opatrně s ní posouvejte až do okamžiku, kdy koutkem oka spatříte její konec. Pokud se nyní určit její zabarvení. Sami budete překvapeni, jak často se zmýlíte. Barevné vidění v lidském oku totiž umožňují buňky zvané čípkky. Ty jsou ale na vnitřní straně oka rozmístěny nerovnoměrně, nejméně jich je na okrajích. Proto koutkem oka velmi špatně rozlišujeme barevné odstíny.
3. Za slabého osvětlení se nedivíme prostřednictvím „barevných“ čípků, nýbrž pomocí mnohem citlivějších tyčinek. Ty ale umožňují pouze černobílé vidění, proto za šera nerozeznáme barevné odstíny. Všimněte si také, že v noci nedokážete pořádně zaostrit. Neostrost mají na svědomí nedostatky lidského oka, které se projeví až při roztažení zorniček. Černobílé vnímání za nízkého osvětlení způsobuje, že drtivou většinu vesmírných objektů nikdy neuvidíme barevně. Nevýrazné odstíny zaznamenáme při pohledu bez dalekohledu jen u některých jasnějších hvězd, i v takovém případě tu bude jen nevýrazná oranžová a nebo světle modrá. Naopak velmi jasné objekty – vláknó žárovky, sluneční kotouč a nebo stálíce pozorovaná dalekohledem – se jeví bílé, i když bílé

ve skutečnosti nejsou. Vzhled vesmírných objektů se odvíjí také od zabarvení okolí. Například sluneční skvrny se jeví tmné, i když jsou ve skutečnosti zářivě červené, stejně tak jsou navzájem závislé odstíny stálíc těsných dvojhvězd.

4. Zrakový nerv vedoucí signál z oka do mozku tvoří pouze půl druhého milionu vláken, kdežto čípků a tyčinek je dohromady stokrát více. Proto jsou informace z několika buněk citlivých na světlo vedeny do mozku jedním nervovým vláknem. Sčítání informací ale není všude stejné: největší je na okrajích zorného pole, kde na tisíc buněk připadá jedno nervové vlákno, nejmenší v centru oka. Právě proto jsme koutkem oka jsme citliví na rychlé změny. Například na blikání televizní obrazovky nebo filmu promítaného v kině. I když je v přímém pohledu nepostřehnutelné, stačí se na televizi nebo projekční plátno podívat koutkem oka. U počítačového monitoru to ale platit nemusí – zpravidla bliká mnohem rychleji.
5. Zářivé objekty se mohou jevit větší než ve skutečnosti. Tento jev je zřetelný například u úzkého srpku Měsíce krátce po novu. Poloměr měsíčního okraje osvětleného Sluncem se zdá větší než poloměr neosvětlené části. Zkuste se o tom sami přesvědčit.
6. Hvězdy nevypadají jako zářící body, ale jsou ozdobeny světlymi paprsky – cípy. Cípaté hvězdy ostatně kreslí děti už v první třídě základní školy. Za tuto „ozdobu“ může uspořádání lidských očí. Podívejte se na jasnou hvězdu skrz milimetrovou díрку v tvrdém neprůhledném papíru, zjistíte, že cípy ihned zmizí.

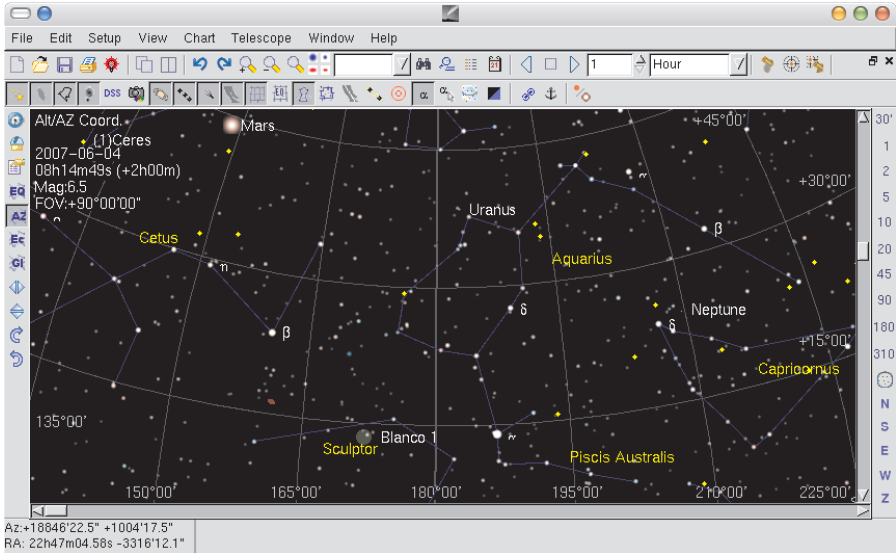
Zastávka druhá | čtvrt hodiny denně

Stačí několik málo večerních čtvrthodinek a na nebi hravě poznáte alespoň dvě desítky nejnápadnějších souhvězdí i jednotlivých stálic. K „výuce“ základní orientace dokonce nepotřebujete tmavou oblohu, pohodlně se můžete učit na světlém městském nebi a nebo při „měsíčku“. Ať už s pozorováním začínáte nebo se řadíte mezi zkušenější kosmoplavce, v šuplíku vašeho pracovního stolu nesmí chybět *mapa hvězdné oblohy*. Tu v tištěné podobě koupíte na kterékoli hvězdárně, dokonce i v lepších knihkupectvích. Aktuální podobu hvězdné oblohy vám ale vykreslí i celá řada *počítačových programů*, tzv. *planetárií*, které získáte na internetu. Mohou být určeny jak pro stolní počítače, tak notebooky, PDA, Smartphony a nebo dokonce mobilní telefony, mohou být zdarma nebo za úplatou, jsou univerzální i pro konkrétní platformu a mají samozřejmě své výhody i nevýhody.

Na rozdíl od tištěných map ukazují polohy planet a jiných těles sluneční sou-

stavy, dokonce i nově objevených komet a přelétajících družic. Některé počítačové programy sice disponují volbou speciálního červeného zobrazení („night vision“), které tolik nenarušuje adaptaci na tmou, většinou ale monitor i přesto nepříjemně oslňuje (nejen vás, ale také okolní pozorovatele). Navíc citlivé elektronice napájené 220 volty může vadit i všudypřítomná vlhkost (navíc ta bezpečnost!). Je tudíž pravděpodobné, že si mapu celé oblohy a nebo její části nakonec stejně vytisknete. V takovém případě ale zvolte *vhodné množství zobrazovaných hvězd* – méně je v tomto případě více; bohatě stačí obloha pokrytá jen několika desítkami, nanejvýš stovkami stálic. Z nepřeborné nabídky lze upozornit například na následující software:

- *Noční obloha* (<http://nio.astro-nomy.cz/>) je volně distribuovaný, jednoduchý český program s řadou zajímavých doplňků, vč. Messierova katalogu, poloh měsíců největších



Obrazovka počítačového planetária SkyCharts (*Cartes du Ciel*). Tento voľne dostupný program lze stáhnout ze stránky <http://www.ap-i.net/~cz/>.

planet, zobrazení souhvězdí či speciálního „červeného“ módu..

- *Stellarium* (<http://www.stellarium.org/>) patří mezi tzv. fotorealistická planetária věrně napodobující reálný vzhled noční oblohy, ať už při pohledu bez dalekohledu, triedrem a nebo dokonce i větším dalekohledem. Také on je volně ke stažení.
- Samozřejmě, že počítačový atlas můžete také koupit – v takovém případě lze doporučit například *Starry Night* (<http://www.starrynight.com/>) s řadou nejrůznějších doplňků (zobrazuje i přelétající umělé družice), nebo *TheSkySix* (<http://www.bisque.com/>), jenž mj. poslouží k ovládní automatických dalekohledů.
- Virtuální obloha však nemusí běžet pouze na stolním počítači a nebo notebooku, nýbrž také na PDA či Smartphonu. Příkladem je aplikace *Solun'* ([lun/\), která vykreslí nejen aktuální podobu hvězdné oblohy, nýbrž i fáze Měsíce, polohu Jupiterových satelitů, pohyb dne a noci po zemském globu a řadu dalších užitečných informací. Stejný komfort nabízí *Planetarium* \(<http://www.aho.ch/pilotplanets/>\), navíc jej můžete přepnout do „červeného módu“, takže při pozorování tolik neoslňuje, nebo *Pocket Stars* \(<http://www.nomadelectronics.com/>\) či *Andromeda Sky View* s databází 300 tisíc stálic a 14 tisíc objektů vzdáleného vesmíru \(<http://www.softsymphony.com/>\). Na rozdíl od předcházejících je ale již za úplatu.](http://www.piecafe.co.uk/so-

</div>
<div data-bbox=)

- *Sideralis* (<http://sideralis.free.fr/>) je ukázkou toho, že počítačové planetarium pohodlně odnese i v kapse u kalhot. Určené je totiž pro mobilní telefony umožňující instalaci JAVA aplikací. Nejen, že vykreslí aktuální pohled na hvězdnou oblohu (800 nej-

jasnějších hvězd), ale spočítá také azimut a výšku všech zobrazených těles (i planet).

- *Mobile Planetarium* (<http://mobilestarchart.sourceforge.net/>) je podobně jako Sideralis zdarma, poskytuje o něco více služeb – v jeho databázi je desetkrát více hvězd (do 6 mag), polohy Messiérovských objektů a je také schopen spočítat rovníkové souřadnice vybraného tělesa. Placenou alternativou pak může být *picoSky* (<http://www.bubbasbits.com/picoSky/>), zkusit však můžete jeho bezplatnou demo verzi. Je přitom pravděpodobně, že na internetu objevíte i další podobně šikovné programy.

Máte-li k dispozici počítačové planetárium, pak si pro aktuální den a hodinu vygenerujete černobílou mapku – v negativu, černé hvězdy na bílém papíře, kterou si pak vytisknete na papír formátu A4 (větší nemá smysl, menší bude zbytečně drobná). Při základní orientaci na nějaké té minutě nesejde (a až na objekty těsně u obzoru ani na hodině), takže nemáte kam spěchat.

Nyní si najdete místo, odkud získáte dobrý výhled na všechny světové strany, a se správně nastavenou otáčivou mapkou (a nebo s vytisknutou počítačovou mapou) nejdříve naleznete obrazec Velkého vozu nebo Kasiopeji. První vypadá jako „pánvička“ nebo „naběračka“, druhé jako písmeno „W“ či písmeno „M“. Pomocí obou seskupení lehce dojdete k Polárce ze souhvězdí Malé medvědice. Pak už stačí spustit svislici od této stálice směrem k obzoru – před vámi je sever, po pravé ruce východ, po levé západ a za zády jih. Poté zkuste poznat *další nápadná souhvězdí i hvězdy*. Při pozorování držte mapu šikmo nad hlavou tak, aby k zemi směřovala ta světová strana uvedená na okraji, ke které stojíte čelem. Stálice zakreslené u okraje mapy uvidíte před sebou, hvězdy poblíž středu přímo nad hlavou a ty, které jsou vyznače-

ny u protějšího okraje, můžete spatřit za sebou.

Pro orientaci jsou cenné především *nápadné skupiny hvězd*. Například Orion vypadá jako „letící motýl“ či „přesýpací hodiny“, nejjasnější stálice ze souhvězdí Střelce mohou vykreslit „čajovou konvici“, Labuť „velký kříž“ a hvězdy z Pastýře tvoří písmeno „P“. O souhvězdí v pravém slova smyslu se sice nejedná, ale ty nejvýraznější obrazce bývají zakresleny snad ve všech jednodušších mapách. Pomocí nich proto identifikujte *nejjasnější stálice*, zapamatujte si *jejich jméno a název souhvězdí*, do kterého patří.

Při obhlížení začněte u jednoduchých mapek, teprve později zkuste orientaci v těch podrobnějších. V nich bývá uvedeno také *řecké písmeno*, jímž je stálice označena v rámci daného souhvězdí. Zhruba řečeno, nejjasnější hvězda má označení α , druhá v pořadí β , třetí v pořadí γ ... a tak dále až do konce abecedy. I toto označení se pokuste alespoň u těch nejnápadnějších zapamatovat.

Podrobnější astronomické atlasy obsahují celou řadu *dalších velmi užitečných informací*: jména stálic, jejich řecká písmena, speciální zkratky u proměnných hvězd a dvojhvězd, polohy mlhovin, hvězdokup i vzdálených galaxií včetně pořadových čísel v tzv. Messierově nebo NGC katalogu (o nich později). Vyznačeny bývají i nejrůznější systémy souřadnic, Mléčná dráha, jasnosti hvězd, „polohy“ meteorických rojů apod. Pokud se budete věnovat sledování noční oblohy častěji, začnete si brzo v atlasech číst podobně jako v turistických mapách.

Při prohlížení oblohy si určitě všimnete nejen toho, že některé z hvězd mají zřetelné *barevné odstíny*, ale také řady dalších nebeských objektů, které *nebudou v tištěných mapkách vyznačeny*. Především *Měsíc* a *planety* totiž neustále mění polohu, vždy je ale najdete poblíž *ekliptiky*, po které se v průběhu roku pohybuje Slunce (ta je v tištěných

mapách zakreslena). K jejich zahlédnutí *nepotřebujete dalekohled* a pomocí některého z počítačových planetárií je také na nebi snadno naleznete. Merkur a Venuši hledejte za soumraku na ranní nebo večerní obloze (nad východním, resp. západním obzorem), naopak Mars, Jupiter a Saturn bývají pozorovatelné i po celou noc.

Na obloze jsou tu a tam patrné *různě nápadné mlhavé skvrnky* – nehledě na

samotnou Mléčnou dráhu. Většinou se jedná o *náhodná seskupení slabších hvězd*, někdy ale můžete natrefit na skutečnou hvězdokupu či galaxii. Takto je patrná kulová hvězdokupa M 13 v souhvězdí Herkula, otevřená hvězdokupa Jesličky v Rakovi a nebo Mlhovina v Andromedě (M 31). Pokud na takovou záhadu narazíte, pohledem do počítačového planetária lehce zjistíte, o co se ve skutečnosti jedná.

Úkoly pro vás

Je pravda, že první okamžiky pod hvězdnou oblohou nebývají jednoduché. Jasně i slabě stálice na nebi vytváří celou řadu podivuhodných nepřehledných obrazců, v nichž se snadno ztratíte. A aby toho nebylo málo, jména řady souhvězdí – dokonce i těch neznámějších – vůbec neodpovídají rozložení skutečných hvězd na reálné obloze. Buďte však trpěliví a neházejte flintu do žita. A kdyby to náhodou nešlo? Pak zkuste navštívit blízkou hvězdárnu, kde vám s počáteční kosmoplavbou určitě rádi poradí.

7. Identifikujte *nejnápadnější* obrazce některých souhvězdí a *nejzářivější* hvězdy, zapamatujte si jejich *české i latinské názvy*.
8. Vyhledejte následující jasné hvězdy a odpovězte na tyto otázky: Má Capella (α Aur) ze souhvězdí Vozky skutečně zelený odstín? Nemění se její zbarvení v závislosti na tom, jak je vysoko nad obzorem? Všimnete si u hvězdy Procyon (α CMi) z Velkého psa významnějšího barevného odstínu? Je rozdíl mezi Polluxem a Castorem ze souhvězdí Blíženců? Která z nich je v mapách označena jako „alfa“ a která „beta“? Jsou Arcturus (α Boo) ze souhvězdí Pastýře, Antares (α Sco) ze Štíra, Deneb (α Cyg) z Labutě, Vega (α Lyr) z Lyry a Aldebaran (α Tau) ze souhvězdí Býka skutečně naoranžovělí? Porovnejte trojici hvězd z tzv. Letního trojúhelníku – tj. Vegy (α Lyr) ze souhvězdí Lyry, Denebu (α Cyg) z Labutě a Altaira (α Aql) ze souhvězdí Orla. Která z nich je nejjasnější a která nejslabší? Pokud si nebudete jisti při odhadování barevných odstínů, zkuste se na jednotlivé stálice podívat malým dalekohledem, jenž navíc mírně rozostříte.
9. Vysvětlíte, proč jsou hvězdy na obloze různě jasné. Závisí to na jejich vzdálenosti? Povrchové teplotě, absolutní velikosti a nebo jiném jevu?
10. Při vhodné příležitosti se pokuste podle jasnosti seřadit sedm jasných hvězd, které tvoří základní obrys obrazce Velkého vozu ze souhvězdí Velké medvědice. Jednoduše do pozorovacího deníku nakreslete Velký vůz, hvězdy očísľujte zleva doprava a pak je poskládejte od nejjasnější po nejslabší. Když se podíváte do podrobnější hvězdné mapy, zjistíte, že jsou jednotlivé stálice Velkého vozu označeny řeckými písmeny. Je alfa skutečně nejjasnější? A beta druhá v pořadí? Není na některé z hvězd Velkého vozu něco výjimečného?
11. Jelikož se Země pohybuje kolem Slunce, promítá se naše denní hvězda během kalendářního roku do různých částí nebe. V každém ročním období tak máme výhled na jiná souhvězdí. Která jsou typická pro večerní oblohu uprostřed jara, léta, podzimu a zimy? Existují souhvězdí viditelná po celý rok? Pokud ano, proč?
12. Zjistěte a zapamatujte si, kterými souhvězdími prochází Mléčná dráha.
13. Zjistěte, zda není na obloze pozorovatelná *některá z jasných planet* – Merkur, Venuše, Mars, Jupiter nebo Saturn. Domněnku ověřte porovnáním s některým z počítačových atlasů a nebo jinou dostupnou literaturou.
14. Slunce každý den vychází, resp. zapadá na jiném místě. Zkuste tento pohyb zachytit. Najděte si stanoviště s volným výhledem směrem k západu (nebo k východu) a co nejpřesněji do

pozorovacího deníku nakreslete linii obzoru. Jeho vzhled můžete také zachytit digitálním fotoaparátem a vytisknout na barevné tiskárně. Pak se odtud pravidelně dívejte, kde zmizí kotouč Slunce, a toto místo v podobě *svislé čárky* (šipky) zakreslete do předkresleného obzoru. Nezapomeňte zapsat také datum. Když si náhodu nevšimnete žádného rozdílu, panice rozhodně nepropadejte. Ze dne na den k příliš velkému posuvu nedojde, záleží na členitosti terénu. V průběhu týdnů a měsíců však bude změna více než zřetelná. Budte přitom opatrní, i když se vám bude zdát sluneční disk dostatečně zeslabený, používejte patřičné filtry. Vydržíte-li sledovat zapadající (vycházející) Slunce alespoň půl roku, nebude pro vás problém zjistit *okamžik letního nebo zimního slunovratu*.

Zastávka třetí | hon na družice

Do vesmíru se dosud vydalo na čtyři tisíce umělých družic, z nichž je asi sedm stovek stále v aktivním provozu. Přibližně polovinu těchto satelitů můžete zahlédnout dalekohledem, tři desítky z nich jsou dokonce snadno pozorovatelné i bez něj.

Poznat umělou družici není vůbec těžké. Vypadá jako *světlý bod*, který nehlukně letí mezi hvězdami. Nemá žádná navigační světla, nemění směr letu a nezůstává za ním žádná stopa. Jelikož satelity samy nesvítlí, nýbrž odráží sluneční světlo, mohou při vstupu do zemského stínu zvolna zmizet, někdy se také otáčí a pak mění jasnost.

Umělé družice jsou zpravidla vypouštěny s pomocí zemské rotace, většina z nich se proto pohybuje *ze západní poloviny nebe k východní*, celou *oblohu přeletí během několika málo minut*, výjimku představují některé telekomunikační, meteorologické a špiónážní satelity putující nad oběma zemskými póly, tj. od severu k jihu (event. opačně).

Americké raketoplány a Hubblov kosmický dalekohled se pohybují po dráhách jenom málo skloněných vůči rovníku, takže je z našich zeměpisných šířek prakticky nikdy neuvidíme. Naopak velmi snadné je sledovat *Mezinárodní kosmickou stanici*, která na délku i šířku měří skoro 50 metrů, navíc ji doplňují 75 metrů dlouhé panely slunečních baterií. Celkově základna váží téměř 200 tun a několik jejich modulů obývá až



Záblesky družic Iridium 76 a 45. 11. 8. 2005 ve 23.14 (-3 mag) a 23.24 (0 mag) SELČ. Tento komponovaný záběr pořídil Martin Gembeč 135mm objektivem.

šestice kosmonautů. Skutečnou *viditelnost* Mezinárodní kosmické stanice ovlivňuje celá řada faktorů: její vzdálenost od pozorovatele i natočení v prostoru. Když se pohybuje nízko nad obzorem, je jasností srovnatelná s hvězdami Velkého vozu. Když se vystoupá vysoko k zenitu, nápadně se zjasní a stane se po Slunci, Měsíci a Venuši tím nejjasnějším tělesem, které můžeme na obloze spatřit! Nad Českou republikou také není pozorovatelná každý den. Nejdříve se objevuje krátce na ranní obloze, pak se její viditelnost zlepšuje, do čtrnácti dnů je viditelná i na obloze večerní. Poté nám stanice zmizí z dohledu, aby se za několik týdnů opět vrátila za ranního rozbřesku.

Snad nejpohlednější jsou ale *prasačka*, která na nás vrhají družice *telekomunikační sítě Iridium* létající s odstupem pouhých jedenácti minut ve výšce osm set kilometrů od jednoho zeměpisného pólu ke druhému. Satelity jsou vybaveny zvláštními anténami, jež skvěle odráží sluneční světlo. Typické zjasnění trvá dvacet sekund a může být „stěžl postřehnutelné“ i „výjimečně nápadné“. Během nejjasnější fáze urazí družice na nebi pět až deset stupňů. V ojedinělých případech jsou sice zjasnění Iridií viditelná i za soumraku nebo ve dne, nezapomenutelnou podívanou však předvedou především na noční obloze.

Světelná skvrna, kterou Iridium promítne na zemský povrch, má průměr jenom deset kilometrů. Pokud chcete sledovat jeho nej-

větší možné zjasnění, musíte se postavit do cesty právě tohoto prasačka. Buď tak, že si jednoduše počkáte – určitě se tak stane do několika dní, nebo si spočítáte, o kolik kilometrů se posunout, abyste konkrétní Iridium zahlédli v plném lesku. Někdy stačí nasednout na kolo, jindy musíte cestovat autem několik desítek kilometrů daleko. Podívaná to však bude velkolepá.

Kromě Mezinárodní kosmické stanice i telekomunikačních Iridií lze při troše zahlednout i *družice letící ve formaci* – například dopravní loď Sojuz či Progress stíhající orbitální základnu, čerstvě vypuštěný satelit a poslední stupeň její nosné rakety event. další podobné sestavy.

Umělé družice vzácně sehrají i jiná světelná představení. Pokud vstoupí do hustších oblastí zemské atmosféry, mohou způsobit až nečekaný ohňostroj. Při téměř vodorovném letu ve výšce padesát kilometrů nad zemí lze hořící družici nebo poslední stupeň nosné rakety sledovat až desítky sekund. Postupně se od ní odtrhávají různé části, které letí v závěsu. Za sebou často zanechávají rozplývající se kouřovou stopu.

Každý rok sice zanikne v zemské atmosféře až dvě stě větších těles, avšak nebezpečí spojené s pády těchto trosek bývá zanedbatelné. Pravděpodobnost zásahu člověka takovým úlomkem dosahuje jedna ku bilionu, přičemž „šance“, že se v přírodě potkáte s bleskem je jedna ku 1,4 milionu a s hurikánem jedna ku šesti milionům.

Úkoly pro vás

Umělé družice Země jsou novodobou ozdobou pozemské oblohy. S nárůstem počtu kosmodromů, které po celé planetě vznikají jako „houby po dešti“, se bude zvětšovat i počet nejrůznějších satelitů. Lov Mezinárodní kosmické stanice, telekomunikačních Iridií a dalších observatoří se tak může stát nejen zajímavou zábavou, ale poslouží jako cvičení například pro sledování mnohem pomíjivějších meteorů. Navíc nevyžaduje prakticky žádné speciální vybavení – stačí mít přístup k internetu a znát světové strany. Pak už se jen můžete dívat a dívat.

15. Prostřednictvím služby Heavens Above – na adrese <http://www.heavens-above.com> – zjistíte, kdy nad vaším pozorovacím stanovištěm přelétne Mezinárodní kosmická stanice. Předpověď

zkontrolujte vlastním pozorováním a odhadněte, kterými souhvězdími satelit prolétl. Průlety umělých družic předpovídají i některé počítačové atlasy (např. Night Sky), podmínkou je ale jejich připojení k internetu.

16. Stejným způsobem sledujte zjasnění některé z družic Iridium. Služba Heavens Above vám navíc předpoví, kam se posunout, abyste zahlédli největší možné zjasnění.
17. Někdy v létě se celou noc dívejte na oblohu a zapisujte si četnost přelétajících umělých družic, vždy v průběhu jedné hodiny (tj. od 22.00 do 23.00, od 23.00 do 00.00 ... atd.) Ještě lepší bude, když se domluvíte hned s několika dalšími pozorovateli: jednak pokryjete celé nebe, jednak si můžete kdykoli odpočinout. Výsledek zakreslete do grafu, na jehož vodorovné ose bude čas a na svislé ose počet spatřených umělých družic. Bude se četnost přelétajících umělých družic v průběhu jediné noci měnit? Jakým způsobem? Dokážete své pozorování teoreticky vysvětlit? Jakého výsledku dosáhnete, když stejný experiment uspořádáte během zimní noci?
18. Zjasnění prolétajících Iridií jsou natolik nápadná, že je lze sledovat i za soumraku a nebo dokonce ve dne. Je to sice obtížné, navíc vám musí přát štěstí, ale podařit by se to mohlo. Pokud se o to!

Zastávka čtvrtá | užitečná ruka

Vzdálenosti mezi nebeskými tělesy se nejčastěji udávají v metrech či kilometrech. Nezkoušení pozorovatelé hovoří o dvacet metrů dlouhém oblaku, tříkilometrové vzdálenosti zářící stálice od Měsíce a čtyř set metrové výšce letu tajemného tělesa nad zemí... Mají však taková sdělení skutečně smysl?

Vzdálenosti mezi kosmickými tělesy jsou natolik propastné, že metry a kilometry pozbývají svého smyslu. V astronomii se proto používá celé řady jiných jednotek. První z nich se nazývá *astronomická jednotka* (zkr. AU) a odpovídá průměrné vzdálenosti Země-Slunce, tj. 149,6 milionů kilometrů. Druhou je *světelný rok* (zkr. l.y.), který světlo ve vakuu urazí za jeden kalendářní rok, tj. 63 tisíc astronomických jednotek.

Především v odborné literatuře se setkáte i s *parsekem* (zkr. pc); ten je definován jako vzdálenost, z níž uvidíme úsečku dlouhou jedna astronomická jednotka pod úhlem jedné vteřiny. Parsek má délku 206 265 AU a nebo 3,26 světelného roku. Na rozdíl od prvních dvou jednotek se přitom používají i jeho násobky, tj. kiloparsek (1 kpc = 1000 pc) a megaparsek (1 Mpc = 1 000 000 pc).

Jakým způsobem astronomové měří absolutní vzdálenosti vesmírných objektů? V rámci sluneční soustavy se využívá velmi přesný radar, u blízkých stálic triangulace a u objektů odlehlejších více než pět set světelných roků nejrůznější, většinou velmi nepřesné metody. To ovšem znamená, že jsou zatížené chybou až několika desítek procent. Informace, že se stálice XYZ nachází 6200 světelných roků daleko znamená, že ji možná sledujeme jak z dálky 4500 světelných roků, tak 7400 světelných roků. Stejně tak je tomu u galaxií či jiných extrémních objektů.

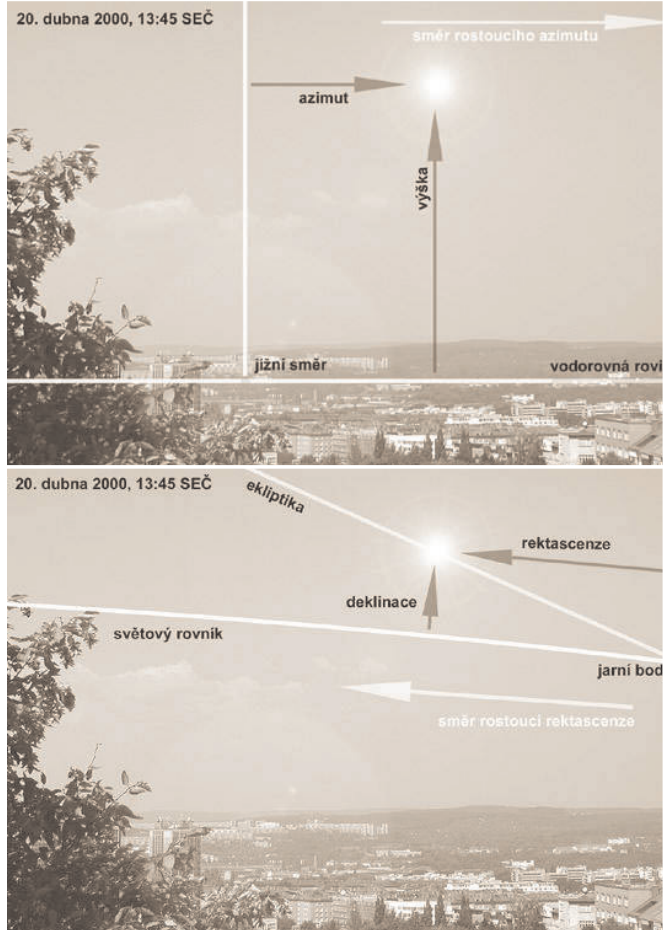
Pro běžné sledování denní i noční oblohy však absolutní vzdálenosti kosmických objektů znát nepotřebujeme. Stačí pouze konstatovat, kterým směrem leží, event. jak moc jsou od sebe úhlově daleko. Pro měření „vzdáleností“ tudíž používáme *úhlovou vzdálenost*, jejíž jednotkou je jeden stupeň. Ve stupních, resp. úhlových minutách a vteřinách se také popisují *rozměry* hvězdokup, mlhovin i galaxií, nebo vzdálenost jednotlivých členů dvojhvězd a vícehvězd.

Jak se ale úhlové vzdálenosti odhadují přímo v praxi? Porovnáním s Měsícem či Slun-

cem, obě tělesa totiž mají shodný průměr půl stupně. Použit ale můžete také vlastní ruku. Zatnutá v pěst má na natažené paži průměr asi deset stupňů, šířka palce odpovídá dvěma a půl stupňům a malíček jednomu stupni. V úhlech se udává i velikost zorného pole dalekohledu, tedy té části oblohy, kterou spatříte daným přístrojem za příslušného zvětšení. Třeba triedrem 7×50 zahlednete nebe o průměru zhruba šest stupňů.

Když si s někým domlouváte schůzku ve městě, nesdělíte mu zeměpisné souřadnice daného místa, nýbrž jej popíšete s ohledem na jiné známé dominanty. Stejným způsobem se lze orientovat i na nebi. Stačí si kolem sledované stálice představit hodinový

ciferník, jehož dvanáctka míří do zenitu (je nahoře). Polohu jiného objektu pak popíšete *úhlovou vzdáleností* a tzv. *pozičním úhlem* určený „malou ručičkou“ ciferníku. Například „*Dubhe* (α UMa) leží 28 stupňů od Polárky (α UMi) v pozičním úhlu pět a půl hodiny.“ nebo „*Jupiter* se nachází na deváté hodině deset stupňů od Měsíce.“ Má-li si však toto sdělení zachovat dlouhodobou platnost, třeba po zápisu do pozorovacího deníku, musíte jej doplnit časovým údajem. Poloha udaná



Horizontální (obzorníkové) a rovníkové (equatorální) souřadnice.

pomocí úhlové vzdálenosti a pozičního úhlu se totiž s časem mění.

Ostřílení kosmoplavci tento způsob vyjadřování běžně používají, obzvláště při rychlé orientaci. Nicméně existují i jiné možnosti. Polohu určitého místa oblohy vyjadřuje *výška*, úhlová vzdálenost od vodorovné roviny (horizontu), a *astronomický azimut*, úhel počítaný od jihu až pod dané místo. Například Polárka (α UMi) má astronomický azimut přibližně 180 stupňů a úhlovou výšku

49 stupňů, Slunce v pravé poledne azimut vždy 0 stupňů a výšku různou podle ročního období – v České republice při letním slunovratu 63,5 stupně, při zimním slunovratu 16,5 stupně. I v tomto případě ale musíte k údajům připsat čas pozorování a zeměpisnou polohu – azimut i výška se neustále mění, snadno si toho všimne už s odstupem několika desítek minut.

Časově a zeměpisně nezávislý je teprve systém tzv. *rovníkových souřadnic*, vycházejících ze zeměpisných souřadnic – poledníků a rovnoběžek. *Deklinace* je analogií zeměpisné šířky, měřené od nebeského rovníku, tj. roviny kolmé k zemské ose. Pokud se nějaká stále nachází na nebeském rovníku, má deklinaci 0 stupňů, severní nebeský pól +90 stupňů, jižní nebeský pól –90 stupňů a při pohledu z České republiky můžete nad svoji hlavou, v zenitu, sledovat hvězdy s deklinací asi +40 stupňů.

Rektascenze je obdobou zeměpisné délky. Nebeskou Greenwich, kterou prochází „nulový nebeský poledník“, však představuje průsečík nebeského rovníku a ekliptiky. Tento bod se nazývá *jarní bod* či *jarní ekvinokcium* a v současnosti jej najdete v souhvězdí Ryb. Je zřejmé, že se v tomto místě jednou do roka – vždy o jarní rovnodennosti, ocitne i naše Slunce (v takovém okamžiku má rektascenzi 0 stupňů). Rovník a ekliptika se na obloze protínají i ve druhém místě – tzv. podzimním bodu, kterým Slunce projde o podzimní

rovnodennosti, kdy má rektascenzi 180 stupňů. Poněkud zvláštně se ale rektascenze počítá proti směru otáčení oblohy a z historických důvodů vyjadřuje v *časově-úhlových* hodinách, kdy 15° odpovídá „1 hodině“. Například tedy rektascenze $2^h 8^m 30^s = 32,125^\circ$. Astronomové se sice od tohoto způsobu měření souřadnice pomalu odklání, v drtivé většině publikací se však stále používá (tato publikace není výjimkou).

Rovníkové souřadnice hodně vzdálených objektů (hvězd, hvězdokup, galaxií) se značně mění až s odstupem řady staletí, výjimkou jsou tělesa sluneční soustavy: U Měsíce a Slunce je změna rektascenze a deklinace patrná i po několika hodinách, v případě Venuše si rozdíl všimnete v několika dnech a u odlehlejších planet s odstupem týdnů.

Chceme-li být v určení polohy nebeského objektu naprosto přesní, musíme vzít v úvahu ještě tzv. *precesní pohyb zemské osy*. Díky němu se totiž mění jak poloha *nebeského pólu* (dnes je od Polárky vzdálen asi 1 stupeň), tak poloha nebeského rovníku a tedy i jarního bodu. Proto se rovníkové souřadnice udávají *pro určitou pozici jarního bodu* (tzv. *ekvinokcium*), dnes nejčastěji pro počátek roku dva tisíce. Stručně se říká, že souřadnice platí pro ekvinokcium J2000,0 (např. se pro něj kreslí astronomické atlasy). Do podobných detailů však proniknete až v okamžiku, kdy se vydáte na lov skutečně slabých vesmírných objektů.

Úkoly pro vás

Pozorujete-li s malým dalekohledem jasná tělesa, bohatě si vystačíte s mapami nebo atlasy a rovníkovými souřadnicemi se zabývat vůbec nemusíte. Úhlové výšky a azimuty, rektascenze a deklinace navíc hravě spočítá každé počítačové planetárium. To však neznamená, že byste je měli ignorovat. Vždyť polohy všech mimořádných nebeských úkazů – planetek, komet, explodujících hvězd se udávají právě v podobě rektascenze a deklinace.

19. Ověřte úhlové rozměry částí vaší ruky na natažené paži – sevřené pěsti, palce a ukazováčku. Vycházejte přitom z faktu, že malá úsečka délky y postavená kolmo na směr od oka má ve vzdálenosti x úhlovou velikost $y/x \cdot (180^\circ/3,14)$. Výsledek konfrontujte s Měsícem, jehož kotouč má průměr pól stupně.

20. Na obloze vyhledejte a ověřte úhlové vzdálenosti alespoň tři dvojic hvězd: Betelgeuze (α Ori) – Procyon (α CMi), Aldebaran (α Tau) – Capella (α Aur), Arcturus (α Boo) – Spica (α Vir), Vega (α Lyr) – Deneb (α Cyg), Altair (α Aql) – Fomalhaut (α PsA).
21. Na volném prostranství upevněte kolmo do země kůl o výšce jeden metr. Za slunečného dne pak každé půl hodiny zaznamenávejte místo, kam dopadá vrchol stínu kůlu (u značky nezapomeňte poznamenat čas). Z takového „záznamu“ zjistíte, kdy se Slunce ocitlo nejvýše nad obzorem. Shoduje se tento okamžik s časem 12 hodin 0 minut, který máte na přesně seřízených hodinkách? Kterým směrem se nachází jih a kterým ostatní světové strany?
22. V předcházející úloze jste vytyčili jednoduché sluneční hodiny. Budou však ukazovat po celý rok stejně přesně?
23. Odhadněte poziční úhel i úhlovou vzdálenost Dubhe (α UMa) vůči Polárce (α UMi). Stejně pozorování proveďte s odstupem 60 minut. Změní se obě hodnoty? O kolik? Proč?
24. Sledujte, jak se mění poloha Měsíce vůči vzdálenějším hvězdám. Dokážete odhadnout, o kolik stupňů se posune za jednu hodinu?
25. Alespoň u tří následujících hvězd odhadněte během nejbližší noci výšku a astronomický azimut. Pozorování konfrontujte s údaji spočítanými některým z počítačových planetárií. Pomocí takového programu zjistíte rovníkové souřadnice sledovaných hvězd, hodnotu rektascenzi převedte z časově-úhlových hodin na úhlové stupně. Aldebaran (α Tau), Altair (α Aql), Arcturus (α Boo), Betelgeuze (α Tau), Capella (α Aur), Deneb (α Cyg), Fomalhaut (α PsA), Procyon (α CMi), Spica (α Vir), Vega (α Lyr).
26. Vyberte si jednu z předcházejících stálíc a po dobu několika hodin sledujte, jak se pohybuje po obloze. Vždy odhadněte výšku nad obzorem i azimut a hodnoty spolu s časem pozorování zapište do deníku. Záznamy nakonec graficky zpracujte – na vodorovnou osu vynesete azimut, na svislou výšku. Dokážete z takového grafu odhadnout dobu východu, nejvyšší úhlové výšky a západu sledované hvězdy? Výsledek konfrontujte s některým z počítačových planetárií.

Zastávka pátá | padající hvězdy

Pokud se pohodlně usadíte někde dál od pouličního osvětlení a zářících billboardů, zaručeně v průběhu pouhé hodiny zahlédnete alespoň pět „padajících hvězd“. Hodláte-li své šance zvýšit, musíte se zaměřit na některý z meteorických rojů.

Srážky naší planety s tzv. meteoroidy se sice odehrávají nepřetržitě, světelný doprovod jejich zániku – prudké ohřátí a rychlé vypaření – můžeme sledovat pouze u těch nejhmotnějších těles. Ty nejmenší proniknou do výšky nanejvýš sedmdesát kilometrů, centimetrová až metrová tělesa o něco níže, a teprve zbytky z těch největších (meteority) dopadnout až na zemský povrch.

Meteoroidy jsou různorodou směsí pozůstatků z dob, kdy vznikala sluneční soustava, zbytků po kolizích planetek

a především po průletech kometárních jader kolem Slunce. Díky kometám se dokonce naše planeta na cestě kolem Slunce setkává se skutečnými řekami drobných částic – meteorickými roji. Pokud do takového proudu Země vlétne, zahlédneme na nebi až patnáct meteorů za hodinu, vylétujících díky perspektivě zhruba z téhož místa oblohy, tzv. radiantu. Obrazně řečeno lze říci, že radiant představuje konec tunelu, jímž prolétají drobné částice meziplanetárního prachu.

Meteorické roje jsou zpravidla pojmenovány podle souhvězdí (event. blízké hvězdy), kde se nachází jejich radiant. Například Perseidy vylétají ze souhvězdí Persea a prosincové Geminidy ze souhvězdí Blíženců (lat. Gemini). V mnoha případech se astronomům dokonce podařilo nalézt mateřské

těleso (kometu) takového toku meziplanetárních částic. Za tzv. éta Aquaridy a Orionidy může vlasatice Halley (naše planeta tento proud protíná hned na dvou místech), za Perseidy kometu Swift-Tuttle.

Výjimečně jsou některé meteory natolik jasné, až na chvíli zazáří více než Venuše. Jednak předvedou skutečně velkolepé světelné představení, jednak existuje reálná šance, že jejich zbytky dopadnou až na zemský povrch. Takové padající hvězdy, odborně označované jako bolidy, jsou ale velmi vzácné.

V takovém případě zaznamenejte co nejpřesněji čas přeletu, jeho polohu mezi hvězdami, event. vůči pozemským předmětům, jasnost a všechny další zajímavé znaky. Zachovejte přítom klid – několik desítek vteřin až minut po průletu meteoru lze občas zaslechnout rázovou vlnu generovanou kosmickým vetřelcem. Zprávy o těchto vzácných jevech shromažďuje Astronomický ústav Akademie věd České republiky. Faktem ale zůstává, že bolid zahlédnete nanejvýš jednou do roka, spíš méně často. Jejich přelety se přitom nedají nijak předpovědět.

Úkoly pro vás

Sledování meteorů přináší šanci splnit si bezpočet nejrůznějších přání. Zatímco běžní „smrtelníci“ zcela výjimečně zahlédnou několik padajících hvězd za život, vy máte šanci sledovat desítky, ne-li stovky meteorů ročně. Můžete pak pro radost mapovat meziplanetární proudy prachových částic uvolněných v dávných staletích a tisíciletích z křehkých kometárních jader. A kdo ví, třeba to zafunguje i s těmi splněnými přáními.

- Pozorujte meteory. Večer ve spacáku ulehňte na lehátko, nebo si jenom sedněte do křesla. Zpočátku si zkuste meteorů vůbec všimnout, později se snažte určit souhvězdí, ve kterém zazářily. Nutnou podmínkou je tmavá, bezměsíčná obloha a dobrý rozhled na větší část nebe. Za takových podmínek zahlédnete až pět meteorů za hodinu, určitě ale zkuste sledovat i mnohem hustější meteorické roje. Mějte však na paměti, že jejich viditelnost a početnost ovlivňuje celá řada faktorů – světlost oblohy, poloha radiantu, okamžik průletu planety Země nejhustší částí meteorického roje... Maximální množství spatřených meteorů, které se udává v obecných přehledu (a náš není výjimkou), odpovídá ideálním podmínkám a může se od reality výrazně lišit.
 - *Quadrantidy jsou jedním z nejhustších meteorických rojů, proud částic je však relativně tenký, proto jej lze sledovat jenom po krátkou dobu 3. či 4. ledna ráno. Roj je pojmenován podle dnes již nepoužívaného souhvězdí Quadrans Muralis na rozhraní Herkula, Pastýře a Draka. Za bezměsíčné noci můžete v ideálním případě zahlédnout až sto Quadrantid za hodinu. Jejich mateřským tělesem je jádro vyhaslé komety 2003 EH₁, které se před pěti sty roky rozpadlo na několik menších částí.*
 - *Lyridy mají radiant poblíž Vegy ze souhvězdí Lyry a aktivní jsou v období mezi 16. a 25. dubnem s maximem kolem 22. dubna. Pozorovatelné jsou tudíž v ranních hodinách. Zdrojem tohoto jinak velmi opomíjeného roje je jádro komety Thatcher. Podle čínských záznamů se sice pozoruje již dva a půl tisíce roků, dokonce několikrát způsobil nefalšovaný meteorický déšť, dnes ale Lyridy bohatostí příliš neoplývají.*
 - *Perseidy jsou nejslavnějším meteorickým rojem. Nejhustší částí proudu prachových částic, které se kdysi uvolnily z komety Swift-Tuttle, prochází Země mezi 11. a 13. srpnem. Za ideálních podmínek pak můžete během jedné hodiny zahlédnout až šedesát meteorů vylétajících ze severního okraje souhvězdí Persea.*
 - *Orionidy vděčí za existenci slavné kometě Halley. Nejvíce, až deset meteorů za hodinu, jich bývá patrných kolem 21. října., kdy vylétají z jihovýchodního okraje souhvězdí Oriona.*
 - *Geminidy jsou posledním bohatým rojem pozemského roku s radiantem poblíž Castora ze souhvězdí Blíženců (lat. Gemini). Létají kolem 13. prosince. Pokud je jasno, Měsíc pod obzorem*

a vy vydržíte mráz, budete spokojeni: Svou bohatostí Geminidy někdy předčí letní Perseidy. Pravděpodobně pocházejí z jádra vyhaslé komety, dnes označované jako planeta 3200 Phaeton.

28. Pokuste se odhadnout polohu radiantu. Pečlivě se zapamatujte cestu meteoru mezi hvězdami, podívejte se do mapy a vyznačte v ní místa, kterými prolétl. Obzvláště pečlivě zakreslete počátek a konec. Pomocí pravítka pak proložte úsečku – v podobě šipky, aby byl zřejmý směr letu. Pokud ale budete meteory zakreslovat do běžných astronomických map, zjistíte, že mají podobu různě zakřivených oblouků. K tomuto pozorování totiž potřebujete speciální, tzv. *gnomonické mapy*, které lze koupit na některé z větších hvězdáren (např. *Gnomonický atlas Brno 2000.0*) a nebo si je můžete nakreslit pomocí některého z počítačových astronomických atlasů a poté vytisknout buď ve formátu A4 a nebo A3. Teprve do gnomonických map lze meteory zaznamenávat v podobě orientovaných úseček.
29. Zakreslování meteorů můžete nacvičovat na umělých družicích. Pomocí služby Heavens Above si nechte spočítat předpověď průletu jasného Iridia a do vhodné gnomonické mapky pak zakreslete jeho cestu mezi hvězdami. Máte-li tu možnost, zkuste zorganizovat sledování Iridia hned několika pozorovateli a poté porovnejte vzájemnou přesnost/nepřesnost jednotlivých zákresů. Budou se spíše shodovat a nebo naopak rozcházet? Dokáže odpověď správně zdůvodnit ještě před experimentem?

Zastávka šestá | trojitě slunce

Prakticky každý třetí den, více než stokrát do roka, předvádí Slunce s Měsícem neuvěřitelně pestrá představení. Odehrávají se ve dne i v noci, často zabírají celou polovinu viditelné oblohy, přesto si jich všimne jen málokterý pozorovatel. Ukrývají se pod závojem jemné oblačnosti, bývají stejně pomíjivé jako světlo, které je vykresluje, jsou nevyzpytatelné a mohou se objevit nebo zmiznout ve kterékoli chvíli.

Pokud se v atmosféře vytvoří dostatečné množství drobných ledových krystalků a nebo kapiček vody, může Slunce a nebo Měsíc na nebi vykreslit světelný tzv. *halový jev*. Nejčastěji se setkáte s tzv. *malým halem*, které vzniká lomem světla na krystalcích ledu ve výšce přes šest kilometrů nad zemí. Má podobu duhového prstenu o poloměr 22 stupňů se středem v Měsíci či Slunci, někdy je krásně celistvé, jindy může být přerušované a nebo se zobrazí v podobě malé části oblouku. Poměrně běžně můžete malé halo spatřit v zimě kolem úplňkového Měsíce, tehdy je ale bezbarvé. Naopak v okolí Slunce bývá barevné jako duha – na vnitřní straně je patrné

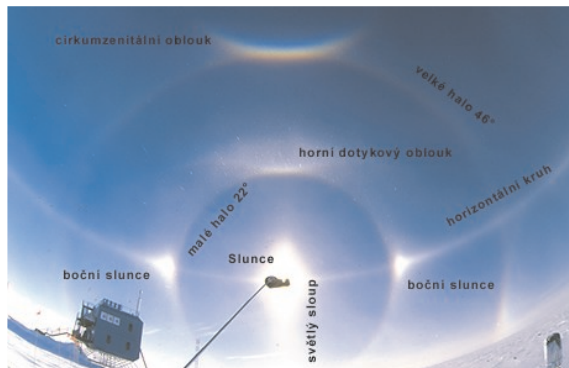
červená, následuje žlutá, zelená a na vnější straně modrá barva. Snadno jej zahlédnete třeba s dobrými slunečními brýlemi, například na lyžování nebo cyklistiku. Pokud je nenosíte, pak se postavte do stínu a nebo si Slunce jednoduše zakryjte rukou.

Kromě kruhového hala jsou často patrná i *vedlejší slunce* (tzv. *parhelia*), která vypadají jako rozmáznuté skvrny přiléhající z boku k malému halu. Mnohdy jsou ale viditelná i bez něj. Také ona jsou duhově zbarvená navíc je doprovází směrem od Slunce miznoucí světlý chvost. Vzácně mohou být dokonce jasnější než Slunce samotné – obzvláště, když se to právě schová za hustší oblačnost.

Za večerního nebo ranního soumraku se tu a tam v atmosféře vytvoří tolik ledových krystalků, že odráží podstatnou část světla Slunce nízkou o obzoru a nebo dokonce už pod obzorem. Takto vytvořené *světelné sloupy* připomínají světlo baterky zářící nahoru z místa, kde se nachází Slunce. Většinou ale nedosahují výšky větší pěti stupňů.

Pokud Měsíc či Slunce prosvětluje řídkou oblačností tvořenou vodními kapkami, ob-

Halových jevů je samozřejmě mnohem více: některé jsou pozorovatelné poměrně často, jiné jsou naopak nesmírně vzácné. Většina z nich se přitom objevuje v okolí Slunce – výrazně silnějšího zdroje světla v porovnání s Měsícem. Učebnicovým příkladem jsou jevy, které se vytváří díky přízemní vrstvě ledových krystalků v Antarktidě. Přiložený snímek pořídil Jarmo Moilanen na jižním pólu 11. ledna 1999.



jevují se kolem nich duhově zabarvené prstěny – *koróna*. Ta je uvnitř modrá, vně červená, občas může být i bezbarvá (této variantě se lidově říká *studánka*). Nepleťte si ji ale se sluneční atmosférou, taktéž označovanou jako *koróna*, která se sleduje pouze během úplných zatmění Slunce.

Koróna vzniká ohybem světla na vodních kapkách v mracích, event. v mlze či kouři. Sled barev se v ní může několikrát opakovat, tu a tam proto dosáhne úhlového průměru až patnáct stupňů! Vzhled koróny leccos vypovídá také o „stáří“ mraku. Pokud je koróna hodně nápadná, obsahuje mrak drobné, malé kapičky vody o průměru jenom desítek mikrometrů – nejspíš vznikl teprve před nedávnem. Ve starých oblacích už kapky stejnou velikost nemají, proto se skrz ně netvoří tak pěkně zabarvené prstěny. Zajímavé je, že ke vzniku bezbarvé koróny není

třeba příliš silného světelného zdroje. Proto bývá vidět kolem jasných planet.

Vodní kapičky mají na svědomí i *irizaci*. Ta vypadá jako duhové a zcela nepravidelné zabarvení, které na mracích vytváří perleťové okraje, skvrny a pásy. Poblíž Slunce bývá irizace většinou barevně nevýrazná, nejčastěji bílá, s rostoucí úhlovou vzdáleností však nabývá na intenzitě i kráse. S úkazem se setkáte po celý rok, kdykoli od rána do večera, výhradně pouze kolem Slunce. Problém je jediný: musíte si jej všimnout. Lidský zrak je většinou oslněn, pomoci však mohou sluneční brýle, ale zkuste se také podívat do obyčejné kaluže, která dostatečně zeslabí odrážející světlo. Za stejné dobré zrcadlo poslouží i kousek hlazeného černého skla, třeba ze svářečských brýlí, nebo obyčejné sklo s tmavým podkladem.

Úkoly pro vás

Symfonie světla – tak se někdy označují halové jevy. Je pravdou, že sledování těchto úkazů jaksí vybočuje z Návodu na použití vesmíru, zaměřeného především na noční oblohu. Na druhou stranu jsou ale hrátky Slunce, Měsíce, ledových krystalků i vodních kapiček natolik opomíjené, že se zaslouží nejen vaši pozornost, ale i pozornost všech vašich přátel. Určitě si pak vyslouží zaslouženou porci aplausu.

30. Sledujte v průběhu roku halové jevy. Ten nejzajímavější vyfotografujte a nebo jej kresbou zachyťte v pozorovacím deníku. Budete-li dostatečně všímaví, můžete si časem sestavit jednoduchou statistiku viditelnosti těchto světelných představení, vč. jejich fotografické nebo obrazové galerie.
31. Zkuste nakreslit vzhled Měsíce při pohledu bez dalekohledu v době, kdy kolem první čtvrti, úplňku a také poslední čtvrti. Nejdříve si Měsíc důkladně prohlédněte a dobře si zapamatujte

polohu, tvar a odstín jednotlivých útvarů. Pokud vás bude měsíční kotouč oslňovat, sledujte jej z osvětlené místnosti a nebo na ještě nesetmělé obloze. Uvědomte si, která část kotouče je nejtmavší a která nejsvětlejší. Do připravené kružnice o průměru pět centimetrů tužkou načrtněte obrysy jednotlivých měsíčních moří. Neustále kontrolujte jejich polohu, postupně zakreslujte menší a menší detaily a zároveň se pokuste zachytit i jejich odstíny. Na výsledné kresbě by neměly být patrné jednotlivé tahy tužkou. Nezapomeňte také do pozorovacího deníku uvést všechny důležité údaje – datum a čas, příp. různé rušivé vlivy (oblačnost, malá výška nad obzorem). Kresbu samozřejmě porovnejte s mapou v atlase či fotografií a zjistěte, které útvary jsou patrné i bez dalekohledu.

32. Změřte úhlový průměr Slunce. Vezměte dva kousky neprůhledného kartónu, v jednom udělejte špendlíkem otvor o velikosti kolem jednoho milimetru, nastavte jej kolmo k přicházejícím slunečním paprskům a na druhý kartón jako na stínítko promítněte malý kruhový obrázek Slunce. Pravítkem změřte vzdálenost obou papírů a také velikost slunečního obrazu. Úhlová velikost Slunce je rovna podílu průměru Slunce a vzdálenosti obou papírů, výsledek však vyjde v radiánech, takže jej musíte ještě přepočítat na úhlové stupně. Měření proveďte hned několikrát a zkusíte pak stanovit chybu dosaženého výsledku.

Zastávka sedmá | nejjednodušší dalekohled

Podíváme-li se nakrátko do historie, zjistíme, že si astronomové s vlastním zrakem vystačili několik tisíciletí. I když se omezili jen na opakovaná měření úhlů, podařilo se jim definovat nejen délku roku, sklon ekliptiky vůči nebeskému rovníku, relativní vzdálenost Slunce i Měsíce, pět planet pravidelně se pohybujících kolem Slunce, četnost zatmění a mnoho dalších podivuhodných znalostí. Už se tedy lidé na nebe jenom nedívali, ale byli schopni shromáždit data analyzovat a dokonce extrapolovat do budoucnosti. Přesto všechno ale astronomové koncem 15. století narazili na hranice svých možností – dalším kvalitativní skok přinesl až vynález dalekohledu. Najednou bylo zřejmé, že ve vesmíru existují objekty, které na obloze neozbrojeným zrakem nikdy nezahlédneme. Sledováním Jupiterových měsíců, fázi Venuše, slunečních skvrn a měsíčních kráterů byla nabourána představa o neměnnosti nebes, výlučném postavení Slunce i Země. A tak je domu dodnes, dokonce i ten nejmenší dalekohled je neuvěřitelným rozšířením možností vašeho zraku.

Hubblův kosmický dalekohled přišel americké daňové poplatníky na tři miliardy dolarů. Stejně částka byla vydána za rentgenovou observatoř Chandra. Kvůli Velmi velkému dalekohledu na chilské hoře Paranal musely evropské státy shromáždit kolem půl miliardy euro. Špičková astronomická technika, se kterou astronomové nahlíží až k okrajům nedohledna, je skutečně nesmírně drahá. Při nákupu vašeho prvního astronomického dalekohledu ale tak hluboko do kapsy sahat nemusíte.

Nejpoužívanější a nejlevnější přístroj totiž vlastní prakticky každý. Nebo se k němu alespoň snadno dostane: buď si jej půjčí od známého a nebo pořídí v obchodě s loveckými potřebami. *Kvalitní triedr* se totiž právem řadí mezi nejužitečnějších astronomických přístroje. Jaký si ale vybrat? Liší se totiž výbavou i cenou a rozhodně přitom neplatí, že dvacetkrát dražší přístroj ukáže na nebi dvacetkrát více detailů.

Snad nejdůležitějším cílem je Měsíc – dokonce i ten nejjednodušší dalekohled totiž na měsíčním povrchu ukáže víc detailů, než

na počátku 17. století spatřil Galileo Galilei. Triedr také dopomůže na obloze nalézt planety Merkur, stejně jako Uran a Neptun.

Venuše je sice nepřehlédnutelná i bez dalekohledu, ale kvalitní přístroj umožní sledovat, jak v průběhu týdnů mění úhlovou velikost a fázi. Zatímco Mars v triedrech vypadá jako „obyčejná naoranžovělá hvězda“, při sledování Jupiteru zahlédnete jeho čtyři nejjasnější měsíce. Naopak spatřit Saturnův prstenec není vůbec jednoduché, musíte použít dalekohled na stavivu s alespoň dvacetinásobným zvětšením.

Pokud máte možnost pozorovat tmavou oblohu daleko od pouličního osvětlení, ukáže vám triedr stálice až stokrát slabší, než jaké uvidíte bez dalekohledu. Do zorného pole se pak dostane hned několik desítek hvězdokup, mlhovin i galaxií, nezapomenutelné bude toulání letní Mléčnou dráhou s náhodnými skupinami stálic, barevnými dvojhvězdami a temnými mlhovinami.

Slovem *triedr* se označuje dvojice dalekohledů, v nichž se používá skleněných hranolů k dosažení vzpřímeného obrazu. Každý takový přístroj charakterizují dvě čísla: *zvětšení* a *průměr objektivu*. Označení 7×50 tedy znamená, že triedr s objektivu o průměru padesát milimetrů zvětšuje sedmkrát. Rostoucí zvětšení nejen omezuje velikost zorného pole, tedy část oblohy, kterou můžete sledovat, ale také zesiluje chvění vašich rukou. Podobně je tomu i s velikostí objektivu: čím je větší, tím bude triedr těžší a tím dříve se vám při pozorování unaví ruce. Jako optimální se tedy jeví *nejvýše desetinásobné zvětšení a průměr objektivů kolem 50 milimetrů*.

Triedr pořídíte velmi levně v různých „second-handech“, na stáncích pouličních tržišť, v zastavárnách a nebo diskontních supermarketech. Takové přístroje však právem vzbuzují nedůvěru: jejich optika bývá více než nekvalitní, z plastu místo skla, s malým a velmi zkresleným zorným polem, navíc jsou mnohdy „doplňeny“ celou

řadou zdraví škodlivých látek. Na druhou stranu ale nemusíte kupovat ani přístroje vybavené zoomem, stabilizátorem obrazu či dalšími hi-tech doplňky, výrazný nárůst ceny se totiž většinou nevyplatí. Nejlepší tedy bude, když navštívíte „kamenný“ obchod s loveckou technikou – *dostatečně kvalitní triedr pořídíte již za dva tisíce korun*.

Před vlastní koupí si rozhodně nezapomeňte ověřit *souosost a optickou kvalitu triedru*. S dalekohledem se podívejte do dálky, zda náhodou „nešilhá“ a nebo s ním dokonce nevidíte dvojité. Triedr otestujte především v noci – obraz musí být dokonalý až k okrajům zorného pole a stálice nesmí v žádném případě vypadat jako barevné úsečky, rozostřené skvrnky nebo „kometky“. Pohledem na Měsíc odhadnete *velikost zorného pole* – měla by se pohybovat mezi šesti a sedmi stupni.

Po mechanické stránce zkontrolujte rovnoměrné nastavování okulárů, které se rozhodně nesmí viklat. Většina triedrů má centrální zaostřování, případnou dioptrickou odchylku oka pak nastavíte na samostatné pohyblivé okuláru. Existují však levnější přístroje, u nichž centrální ostření chybí. U kvalitního dalekohledu nesmí na objektivěch a okulárech chybět *antireflexní vrstva*, která zvyšuje optickou propustnost a naopak snižuje nežádoucí rušivé odlesky. Tato úprava vypadá jako barevný povlak – u levnějších typů triedrů ji najdete pouze na vnějším povrchu objektivů a okulárů, zatímco ty dražší mají ošetřeny všechny odrazné plochy. Pohledem dovnitř každého z dalekohledů si také ověřte, zda nejsou jednotlivé optické plochy zaprášené či jinak špinavé, poškrábané nebo dokonce uvolněné.

Už na začátku vašich plaveb noční oblohou je vhodné triedr mírně upravit. Některé přístroje mívají příliš vysoké opěrky pro oči, tzv. *očnice*, pak se je vyplatí snížit. Nebo si naopak dokoupíte zvláštní očnice pro brýlaté

pozorovatele. Kožený řemínek loveckého triedru je vhodné nahradit tlustou bílou šňůrou. Je v noci nápadnější a navíc se pohodlně nosí i pod bundou. Pokud triedr neberete na delší cesty a nebudou vám vadit jeho zvětšené rozměry, můžete na něj připevnit *rosnice*, které zpomalí noční orosení objektívů. Nejjednodušší je navinout na tubus každého dalekohledu kužel z tvrdého papíru, zevnitř vyložený černou plstí.

Pokud se vám třesou ruce, musíte dalekohled umístit na *stativ*. Ten, co nabízí většina výrobců, ale není příliš praktický. Při ohlížení nebe se často zadíváte hodně vysoko do zenitu a do míst, kde je pod triedrem klasický stojan, potřebujete umístit vlastní hlavu. Mnohem vhodnější je proto *vodorovně rameno zakončené svislým čepem*. Nápadům, jak si něco takového vyrobit, se přitom meze nekladou.

Úkoly pro vás

Lovecký triedr, byť není považován za astronomický přístroj, je skvělým dalekohledem pro všechny (nejen) začínající pozorovatele. Kromě toho, že je s ním na obloze vidět skutečně celá řada podivuhodných objektů blízkého i vzdáleného vesmíru, za relativně nízké pořizovací náklady si snadno otestujete, jak moc je váš zájem o kosmoplavby závažný. A když to náhodou nevyjde? Nevadí, s triedrem se můžete dívat i v přírodě, na vzdálené dominanty a nebo třeba hnízdi ptactvo.

33. Pořídte si triedr 7×50 nebo 10×50 a pečlivě se seznámte s jeho obsluhou. Podle vzdálenosti očí nastavte dalekohledy do správné polohy, každý okulár zaostřete zvlášť, druhé oko mějte přimhouřené nebo si zakryjte objektiv. Při pozorování mějte oči tak blízko okulárů, aby výstupní *pupily* dalekohledu (světlé kroužky u okulárů, obrazy objektivů vytvořené okuláry) splývaly s vašimi zorničkami. Až tehdy uvidíte plné zorné pole.
34. Míření s triedrem trénujte na jasných stálících a později i na objektech, jejichž polohu mezi hvězdami sice znáte, ale bez dalekohledu je vidíte buď stěží nebo vůbec ne.
35. Pokuste se odhadnout úhlovou velikost zorného pole triedru (či jiného vašeho dalekohledu). Při hledání v mapě si poté snáze uvědomíte, jak velkou část hvězdného atlasu vidíte na nebi. U přístroje na stativu můžete postupovat tak, že změříte dobu, za kterou vybraná hvězda projde celým průměrem zorného pole. Výpočet je snadný pro stálice, které se nacházejí na nebeském rovníku. Hvězdy Orionova pásu, Procyon ze souhvězdí Malého psa, Spica z Panny i Altair z Orla urazí na obloze za jednu hodinu patnácti stupňů. Pro hrubý odhad můžete využít Měsíc o průměru půl stupně. Pokud lze u dalekohledu měnit zvětšení, pak odhadněte průměr zorného pole pro každé zvlášť.
36. Ať už pozorujete na tmavé venkovské obloze a nebo světlém městském nebi, vyhledejte následující nebeské objekty. Do pozorovacího deníku si poznamenejte jejich vzhled v triedru a zkuste alespoň jeden z nich zachytit kresbou.
 - *Galaxie v Andromedě (Mlhovina v Andromedě, resp. M 31) leží deset stupňů severozápadně od hvězdy Mirach (β Andromedae). Bez dalekohledu je pozorovatelná dokonce i na světlejší obloze. Na konci podzimu a začátkem zimy najdete galaxii nad jižním obzorem. Ať už se na ni podíváte jakýmkoli astronomickým přístrojem, vždy připomene světlou, snad mírně protáhlou skvrnku o průměru zhruba dva stupně s nápadným středovým zjasněním.*
 - *Hvězdkupy χ a h Persei (čti χ a h Persei) uvidíte bez problémů na půl cesty mezi prostřední hvězdou „W“ souhvězdí Kasiopeji a nejjasnější stálící Persea (Mirfakem). Jsou typickým podzimmím objektem. V triedru vypadají jako dvě husté skupiny hvězd vzdálené přibližně půl stupně.*
 - *Plejády z Býka (Kuřátka, M 45) jsou nápadnou hvězdokupou zimního souhvězdí Býka. Při pohledu bez dalekohledu uvidíte nápadnou skupinu sedmi hvězd rozmístěných v oblasti o průměru pěti měsíčních úptníků, připomínající miniaturu obrazce Velkého vozu. Podíváte-li se na Plejády triedrem, pak zde napočítáte až několik desítek jiskřivých stálic.*

- *Hyády v Býku (Melotte 25) jsou řídkou hvězdokupou v okolí Aldebaranu, nejjasnější stálice v souhvězdí Býka. Na nebi zabírají oblast o průměru téměř deseti měsíčních úplňků. V září je můžete o půlnoci spatřit nad východním obzorem, v listopadu nad jižním a v únoru nad západním obzorem. Do oka vám padne především šest hvězd ve tvaru písmene „V“. Dokonce se na ně ani nemusíte dívat dalekohledem.*
- *Mlhovina v Orionu (M 42) leží v jižním „křídle Orionova motýla“. Na tmavé obloze je viditelná i bez dalekohledu, ale mnohem snazší je zahlédnout mlhovinu triedrem – vypadá jako světlá skvrnka o průměru asi půl stupně obklopující dvě jiskřivé bílé hvězdy (ve skutečnosti je každá z nich vícenásobným systémem). Mlhovina v Orionu je ozdobou zimních i jarních večerů.*
- *Jesličky v Rakovi (lat. Praesepe, M 44) najdete mezi nejjasnější hvězdou Lva – Regulem a nejjasnější hvězdou Blíženců – Polluxem. Při pohledu bez dalekohledu vypadá jako mlhavá skvrna o průměru asi dva stupně, která se v triedru rozpadne na řadu slabších stálic.*
- *Vlasy Bereniky nejsou jenom malým souhvězdím, nýbrž i velmi řídkou hvězdokupou (Melotte 111). Najdete ji mezi souhvězdími Lva, Panny, Pastýře a Honičích psů. Hvězdokupa se nejlépe sleduje bez dalekohledu; v průměru má přes pět stupňů a obsahuje jen několik málo hvězd na hranici viditelnosti.*
- *Kulová hvězdokupa v Herkulovi (M 13) patří na letní oblohu. Mezi souhvězdím Severní koruny a Lyry si nad jižním obzorem všimnete „Herkulova těla“ a nebo jak se familiérně říká „Herkulova květináče“. Na jeho západním okraji se nachází slabší, ale zřetelně mlhavá hvězda, v triedru kruhově souměrná světlá skvrna – kulová hvězdokupa.*
- *Laguna ve Střelci (M 8) vypadá jako skvrna v Mléčné dráze. Pokud si nejjasnější hvězdy Střelce představíte seskupeny do „konvice na čaj“, pak mlhovinu najdete nad její „hubičkou“. Nejlépe je pozorovatelná během léta. Podíváte-li se Lagunu dalekohledem, pak zjistíte, že ji tvoří nejen světlá mlhovina o průměru asi půl stupně, ale také několik zářivých hvězd.*

Zastávka osmá | Slunce jako hvězda

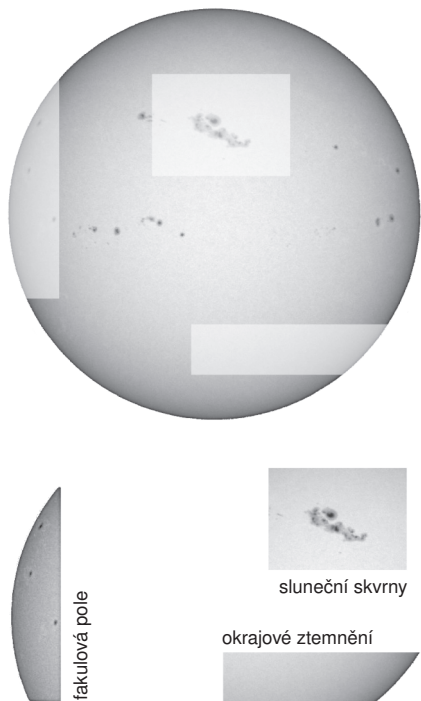
V žádném případě se nesmíte na oslnivý sluneční disk dívat bez speciálních pomůcek. Ať již budete pozorovat pouhým okem nebo dalekohledem, vždy je nezbytné se chránit filtry, které dostatečně zeslabí viditelné i infračervené záření.

Téměř dokonalá a hlavně bezpečná je tzv. projekce pomocí dalekohledu. Jednoduše si vezměte čistý bílý papír a přidržte jej za okulárem ve vzdálenosti zhruba třicet centimetrů (pro začátek použijte nejmenší možné zvětšení). Jakmile dalekohled na stativu správně namíříte, například pomocí stínu vrhaného tubusem, objeví se na papíru světlé kolečko – obraz Slunce. Jestliže nebudou jeho okraje ostré, zkuste papír přiblížit či oddálit a obraz také zaostřete. Sluneční skvrny pak vypadají jako drobné černé tečky s še-

divými okraji. Do dalekohledu se ale v žádném případě nedívejte!

Největší skvrny bývají patrné i bez dalekohledu. V takovém případě si oslnivé Slunce zeslabte pomocí speciálních brýlí určených pro sledování zatmění a nebo temných svářečských filtrů (hustota číslo 13 nebo 14), které se prodávají v obchodech s pracovními pomůckami.

Pokud se chcete malým dalekohledem podívat na Slunce přímo, musíte si pořídit speciální pokovenou folii, která je k dostání v obchodech s astronomickou optikou, například z produkce německé firmy Baader Planetarium (<http://www.baader-planetarium.de/>). Obloukem se ale vyhněte okulárovým filtrům, které jsou ve výbavě většiny levnějších dalekohledů. Hlavní část sluneční-



ho světla totiž nelze odstranit až po průchodu objektivem, hrozí proto zničení dalekohledu a následné poškození vašeho zraku.

Sluneční skvrny nejsou nic jiného než chladnější místa ve fotosféře – viditelné tenké sloupce Slunce. Zatímco teplota slunečního povrchu je zhruba šest tisíc stupňů Celsia, u slunečních skvrn klesá na čtyři tisíce stupňů. Proto se díky kontrastu se zářivějším okolím zdají temné, i když ve

skutečnosti temné nejsou. Vždyť tekuté železo v tavnici peci dosahuje teploty 1500 stupňů Celsia a vlákno halogenové žárovky 3200 stupňů Celsia.

Počet a velikost skvrn se přitom mění. Nejen s odstupem týdnů, ale i roků. Období, kdy se jich na slunečním povrchu nalézá skutečně hodně, se střídají s měsíci, kdy nespátříte ani jednu. Maximální a minimální aktivita Slunce totiž kolísá v cyklech dlouhých zhruba jedenáct let – v současnosti aktivita naší denní hvězdy pozvolna narůstá, vrcholu by měla dosáhnout na přelomu roku 2011 a 2012.

Kromě skvrn mohou být na okrajích slunečního kotouče patrné i nevýrazné světlé oblasti – fakulová pole, která představují světlejší a teplejší oblasti fotosféry. Za dobrých pozorovacích podmínek – především klidného vzduchu – je viditelné zrnění po celém disku, tzv. granulace. Jedná se o vrcholky vzestupných proudů teplejšího plynu, přenášejícího energii z vnitřních oblastí Slunce na povrch.

Na snímcích, ale rovněž při pohledu dalekohledem, si můžete všimnout i okrajového ztemnění slunečního disku. Uprostřed slunečního kotouče se totiž díváme zhruba sto kilometrů hluboko. Na okraji sice dohlédneme fotosférou rovněž tak daleko, avšak podél okraje, nikoli do hloubky. A jelikož s rostoucí hloubkou vzrůstá teplota sluneční atmosféry, je obraz Slunce uprostřed zřetelně světlejší.

Úkoly pro vás

Slunce má bezesporou výhodu – snadno se na obloze hledá. Několik jednoduchých pomůcek také zaručí, že na povrchu naší denní hvězdy zahlédnete nejen sluneční skvrny, ale také celou řadu dalších pozoruhodných jevů. Mějte ale na paměti svoji bezpečnost a používejte dostatečně temné filtry, které zeslabí viditelné i infračervené sluneční záření. Pohled na Slunce skrz skutečně dobrý filtr musí být vždy příjemný!

37. Přizpůsobte svůj dalekohled k pozorování Slunce. Buď si připravte sestavu vhodnou k projekci obrazu Slunce na bílou podložku umístěnou za okulárem a nebo si kupte speciální folii, která se

přípevňuje před objektiv dalekohledu. Při sledování naší denní hvězdy postupujte více než obezřetně a vždy se vyvarujte jakéhokoli rizika poškození zraku!

38. Objeví-li se na povrchu Slunce nápadnější skupina slunečních skvrn, zkuste její pohyb po disku zachytit kresbou. Obraz Slunce promítněte na papír a do připravené kružnice zakreslete polohu všech skvrn. Budete-li pozorování opakovat v několika následujících dnech – vždy ve stejnou hodinu – a pozici skvrn pokaždé zaznamenáte do stejné kružnice, snadno odhalíte její pohyb po slunečním disku. Dokážete z takto pořízené série odhadnout rychlost rotace Slunce?
39. Za dobré viditelnosti a dostatečně klidného vzduchu se pokuste sledovat nejen sluneční skvrny, ale také fakulová pole a granulaci. Při pozorování těchto jemných detailů je ale vhodné použít stínítko – z kartonu připevněného na tubus dalekohledu nebo nehořlavé, tmavé látky, které při projekci sniží rušivé rozptýlené světlo. Také je důležité udržovat v čistotě veškerou optiku okuláru a objektivu. Pokud si při promítnutí na papír nejste jisti reálností drobného útvaru, přiložte ke stínítku kousek čistého bílého papíru a chvíli s ním rychle kmitějte. Snadno tak odhalíte, co je kaz na papíře a co skutečný detail na povrchu Slunce.
40. Pravidelně kontrolujte [www Space Weather \(http://www.spaceweather.com\)](http://www.spaceweather.com) a vyčkejte, až se na povrchu Slunce objeví skutečně veliká skvrna. Pokud bude alespoň pětikrát větší než planeta Země, dosáhne její úhlový průměr jedné minuty a vy ji můžete spatřit i bez dalekohledu. Na stejných www stránkách najdete předpověď aktivity naší denní hvězdy, včetně možnosti nadcházejících polárních září.

Zastávka devátá | nestálé stálice

Ještě před dvěma tisíci roky nebyly hvězdy nic jiného než exkluzivní herci nočního dramatu. Jedna zdobila ohanbí střelce, druhá se stala jedovatým trnem obávaného pouštního zvířete, třetí krví podlitým okem býka a čtvrtá šupinou krvežiznivě hydry. Kladní i záporní hrdinové příběhů drobných bludiček na temném sametu tak bedlivě sledovali kypící města, chudé vesnice i osamělé poutníky.

Po několika stovkách roků intenzivního studia však už víme, jaký mají hvězdy původ, kterým směrem se vyvíjejí a pochopili jsme peripetie jejich pomalého či naopak bleskového umírání. Původně nehybně strnulý vesmír se nám před očima proměnil v dynamický svět nejrůznějších druhů stálic, bizarních černých děr, pomalu doutnajících červených trpaslíků, rozpínajících se obálek supernov, suprahustých neutronových hvězd i pozvolna chladnoucích bílých trpaslíků.

Většina názvů souhvězdí i jednotlivých hvězd má původ v hluboké minulosti. Lidé dávali výrazným skupinám jména podle hrdi-

nů z bájí či legend a nebo také podle jejich praktického významu. Každý národ a mnohdy i leckterý domorodý kmen viděl na obloze jiné postavy a předměty. Historie tomu chtěla, aby se nakonec po celém světě prosadila souhvězdí popsaná na přelomu našeho letopočtu řeckým astronomem Klaudiem Ptolemaiem (90–168 př. n. l.) v rozsáhlé sérii knih, v podstatě soupisu tehdejších znalostí matematiky a astronomie nazvaném *Almagest*. Nejstarší souhvězdí jsou tedy logicky spojena s bájemi a pověstmi z řecké a římské říše, většina z nich však byla zavedena již Babyloňany z prvních městských států kolem řek Euprat a Tigris. Mezi hvězdy tedy byla načrtnuta někdy v době kolem roku tři tisíce před naším letopočtem. Další souhvězdí byla přidána až později, buď během námořních výprav na jižní polokouli (Kompas, Chameleon, Mečoun, Moucha) nebo při tvorbě prvních astronomických atlasů (Lištička, Štít, Sochař, Žirafa).

V dnešním pojetí souhvězdí představují přesně ohraničené části hvězdného nebe, do

nichž patří všechny vesmírné objekty – stálice, jejich skupiny, mlhoviny a dokonce i vzdálené galaxie. Od třicátých let 20. století přitom používáme 88 takových souhvězdí; žádný nebeský objekt nemůže ležet ve dvou souhvězdích současně a nebo mimo kterékoli z nich. Každé z nich má svůj název v domácím jazyce a pro mezinárodní porozumění i v latině. Často se pak používají třípísmenné zkratky – například Velká medvědice se označuje Ursae Maioris, zkr. UMa.

Většina vlastních jmen hvězd pochází ze 14. století našeho letopočtu, kdy evropští učenci překládali z arabštiny některá významná astronomická díla starověku zpět do latiny. Názorným příkladem je nejjasnější hvězda z Labutě. Klaudius Ptolemaios ji kolem roku 150 před naším letopočtem popsal jako „jasnou hvězdu na chvostu ptáka“. Arabové toto označení přeložili na *Al Dhanab al Dajajah*, z čehož při zpětném překladu do latiny zůstalo jenom zkomolené slovíčko *Deneb*.

V roce 1603 se u nápadných hvězd poprvé objevila *řecká písmena*. Německý hvězdář Johann Bayer tímto způsobem označil stálice v jednotlivých souhvězdích. Začátek abecedy posloužil k identifikaci těch jasnějších, konec abecedy naopak těm slabším. K tomuto písmenu se dnes přidává latinský název souhvězdí (někdy jen třípísmenná zkratka). Deneb z Labutě má tedy označení α Cygni (čti *alfa Cygni*, resp. *alfa z Labutě*), nebo zkráceně α Cyg. Stejně tak se Sirius popisuje jako α Canis Maioris, resp. α CMA.

Přibližně počátkem 18. století bylo Johnem Flamsteedem zavedeno *alternativní značení čísla* – tentokrát podle stoupající rektascenze (s přídatkem zkratky souhvězdí). Deneb má tedy označení 50 Cygni, resp. Sirius pro změnu 9 Canis Maioris (resp. 9 CMA). Vlastní označení mají z historických důvodů i proměnné hvězdy, např. RR Lyra, RZ Cassiopeiae, V839 Cygni.

Katalogové zařazení dostaly i objekty vzdáleného vesmíru. V praxi se nejčastěji setkáte se soupisem hvězdokup, mlhovin a galaxií sestaveným na sklonku 18. století francouzským astronomem Charlesem Messierem (značí se zkratkou M) a nebo koncem 19. století Johannem Dreyerem (zkr. NGC). Zápis M 11 znamená *jedenáctý objekt v katalogu Charlese Messiera*, zkratku NGC 752 čteme jako *752. objekt v soupisu New General Catalogue*.

V Messierově katalogu najdete ty nejnápadnější mlhoviny, hvězdokupy a galaxie lehce dostupné i malými astronomickými přístroji. Řada z nich je dokonce pozorovatelná bez dalekohledu. NGC je výrazně rozsáhlejším soupisem, některé objekty jsou nápadné, jiné naopak velmi slabé, takže je nezahlednete ani hodně velikými přístroji. Většina nebeských objektů přitom figuruje v několika astronomických katalozích současně. Například Velká mlhovina v Orionu má označení M 42 a současně NGC 1976.

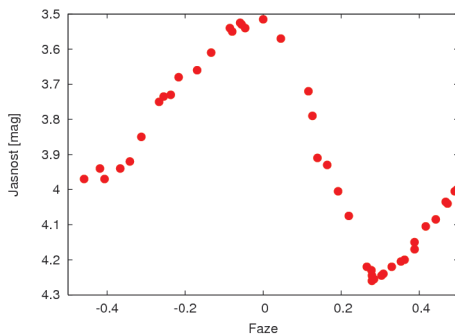
Už na první pohled je zřejmé, že hvězdy nejsou stejné – liší se jasností. Některé jsou natolik zářivé, že je zahledneme již za soumraku na ještě hodně světlé obloze, jiné stěží uvidíme i v ideálních podmínkách z vrcholu osamocené hory. Jak moc na nás hvězdy či jiné vesmírné objekty svítí, popisuje takzvaná *hvězdná velikost*, jejíž jednotkou je *magnituda*. Z historických důvodů ale platí, že *čím je hvězdná velikost menší, tím je objekt jasnější*. Slunce má hvězdnou velikost -27 mag, Měsíc v úplňku -13 mag, Venuše -4 mag, Jupiter $-2,5$ mag. Nejjasnější hvězda noční oblohy Sirius ze souhvězdí Velkého psa má jasnost $-1,5$ magnitudy, Capella, Vega a Arkturus 0 magnitudy, nejslabší hvězdy viditelné bez dalekohledu 7 magnitud. Třídrem můžete zahlednout hvězdy slabé jenom 9 magnitud a dalekohledem o průměru objektivu deset centimetrů asi 12 magnitud.

Hvězdnou velikost vybrané stálice zjistíte tak, že ji porovnáte s několika hvězdami,

jejichž jasnost znáte. Uvádí je některé tištěné atlasy, ale bez problémů je zjistíte především v počítačových planetáriích. Hodnotu hvězdné velikosti můžete „vyspat z rukávu“, poněkud přesnější je zařazení mezi dvě stálice, například „na 2/5 mezi Vegou a Denebem“. Trénovaný pozorovatel si dokáže u dvou hvězd všimnout rozdílu jen 0,1 magnitudy, faktem ale zůstává, že se hvězdné velikosti dnes zjišťují zcela jinými, mnohem přesnějšími metodami.

Hvězdy také nesvítlí stálým světlem, nýbrž *nahodile poblikávají*. Tento jev, odborně označovaný jako *scintilace*, resp. *seeing* vytváří zemská atmosféra: Světlo přicházející od hvězdy se láme na rozhraní různých vzdušných vrstev, jejichž skladba se neustále mění, takže světelný paprsek rychle v malém rozmezí mění směr. Jednou oko zasáhne, jednou ne – hvězda poblikává. Obzvlášť nápadné je to u stálic nízko nad obzorem.

Jasnost některých hvězd ovšem kolísá, i když odhlédneme od neklidu zemské atmosféry. Tyto tzv. *proměnné hvězdy* každý večer předvádí unikátní nebeská představení; může se jednat o osamocené stálice, které se pravidelně vzdouvají a zase vydouvají, jindy



Světelná křivka η Aql. Křivka byla pořizena z pozorování během jednoho roku a vynesena vůči fázi s periodou 7,176 dne.

sledujeme vzájemně se zakrývající dvojhvězdy. V některých případech se na povrchu hvězd tvoří horké, zářivé skvrny, a v jiných se zahalují mračny neprůhledného prachu...

O tom, že se hvězdy skutečně mění, se můžete přesvědčit hned ve dvou učebnicových případech – δ Cephei a η Aquilae. Obě se mění prakticky nepřetržitě; první jmenovaná s periodou 5,367 dne v intervalu 3,5 a 4,5 magnitudy, η Aquilae v rozmezí 3,5 a 4,4 magnitudy s periodou 7,18 dne. Stačí se na ně podívat několik nocí po sobě.

Úkoly pro vás

Hvězdy jsou po staletí symbolem neměnnosti. Realitou však zůstává, že stálice vznikají, vyvíjejí se a zanikají, pouze lidské životy jsou natolik krátké, že si prakticky žádných změn nedokážeme všimnout. Přesto všechno alespoň u proměnných hvězd nápadné zvláštnosti zahlédneme docela snadno. Jejich pozorování však není jednoduché a vyžaduje trpělivé cvičení.

41. Které pozemské souhvězdí je největší a které nejmenší? Jsou pozorovatelná i z České republiky?
42. Naučte se poznat, správně vyslovit a zapsat jednotlivá písmena řecké abecedy.
43. Pomocí tištěného atlasu nebo počítačového planetária zjistěte alespoň některá alternativní označení jasných hvězd Aldebaran, Altair, Arcturus, Betelgeuze, Capella, Deneb, Fomalhaut, Procyon, Spica a Vega.
44. Zjistěte, která z hvězd předcházejícího výčtu je ke Slunci nejbližší a která nejvzdálenější? Pátrejte v literatuře, na internetu a nebo pomocí počítačového planetária.
45. Je Slunce nadprůměrnou a nebo podprůměrnou hvězdou? Jak vypadají ve vesmíru nejčtenější hvězdy? Můžete některou z nich zahlédnout i bez dalekohledu?

46. V letních měsících sledujte, jak se během noci mění jasnost Capelly ze souhvězdí Vozky. Jedná se o tzv. *cirkumpolární hvězdu*, která v našich zeměpisných šířkách nikdy nezapadá, jenom se přibližuje k severnímu obzoru. (Analogicky se také hovoří o *cirkumpolárních souhvězdích*.) Pozorované změny jasnosti Capelly zkuste vyjádřit i graficky: na vodorovnou osu vynesete výšku této stálice nad obzorem, na svislou její jasnost (stačí ji odhadnout s přesností na půl magnitudy). Kdy je zeslabení této hvězdy největší? Proč?
47. Za ideálních podmínek je lidský zrak schopen rozlišit dva bodové zdroje světla se vzdáleností pouze jedné úhlové minuty. Za šera a v noci se však ostrost našich očí výrazně zhoršuje. Zkuste si proto kvalitu vašeho zraku sami ověřit. Na obloze vyhledejte následující hvězdné páry a zjistěte, zda je ještě spatříte jako dvě samostatné zářící stálice (v závorce úhlová vzdálenost): Mizar (ζ UMa) – Alcor (80 UMa) (11,8'), $\theta_{1,2}$ Capricornius (Algedi) (6,3'), $\theta_{1,2}$ Tauri (5,6'), α_1 Cygni – 30 Cygni (5,5'), Atlas (27 Tau) – Pleione (28 Tau) (5'), $\epsilon_{1,2}$ Lyrae (3,3')
48. Sledujte několik nocí po sobě η Aquilae nebo δ Cephei. Do pozorovacího deníku запиšte čas pozorování a jasnost hvězdy v magnitudách (s přesností na desetinu), kterou zjistíte porovnáním s ostatními stálicemi. Proměnnou δ Cephei porovnávejte s následujícími hvězdami (v závorce jasnost): ξ Cephei (3,4 mag), ϵ Cephei (4,2 mag), β Lacertae (4,4 mag). U η Aquilae naopak využijte tyto stálice, δ Aql (3,4 mag), β Aql (3,7 mag), ι Aql (4,4 mag). Pokud můžete, proveďte jeden odhad večer a druhý ráno. Výsledek shrňte do grafu, ve kterém bude na svislém ose odhadnutá jasnost proměnné hvězdy, na vodorovné čas pozorování.
49. Vyhleďte na obloze hvězdu μ Cephei, podívejte se na ni triedrem a zjistěte, jaký má barevný odstín.
50. Navrhněte a poté zrealizujte způsob, jak odhadnout počet hvězd viditelných vašim astronomickým dalekohledem na celé obloze. Pro představu, bez dalekohledu na světlé městské obloze najdete jenom několik stovek hvězd, pokud byste se vydali někam za tmavou oblohou, můžete sledovat až čtyři tisíce stálic! Ještě větší počet byste viděli loveckým triedrem – zhruba dvě stě tisíc.
51. Ne všechny proměnné hvězdy mění jasnost z hodiny na hodinu. Existují i *dlouhoperiodické proměnné hvězdy* a nebo *nepravidelně se měnící hvězdy* s velkými výkyvy jasnosti – zatímco v maximu mohou být snadno viditelné i bez dalekohledu, v minimu je stěží zahlédnete hodně velkým astronomickým přístrojem. Zkuste pozorovat a odhadnou jasnost těchto hvězd – R Lyrae, χ Cygni, Mira (o Ceti) a R Hydrae.
52. Proměnné hvězdy δ Cephei a η Aquilae nemusíte sledovat nepřetržitě. Stačí se na ně podívat jenom občas, v průběhu několika týdnů či měsíců. Světelnou křivku pak sestavíte pomocí tzv. fáze. Okamžik prvního pozorování proměnné hvězdy označte jako T_0 , okamžik „ n -tého“ pozorování T_n . Nyní spočítejte hodnotu $(T_n - T_0)/P$, kde P je perioda světelných změn (u δ Cephei $P = 5,366341$ dne, η Aquilae 7,17644 dne). Fáze je část výsledku za desetinnou čárkou, její hodnota tedy bude někde mezi 0 a 1. Nezapomeňte však čas T_n i T_0 převést na dny! Do grafu světelné křivky pak na vodorovnou osu vynášejte spočítanou fázi, na svislou odhadnutou jasnost.
53. Pomocí počítačového planetária nebo internetu zjistěte okamžik, kdy nastane minimum jasnosti zákrytové dvojhvězdy Algol (β Persei), kterou lze srovnávat s γ Andromedae (2,1 mag), ϵ Persei (2,9 mag) a κ Persei (3,8 mag). Celý zákryt trvá asi deset hodin, nejnápadnější je v rozmezí dvou hodin kolem předpověděného okamžiku minimální jasnosti. Hvězdnou velikost odhadujte alespoň dvakrát za hodinu, u každého pozorování nezapomeňte do deníku zapsat čas s přesností na minutu. Už po první takové události můžete zkusit vykreslit průběh světelných změn.
54. Zjistěte, kdy nastane nejbližší zatmění Měsíce nebo Slunce a pokuste se tento úkaz také sledovat. V případě naší denní hvězdy půjde především o zajímavý vizuální zážitek, v případě Měsíce můžete během fáze úplného zatmění popsat barevnou podobu disku našeho nejbližšího vesmírného souseda (vč. kresby nebo fotografie). Všimněte si také, jak výrazně se změnil počet viditelných stálic. Odhadněte mezní hvězdnou velikost v různých fázích úkazu.

Zastávka desátá | komiks nebo román?

Někdo záznamy o svých plavbách oblohou odbude nic neříkajícími poznámkami, pro jiného se může pozorovací deník stát téměř románovou předlohou s detailními kresbami a řadou dalších neuvěřitelných šperků. Ať už se přikloníte ke kterékoli z možností, jistou formou byste dodržovat mohli. Jinak riskujete, že se ve svých záznamech ztratíte již s odstupem několika málo nocí.

Zápis z každé pozorovací noci (nebo dne) začnete *datem*; pozorujete-li v noci, pak formou zlomku. Například 3./4. srpna 2007 nebo 30. listopadu/1. prosince 2007. Součástí úvodního titulku má být *identifikaci stanovité*, není-li samozřejmě pokaždé stejné. Po úvodní hlavičce může následovat charakteristika pozorovacích podmínek, buď formou vlastních zkratk a nebo v rozvíjejších větách. Např. „*Přes den bylo skoro zataženo, se západem Slunce se ale obloha jako zázrakem vyčistila a teď už na nebi není ani mráček.*“ nebo „*Sousedovic pes štěká na toho našeho a já je musím pořád okřikovat.*“

Pak už následují záznamy o pozorování jednotlivých nebeských objektů. Vždy uveďte, *kdy a co jste pozorovali*. Při zapisování časových údajů jednoduše opisujte údaj na hodinkách, u většiny pozorování na nějaké té minutě nesejde (s výjimkou přeletu velmi jasného meteoru či jiného unikátního úkazu). Musí být ovšem jasné, *jaký čas ve svém deníku používáte*. Zda občanský, bez ohledu na roční období *středoevropský* nebo podobně jako profesionální astronomové *čas světový*. Nezapomeňte si tedy poznačit, o jaký „čas“ jde právě ve vašem deníku – např. 00.59 SELČ, resp. 21.03 SEČ nebo 06.37 UT.

V průběhu noci věnujte pozornost *pozorovacím podmínkám*, obzvlášť když dojde k jejich změně. Po východu úplňkového Měsíce a nebo příchodu jemné oblačnosti na ob-

loze většinu nebeských objektů zhlédnete podstatně hůře než na tmavém nebi vysoko v horách. Velmi dobrou charakteristikou je *mezí hvězdná velikost* (zkráceně *mhv*), která udává jasnost nejslabších stálic v místě, kde se zrovna díváte na oblohu. Za skutečně dobrých podmínek se *mhv* pohybuje mezi 6 až 7 magnitudami, na světlé městské obloze však *mezí hvězdná velikost* dosáhne sotva 5 magnitud. Pro většinu účelů bohatě stačí, když ji určíte s přesností na půl magnitudy. K tomu můžete zpočátku využít speciální tištěné mapy, kde jsou hvězdné velikosti vybraných stálic uvedeny (např. pro sledování meteorů), později už hodnotu *mhv* odhadnete pouhým pohledem na nebe – například podle „množství“ stálic patrných kolem Polárky, hlavy Draka, Velkého vozu apod.

Objekt vašeho studia také správně *identifikujte* – vlastním jménem a nebo označením v některém z číselných katalogů. Pokud se budete dívat na nápadné hvězdokupy, mlhoviny či galaxie, chybu zřejmě neuděláte. Jakmile ale začnete systematicky sledovat nejrůznější slabé objekty, musíte postupovat skutečně pečlivě. Není přitom na škodu informaci rozšířit o zkratku souhvězdí. V jednom čísle snadno uděláte chybu a mnohá značení nejsou jednoznačná – např. NGC 6543 Dra.

Řada objektů je zapsána hned v několika různých soupisech, proto musíte kromě čísla při zápisu uvést i *zkratku použitého katalogu*. Například Plejády = M 45 = Cr 42 nebo Mlhovina v Orionu = NGC 1976 = M 42. V případě, že žádné obvyklé označení neznáte, identifikujte jej popisem, skicou či souřadnicemi (odhadnutými třeba z atlasu).

Poslední a nejobsáhlejší bývá *popis pozorovaného objektu*. Určitě jste si sami již dávno uvědomili, že vesmírné objekty sice

na záběrech z pozemských či kosmických observatoří kypí neuvěřitelnými detaily s fantastickými barvami, při pohledu „na vlastní oči“ však bývají černobílé, nevýrazné a nanejvýš s několika více či méně zřetelnými podrobnostmi. Přesto všechno se od sebe liší a vy můžete jejich vzhled zachytit i v pozorovacím deníku.

Předně si poznamenejte, jak moc je sledovaný objekt *jasný* – nenápadný, zřetelný, nápadný, na první pohled, jakou měl *úhlovou velikost* – ve stupních, minutách či vteřinách, *tvar* – kruhový, protáhlý, nepravidelný, příp. *jakým způsobem jste jej našli*. U mlhavých objektů si všimněte průběhu jasu – centrální zjasnění, okraje ostré/miznoucí do ztracena, skvrnitá, a pokuste se je také rozlišit na jednotlivé hvězdy.

Otevřené hvězdokupy mohou být bohaté i chudé na hvězdy, některé z nich mívají zřetelný barevný odstín. Pokud se s větším zvětšením stávají řídké, pak je označujeme jako mělké, naopak ty, které mají pořád co ukázat, jsou hluboké. V mnoha případech vám seskupení stálic připomene nějaký tvar – neváhejte pustit uzdu své fantazie. U dvojhvězd a vícehvězd je důležité, v jakém zvětšení jsou patrné coby oddělené zdroje světla, mnohdy jsou u jedné (obou) stálic zřetelné různě barevné odstíny.

Je také velmi pravděpodobné, že dříve nebo později na obloze objevíte *něco skutečně záhadného*. UFO – *Unidentified Flying Object*, česky *Neidentifikovaný létající objekt* – totiž existuje, avšak s „létajícími talíři“ či přímo s mimozemšťany bývá spojováno neprávem. Zpravidla se totiž jedná o různé světelné jevy, nejčastěji jasné planety, letadla a balony, družice a nebo speciální světelné projektory. Pokud si nejste s identifikací sledovaného „ufa“ jisti, poznamenejte do pozorovacího deníku následující informace: přesný čas, polohu na nebi vůči jasnějším hvězdám nebo alespoň pozemským předmětům, úhlovou velikost objektu a event. *úhlovou rychlost*, tj. kolik stupňů urazilo za jednu sekundu nebo jednu minutu. Navíc je zpravidla nezbytné, aby daný jev takto nezávisle popsali alespoň dva lidé – pro kontrolu a triangulaci, tedy určení lineární vzdálenosti i rozměrů.

Při zapisování do pozorovacího deníku buďte pečliví a vše neustále kontrolujte. Dopisujete-li později do záznamů další poznámky, pak vždy jinou barvou (např. modrou kuličkovou tužkou). Nikdy nepoužívejte pero nebo fix – v noci může deník zvlhnout a text se nepřijemně rozpíje. Velmi praktické je psát v noci jen na pravé stránky pozorovacího deníku a dodatečný komentář na vedlejší, levé strany.

Úkoly pro vás

Pozorovací deník vlastněte již od začátku vašich toulek hvězdnou oblohou. Teď mu ale můžete dát patřičnou fazonu. Vaše zápisky se pak stanou ojedinělým dokumentem o putování jednoho pozorovatele oblohou – ve dne v noci. Pokud budete skutečně pečliví, teprve po letech poznáte jeho skutečnou cenu.

55. Zkuste sledovat, jak se s různými pozorovacími podmínkami mění úhlová délka galaxie v Andromedě (M 31). Do pozorovacího deníku vždy запиšte mezní hvězdnou velikost při pohledu bez dalekohledu v oblasti kolem galaxie, poté se podívejte na M 31 triedrem a vzhledem k průměru zorného pole odhadněte její úhlovou délku. Při mezní hvězdné velikosti horší než 4,5 magnitudy nemusí být vůbec pozorovatelná, na velmi tmavé obloze při mhv lepší než 6,5 mag naopak přesáhne délku čtyř stupňů. Po několika týdnech pozorování sestavte graf, ve kterém na vodorovnou osu vynesete mezní hvězdnou velikost a na svislou úhlovou délku M 31.
56. Kromě popisu pozorovacích podmínek může mezní hvězdná velikost odhadnutá v různých úhlových výškách nad obzorem posloužit k orientačnímu studiu tzv. *extinkce*, tedy absorpce

a především rozptylu procházejícího světla zemskou atmosférou. Za dobrých pozorovacích podmínek – bezměsíčné a bezoblačné noci po konci soumraku, určete v jednom azimutu mezní hvězdnou velikost v různých výškách nad obzorem, především pak v oblasti mezi obzorem a padesáti stupni. Výšku nad obzorem, ve které jste stanovili m_h , odhadněte co nejpřesněji, třeba pomocí teodolitu nebo počítačového atlasu. Pozorování zanepte do grafu, ve kterém na svislou osu vynesete m_h a na vodorovnou tloušťku tzv. vzdušné hmoty t , kterou jednoduše vypočítáte vztahem $t = 1/\sin h$, kde h je výška nad obzorem (ve stupních). V zenitu je tedy tloušťka vzdušné hmoty rovna jedné, ve výšce třicet stupňů dvěma, ve výšce 19,5 stupňů třem, ve výšce deset stupňů prochází světlo 5,6krát tlustší vrstvou než v zenitu... a v menších výškách už aproximace $1/\sin h$ neplatí. Stejně pozorování zkuste zopakovat také na jiných stanovištích, např. ve městě a nebo třeba za snížené viditelnosti. Zaznamenáte výkyvy atmosférické extinkce?

Zastávka jedenáctá | nevýrazné planety

Pestré snímky planet i jejich podivuhodných satelitů, které nám dnes a denně zasílají meziplanetární sondy roztroušené po celém prostoru sluneční soustavy, jsou úžasné a právem zdobí řadu astronomických knih i časopisů. Bohužel, malými dalekohledy na planetách příliš zajímavostí nespátříte. Omezená rozlišovací schopnost jednoduchých přístrojů totiž dovolí ukázat pouze několik nejvýraznějších jevů. To vše bude navíc černobílé, jen s náznakem mdlých barevných odstínů.

Fáze Venuše vznikají podobně jako u Měsíce. Tato planeta navíc v průběhu týdnů s rostoucí nebo klesající vzdáleností od Země nápadně mění *úhlový průměr*. Oba jevy jsou snadno pozorovatelné i tím nejmenším dalekohledem – vyjma divadelních kukátek a nekvalitních plastických přístrojů. Stejně zajímavé je sledovat dalekohledem s velkým zvětšením *západ planety za velmi vzdálený obzor*. Jeden okraj Venuše tehdy získá nápadně červené zabarvení, zatímco druhý barvu modrou – záleží také na tom, jakým dalekohledem úkaz sledujete. Příčinou je lom světla v pozemské atmosféře – paprsky červené barvy se totiž lámou méně než modré a obraz Venuše se promění v *úzké spektrum*.

Venuše se k nám z planet sluneční soustavy sice přibližuje na nejmenší možnou vzdálenost a mívá proto největší úhlový průměr, v pozemských dalekohledech však žádné detaily na jejím povrchu nezahlednete. Spatřit nelze nic víc než jen neúplný kotouček, snad mírně ztemnělý u okraje. Ve viditelném světle totiž sledujeme jenom horní vrstvy husté atmosféry, která propouští pouze ultrafialové záření.

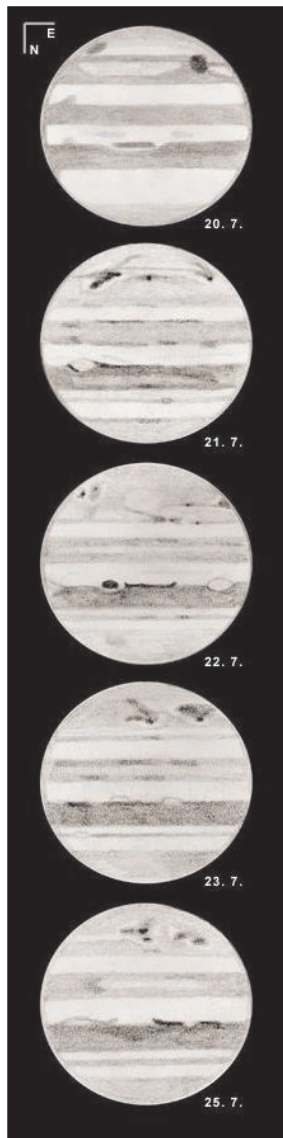
Čtyři největší Jupiterovy měsíce – Ió (čti ijó), Europa, Ganymed a Kallistó – lehce zahlednete už v triedru upevněném na stativu. Dokonce s odstupem několika málo hodin zjistíte, že neustále mění polohu. Spatřit také můžete některé *jevy přímo v Jupiterově atmosféře*: temné rovníkové pásy jsou patrné už v menším dalekohledu o průměru objektivu pět centimetrů. Ve větších přístrojích si na jejich okrajích určitě všimnete řady dalších detailů: světlých i tmavých skvrnek, záhybů i zálivů. Známá *Velká červená skvrna* leží na jižní polokouli, není však červená, ani nápadná; vypadá jako drobný světlý ovál. Obdobně jako jiné oválné skvrny představuje „velká červená“ ohromný vír několikrát větší než planeta Země, který se otáčející jako kulička v ložisku mezi dvěma sousedními atmosférickými proudy.

V malém dalekohledu je nápadný i *Saturnův prstenec*, ozdoba druhé největší planety sluneční soustavy. Pokud vám to dalekohled umožní, pokuste se v Saturnově atmosféře zahlédnout některé tmavší skvrnky. Vidět může být i stín, který prstenec vrhá na planetu (resp. planeta na prstenec), v těsné blízkosti planety snadno odhalíte největší měsíc – *Titan*. Vypadá jako „hvězda“ osmé velikosti. Ve větších dalekohledech spatříte i *Rheu*, satelit desáté velikosti nevzdalující se na více než dvojnásobek velikosti prstenu. Naopak velmi vzdálený je *Japetus*. Jeho polokoule, která směřuje při letu kolem Saturnu dopředu, je výrazně tmavší, proto má při největší západní výchylce jasnost deset magnitud, zatímco při východní je o celé dvě magnitudy slabší. Tehdy se ale vzdaluje až na dvanáct průměrů prstenu daleko (9 až 10 úhlových minut) a je těžké jej odlišit od anonymních stálic. Stejně jako v případě Jupiterových měsíců vám při hledání Saturnových satelitů pomohou nejrůznější počítačové programy a nebo hvězdařské ročenky či časopisy.

Saturnovy prstény jsou složeny z částic vodního ledu, od velikosti obytného domku až po jemný prach mikrometrových rozměrů. Neuvěřitelná je i jejich šířka: jen několik stovek metrů! Kdyby tedy měly prstény stejnou tloušťku jako list papíru, činil by jejich průměr hodně přes padesát metrů! Pokud se ale na ně podíváte větším dalekohledem, možná si uprostřed prstenu všimnete tmavého předělu, tzv. *Cassiniho dělení*, bývá však pozorovatelné pouze za skutečně klidného vzduchu.

Sousední Mars je jedinou planetou, u níž dohlédneme až na povrch, navíc je v relativně blízké době nejbližším cílem celé řady meziplanetárních. Pozornost nejspíš upoutá na první pohled: Na rozdíl od běloskvoucího Jupiteru či Venuše je Mars zřetelně naoranžovělý. Proto si také vysloužil jméno řeckého boha války. Pokud vlastníte dalekohled o průměru objektivu alespoň pět centimetrů a zvětšení alespoň stokrát, určitě zahlédnete *polární čepičky*, které se jeví jako bílé skvrny v okolí severního a jižního pólu. Jsou ze směsi oxidu uhličitého a vodního ledu, v průběhu měsíců tudíž zřetelně mění velikost – v závislosti na ročním období a také proto, že se Mars pozvolna naklání směrem k Zemi (resp. od ní). Většinou bývá pozorovatelná pouze jedna polární čepička, druhá se nachází za okrajem planety.

Snadno viditelné jsou i některé další tzv. *albedové útvary*. Především *tmavá Syrtis Maior*, která byla objevena už v sedmáctém století. Svým tvarem připomíná Afriku, ostatně právě podle jejího severního pobřeží byla pojmenována. Od



Série kreseb Jupiteru z července 1994. V té době na Jupiter dopadaly úlomky rozdrobené komety Shoemaker-Levy 9, které po sobě zanechávaly v atmosféře největší planety temné skvrny.

ní na západ se táhne temný pás *Sinus Meridiani*, jímž prochází i „nultý“ poledník, a nad Syrtis Maior leží světlá, kruhová skvrna *Hellas*, pozůstatek po dopadnu jedné velké planetky. Tedy kráter o průměru přes dva tisíce kilometrů a hloubce kolem devíti kilometrů.

Temné skvrny však nemají s konkrétními povrchovými útvary (krátery, údolními a sopkami) prakticky žádnou souvislost a jsou pouze výsledkem různé odrazivosti Marsova povrchu (odtud název albedové). Vzhledem k tomu, že se Mars kolem své osy otočí jednou za zhruba 25 hodin, nemusí být Syrtis Maior pokaždé viditelná. Podobu planety vám však lehce předpoví kterékoli běžné počítačové planetárium.

Podívat se také můžete na Merkur, Uran, Neptun, resp. některé planetky z oblasti mezi Marsem a Jupiterem, například Pallas, Juno či Vesta. Všechny ale budou vypadat jako zářící kotoučky bez jakýchkoli podrobností. Naopak vynikajícím cílem pro každý menší dalekohled je na náš Měsíc. Pokud jej budete sledovat *bez dalekohledu*, zeslabte dostatečně jeho oslnivý jas. Měsíc pozorujte nízkou nad obzorem, při zákalu, za soumraku, z osvětlené místnosti či ze stanoviště poblíž lampy pouličního osvětlení. Pomoci si můžete vhodnými filtry, třeba slunečními brýlemi. Na měsíčním povrchu pak hravě spatříte nejen tmavá moře, ale také některé zálivy, jezera a světlá okolí větších kráterů.

Působivější výhled ale poskytuje dalekohled. Jak sami poznáte, nejvíc podrobností zahlédnete poblíž *terminátoru* – rozhraní světla a tmy, tedy v místech, kde na Měsici vychází, resp. zapadá Slunce. Dlouhé stíny,

kteří zde vrhají i ty nejmenší vyvýšeniny, totiž dávají měsíční krajině zřetelnou plastickou podobu. Pro sledování Měsíce je proto nejvhodnější doba kolem první čtvrti, resp. kolem poslední čtvrti, naopak za úplňku není po kráterech ani památky.

Krátery jsou pozůstatkem po dávných pádech planetek a kometárních jader, které si dodnes uchovaly původní podobu – na rozdíl od Země, kde byla většina stop po vesmírném bombardování smazána působením vody a větru. Ty největší mají průměr až několik stovek kilometrů (jedná se o měsíční moře vyplněné tmavou lávou), ty menší, které můžeme ze Země ještě vidět běžnými dalekohledy, nepřesahují několik málo kilometrů. Kromě kráterů na povrchu Měsíce zahlédnete i *pohoří* a nejrůznější *brázdy* či jiné kuriózní útvary, i ony však byly vytvořeny během pádů kosmických těles.

Při poznávání Měsíce postupujte podobě jako u jasných hvězd a souhvězdí. Nejdříve se seznámte s jeho podobou *při pohledu bez dalekohledu* – zapamatujte si jména alespoň těch nejnápadnějších moří (vč. *latinských názvů*). Poté s jednoduchou mapkou vyhledejte některé nejnápadnější krátery a pohoří, za příhodných podmínek budou patrné i malým astronomickým dalekohledem. Disponujete-li větším přístrojem s dostatečným zvětšením, začněte se dívat po skutečně drobných útvarech, jako jsou *dómy*, *zlomy* či *řetízky kráterů*. Taková pozorování však ovlivňuje celá řada faktorů – neklid zemské atmosféry, natočení Měsíce a poloha Slunce, vydáte se tedy na skutečnou kosmoplavbu neprobádaným územím.

Úkoly pro vás

Planety mají na obloze poněkud specifické postavení – díky meziplanetárním sondám přináší pohled skutečným dalekohledem velké zklamání. Podivuhodné detaily – v atmosférách nebo přímo na jejich povrchu – se omezí na několik mdlých jevů, které jsou sotva zahlédnutelné i těmi největšími dostupnými přístroji. Právě v tom se ale může ukrývat poučení – důkaz, jak skvělou techniku jsou lidé schopni

sestavít. A naopak, můžete se také vydat po stopách pozorovatelů, kteří ještě před sto roky neměli k dispozici ani tu nejjednodušší fotografickou kameru a přesto byli schopni odhalit celou řadu základních zákonitostí. Nejen ve světě planet.

57. Pokuste se vyhledat všechny planety sluneční soustavy a na jejich povrchu či v atmosféře s dalekohledem identifikovat alespoň některé nejnápadnější detaily.
58. Nezdá se vám náhodou vycházející Měsíc u obzoru nepřírozeně veliký? Určitě ano, vždyť podobný pocit zažívali i ti nejslavnější pozorovatelé! Zkuste však Měsíc vyfotografovat nízko nad obzorem a pak o několik hodin později už vysoko na obloze.
59. Seznamte se s úplňkovou podobou Měsíce při pohledu bez dalekohledu, identifikujte a zapamatujte si polohu nejnápadnějších moří i zálivů, včetně jejich latinských názvů.
60. Triedr 10×50 umožní na Měsíci spatřit celou řadu podrobností, které s odstupem dní mění podobu (s ohledem na nasvícení Sluncem). Pomocí mapy a dalekohledu zkuste identifikovat alespoň tyto největší krátery a pohoří: Moře nepokojů (lat. Mare Crisium), kráter Aristoteles, Eudoxus, pohoří Alpy, Kavkaz a Apeniny, Aristillus, Plato, Archimédes, Eratosthenes, Tycho, Copernicus, Duhový záliv (Sinus Iridium), Kepler, Aristarchus.
61. Zjistěte jaký barevný odstín má planeta Uran a Neptun. Jeví se vám v dalekohledu jako zářící body nebo je zahlédnete v podobě kotoučků?
62. S triedrem na stativu a nebo jiným menším dalekohledem sledujte změny poloh čtyř nejjasnějších měsíců Jupiteru a porovnáním kreseb okolí planety Saturnu odhalte satelit Titan (je pouze dvakrát slabší než Jupiterovy měsíce).
63. S využitím počítačového atlasu nebo jiného zdroje informací zjistěte, zda můžete nyní sledovat planetku Vesta, největšího a nejnápadnějšího zástupce tohoto typu těles v oblasti mezi Marsem a Jupiterem. Poté se jí pokuste nalézt dalekohledem. Nejste-li si jisti s přesnou identifikací planety, nakreslete skicu hvězdného pole. „Hvězda“, která se s odstupem několika dní pohnula, je Vesta. Tímto způsobem ostatně byly planety před dvě stě roky rutinně objevovány – dnes je nahradily automatické dalekohledy.
64. Máte-li k dispozici skutečně veliký astronomický přístroj s vhodným zvětšením, zkuste několikrát za noc s odstupem alespoň jedné hodiny nakreslit vzhled Jupiterovy atmosféry do předem připravených kružnic o průměru alespoň pět centimetrů. Planeta se kolem osy otočí jednou za zhruba deset hodin, takže po překreslení vašich skic do jedné mapy získáte působivou představu o podobě celého plynného obalu Jupiteru. Postupovat můžete tak, že na každou s kreseb položíte průhlednou sítku s vyznačenými poledníky a rovnoběžkami a všechny detaily v odhadnutých proporcích rozvinete do „válcového zobrazení“ (tj. rozvinutého pláště válce).
65. Zkuste na denní obloze nalézt Venuši. V době, kdy je úhlově dostatečně daleko od Slunce to skutečně nebude žádný problém. Jen potřebujete vědět, kde přesně leží, jinak planetu snadno přehlédnete. Podmínkou je i bezoblačné nebe a dostatečně průzračný vzduch. Při hledání Venuše využijte nápadnější Měsíc, nachází-li se poblíž, nastavte do dalekohledu nejdříve jeho a pak i nedaleko planetu. Planeta se snadno hledá i pomocí Slunce – rozdílem rovníkových souřadnic a samozřejmě automaticky navádným dalekohledem.
66. Možná budete mít štěstí na jasnou kometu – tyto sněhové koule, které nám na obloze vykreslují více či méně nápadné chvosty, jsou ale značně nevyzpytatelné. Přilétají nepravidelně, většinou se ke Slunci za našich životů již nevrátí. Nepředvídatelná je i jejich aktivita, zda se na obloze představí jen v podobě sotva viditelné mlhavé skvrnky, nebo celou oblohu pokryjí jedním či dvěma ohromujícími chvosty. Každý rok jsou pozorovatelné tři desítky vlasatic, drtivá většina z nich je ale viditelná pouze těmi největšími astronomickými dalekohledy. V dosahu malého dalekohledu a nebo dokonce neozbrojených očí se jasná kometa ocitne nanejvýš jednou do roka. Spíše méně častěji. Pokud se vám nějaké takové představení naskytne, pokuste se jej sledovat. Na obloze vlasatic nejen vyhledejte, ale stopujte i její putování mezi hvězdami a proměny jasnosti.

Zastávka dvanáctá | city astronomy

Přibližně tři čtvrti všech Evropanů tráví každý večer pod čepicí světelného smogu, skrz kterou proniknou nanejvýš tělesa sluneční soustavy, doprovázená hrstkou nejjasnějších stálic. Jemná krajka Mléčné dráhy, slabé hvězdy i meteory, drobné mlhoviny či galaxie – to všechno jim je provždy zapovězeno. Znamená to však, že by městští pozorovatelé házeli „flintu do žita“? Nikoli! Už jenom proto, že za svitu Měsíce jsou si všechna pozorovací stanoviště stejně rovna.

Městská obloha je *ideální k poznávání nejjasnějších hvězd a souhvězdí*. Tmavé nebe bývá pro začátečníka hodně nepřehledné, obzvlášť, když jednoduché mapky zobrazují pouze ty nejnápadnější stálice. Lze ji ale *sledovat také dalekohledem* – u Slunce, Měsíce a planet je téměř jedno, zda stojíte na vrcholu osamocené hory nebo v parku uprostřed anonymního sídliště. A protože i ve městě platí poučka, že „větší objektiv posbírá více světla a ukáže slabší vesmírné objekty“, v dosahu vašeho astronomického přístroje se samozřejmě ocitne také celá řada těles vzdálených vesmíru.

Všudypřítomné světelné znečištění lze však alespoň částečně zmírnit. Na oblohu se můžete dívat přímo *ze setmělého bytu*, moderní výplně oken bývají natolik kvalitní, že prakticky nedeformují obraz sledovaného objektu! Lepší ale bude, když se z takového „indoorového“ stanoviště přesunete na balkon nebo terasu. Obklopíte-li okulár dalekohledu dlaní, nebude vás rušit *okolní rozptýlené světlo*. Můžete si také přes hlavu přehodit deku či tmavé plátno, takže se ocitnou ve tmě nejen vaše oči, ale i mapa a další pomůcky, které máte položeny na klíně. Vhodné budou i delší rosnice – ne proti vlhkosti, ale k dalšími odstínění.

V posledních letech se s úspěchem používají i *speciální filtry* připevňované za okulá-

rem, které částečně a nebo úplně blokují rozptýlené světlo pouličních lamp a dalších zdrojů. Sledované objekty samozřejmě „nezjasňují“ nýbrž zvyšují jejich kontrast výrazným potlačením jasu okolní oblohy. S úspěchem je použijete především ke sledování plynných (emisních) mlhovin, tedy u planetárních mlhovin, oblaků zářícího vodíku jakou je Velká mlhovina v Orionu nebo Laguna v souhvězdí Střelce, nebo zbytků po supernovách, třeba Krabí mlhovině v Býkovi či Řasách v souhvězdí Labutě. Naopak u vesmírných objektů zářících díky hvězdám – hvězdokupách, galaxiích ale i prachových mlhovin, je přínos pouze velmi omezený, pokud vůbec nějaký. Filtry samozřejmě můžete otestovat i na tmavé obloze a dokonce se skrz něj lze podívat i bez dalekohledu.

Pro městského pozorovatele může být velkou nevýhodou i omezený *rozhled*, například na sídlišti. Je proto strategické upravit si otáčivou mapu oblohy tak, aby odpovídala *pohledu z vašeho běžného stanoviště*. Jednoduše ji nastavte na aktuální datum i čas a na průsvitný papír naznačte, jakou část nebe vidíte a jakou ne. Pak z tvrdého papíru vyrobte šablonu a tu vlepíte do původně eliptického výřezu mapky.

Pokud se budete dívat na Slunce, Měsíc a planety, zjistíte, že vás omezuje *neklid vzduchu*. Obraz kosmických těles mnohdy „plave“, nedá se zaostřit a nejsou na něm patrné žádné zajímavé detaily. Například v zimě se nemůžete dívat z okna vyhrátého bytu. Totéž platí v případě, kdy se sledovaný objekt nachází nad střechou protější budovy a nebo nízko nad obzorem.

S dalekohledem se ale vydejte i do vzdálenějšího vesmíru. Nebude to sice taková podívaná, ale jasnější *proměnné hvězdy*, *dvojhvězdy* i většinu *nápadných otevřených hvězdokup* zahlédnete zcela bez problémů.

Poněkud těžší to bude s mlhavými objekty, jako jsou kulové hvězdokupy, mlhoviny a vzdálené galaxie. Světla obloha jim totiž ubírá slabší okrajové partie – to je případ M 31 v Andromedě a nebo M 13 v souhvězdí Herkula. Samozřejmě existuje také celá plejáda objektů zcela nevhodných pro městské toulky. Buď se pohybují nízko nad obzorem a ztrácí se v zaprášeném ovzduchu, to je případ Laguny ve Střelci, hvězdokup M 6 a M 7 ve Štíru, nebo jsou úhlově příliš velké – například detaily v Mléčné dráze a Mléčná dráha jako taková.

Realita zůstává, že skutečně *velký dalekohled s patričním zvětšením ukáže prakticky*

stejně detaily bez ohledu na polohu pozorovacího stanoviště. Při vhodném odstínění okolního rozptýleného světla rostoucím zvětšením klesá jas pozadí – přístrojem o průměru objektivu 20 centimetrů jsou z Českomoravské vrchoviny patrné hvězdy jen dvakrát slabší než ze středu Brna.

Pozorování ve městech má jistá omezení, pokud se ale nenacházíte uprostřed náměstí pod pouliční lampou, řadu nebeských objektů skutečně zahlédnete. A kdo ví, třeba budete mít štěstí a během plavby noční oblohou zažijete rozsáhlý výpadek elektrického proudu. Pak se i městské nebe nakrátko rozzáří tisícovkami slabých hvězd...

Úkoly pro vás

Městské výpravy do vzdáleného vesmíru jsou velmi poučným dobrodružstvím – s ohledem na nedostatek slabších hvězd musíte za vytipovaným cílem zdlouhavě cestovat od jedné stálice ke druhé... rozhodně nebudete mířit „přímo od pasu“. Tento handicap ve vás ale vypěstuje skvělého pozorovatele, jež dokáže lehce putovat po hvězdné obloze.

67. Zkuste v průběhu půl roku několikrát nakreslit Měsíc v úplňku tak, jak jej vidíte při pohledu bez dalekohledu. Obzvláště pečlivě zaznamenejte podobu Moře nepokojů (Mare Crisium) u východního okraje disku. Má stále tentýž vzhled? Pokud ne, proč? Mění se stejným způsobem i jiná měsíční moře? Co to jsou měsíční librace?
68. V dalekohledu o průměru objektivu alespoň osm centimetrů s dostatečným zvětšením zkuste v okolí Jupiteru sledovat nejen jeho čtyři velké satelity, ale také stíny, které vrhají do atmosféry mateřské planety. Při vzácných příležitostech jsou patrné i jejich světlé kotoučky přecházející přes Jupiter. Předpovědi těchto úkazů najdete ve Hvězdářské ročence a nebo některém počítačovém planetáriu.
69. Podívejte se větším dalekohledem a ve větším zvětšení, jak za velmi vzdáleným obzorem zapadá planeta Venuše. Při troše štěstí můžete sledovat její proměnu v úzké spektrum. Podmínkou je čistá obloha průzračná až k obzoru.
70. Zajímavé detaily jsou ke shlédnutí i u Saturnu. Patrný může být stín vrhaný planetou na prstény, event. prstény na planetu, Cassiniho dělení a některé větší satelity (tedy nejen Titan).

Zastávka třináctá | do hlubin vesmíru

Právě narozené i pozvolna umírající stálice. Kypící mlhoviny, vzdálené galaxie, rozsáhlá oblaka strnulé mezihvězdné hmoty. Umě vmíchané dvojhvězdy a vícenásobné systémy, osamělé stálice, roztomilé hvězdokupy... Komplikované molekuly, křemíkový

prach, jenná neutrína a tajemně skrytá látka. Svět otáčející se v podobě dobře promazaného, byť nepochopitelného orloje vesmírného Stvořitele.

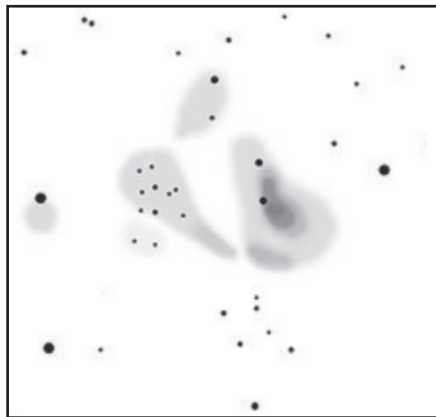
Při hledání slabých objektů vzdáleného vesmíru postupujte podobně, jako když se

orientujete v turistické mapě. Na obloze nejdříve pomocí otáčivé mapky nebo jednoduchého atlasu identifikujte oblast, kde se objekt nachází. Důkladně si ji *prohlédněte bez dalekohledu*. Poté do těchto míst namířte triedr a dobře si uvědomte, které hvězdy jste viděli bez něj a kde má váš cíl asi být. Když jej nespátříte, porovnejte oblohu sledovanou triedrem s podrobnou mapou. Poté použijte větší dalekohled a celý postup zopakujte.

Putování za méně nápadným objektem můžete také začít u blízké stálice nebo charakteristické skupiny hvězd. S pomocí mapy se pak v několika „skocích“ přeneste až k cíli. Například: „*Od jasně alfy, se kterou souseďí slabší hvězda, se posunu ve vodorovném směru zhruba o jeden a půl zorného pole až narazím na rovnostranný trojúhelník tří hvězd. Od něj se vydám ve směru pravého ramene dolů, k jasnější stálici. V jejím těsném sousedství vlevo leží hledaná mlhovina.*“ Abyste měli absolutní jistotu v identifikaci, nepamenejte porovnat hvězdné pole s dostatečně podrobnou mapou.

Bude-li u dalekohledu používat stále stejný tištěný atlas, pak si na kousek průhledné folie fixou nakreslete kolečko, jehož průměr odpovídá velikosti zorného pole dalekohledu v daném zvětšení. Pokud průsvitku položíte do mapy, získáte ihned představu, jakou část oblohy zahlédnete. Ve stejném měřítku si můžete pokaždé vytisknout i počítačovou mapu, řada planetárií navíc disponuje funkcí, která na monitoru zobrazí jen ty stálice, jenž uvidíte v zadaném průměru zorného pole. Určitě oceníte i to, když papírové mapy umístíte do průhledných igelitových obalů – zabráníte tak jejich poničení vlhkostí, navíc si na ně už před pozorováním můžete fixem dopsat nejrůznější poznámky.

Jakmile se vám hledaný objekt podaří nalézt, můžete jej v pozorovacím deníku nejen *popsat*, ale také *nakreslit*. Proč? V době digitálních kamer samozřejmě nelze ani tu sebelepší skicu považovat za odborný zá-

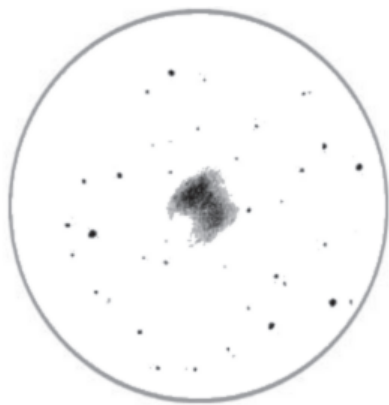


Laguna ve Střelci na kresbě Tomáše Havlíka. Pozorováno monarem 18×75 za mhv 6,5 mag. Sever nahoře, západ vpravo, na šířku má kresba asi půl stupně.

znam vzhledu daného nebeského objektu. Na druhou stranu ale prozrazuje – na rozdíl od snímků z jakéhokoli astronomického přístroje, jak jste jej skutečně viděli na vlastní oči. Navíc vás kreslení donutí nespěchat a všimnout si řady detailů, které by jinak lehce unikly pozornosti.

Na papír nejdříve vyznačte nejjasnější hvězdy, poté od středu k okrajům zorného pole přidávejte postupně slabší a slabší stálice. Už od počátku pamatujte na to, aby výsledná kresba nebyla příliš malá nebo naopak příliš velká. Nejvhodnější proto bude, když si zorné pole předkreslíte – v průměru má mít nejméně deset centimetrů.

Různé jasnosti odlište různou velikostí kotoučků. Pokud se náhodou splete, pak chybu ihned vymažte. Při kreslení mlhavých objektů (galaxií, mlhovin, nerozlišených hvězdkup) se snažte vystihnout *rozměry, průběh jasu a veškeré detaily*. Skica by měla obsahovat jenom různé šedé plochy bez patrných tahů či nechtěných detailů, které jste nezahlédli. Na tužku nikdy netlačte, hvězdné objekty kreslete ostrou tvrdou tuhou, například mikrotužkou, naopak ml-



Planétární mlhovina Činka (M 27) v souhvězdí Lištičky. Kresba Jiřího Duška prostřednictvím refraktoru o průměru objektivu 16 cm (zv. 110×).

havé měkkou tuhou, jejíž špičku pomocí jemného smirkového papíru zkosíte hodně nablocho. Rozhodně ale tuhu nerozmazávejte nasliněným prstem.

Některé objekty se samozřejmě kreslí jednoduše – například u řídkých hvězdokup a nebo pouhých vícehvězd můžete být hotovi už po několika minutách. Naopak jiné – mlhoviny, galaxie a velmi bohaté hvězdokupy, vám zaberou více než hodinu práce. V každém případě bude výsledkem portrét objektu v negativu – to, co je ve skutečnosti světlé, bude zakresleno tmavě a naopak.

Na okraj kresby poznamenejte *označení zakreslovaného objektu*, event. jména jasnějších hvězd. Nezbytná bude *orientace kresby směrem na západ a sever*. Tedy tam, kam hvězdy putují po obloze, a kde se nachází Polárka. Aby bylo zřejmé, který směr

máte na mysli, připište k šipce buď písmeno W (= west) nebo N (= north). Nezapomeňte na *přibližné měřítko* obrázku, úsečkou úhlové délky odhadnuté z velikosti zorného pole nebo podle mapy, není-li skica nakreslena přímo v deníku, připište datum i čas, použitý dalekohled a zvětšení.

Za bílého dne se ke kresbě opět vraťte a proveďte nepatrné korekce – symetrické kotoučky hvězd, stínování bez viditelných šrafů, vymazání kazů. Výsledek také srovnajte s fotografií nebo počítačovým atlasem. Obzvláště u mlhavých objektů ale nezapomeňte na fakt, že na vlastní oči zahlédnete jenom ty nejnápadnější partie nebeských objektů, které bývají na záběrech s dlouhými expozičními zpravidla přeexponované. Nakonec můžete kresbu oskenovat a nebo vyfotografovat digitálním fotoaparátem, převést do negativu a získat tak „reálný“ pohled – s šedým pozadím nebe a světlými hvězdami.

Podobně můžete postupovat při kreslení povrchu části Měsíce a nebo planety Mars, Jupiter či Saturn – v tomto případě ale bude kresba rovnou pozitivem. Svůj výtvar opět konfrontujte s mapou, event. se ke stejnému objektu (oblasti měsíčního povrchu) vraťte s odstupem několika dní. Je však nezbytné přiznat, že na rozdíl od velmi slabých objektů vzdáleného vesmíru, nemá smysl Měsíc systematicky zakreslovat. Jeho portrét totiž pohodlněji získáte pomocí digitální kamery. Podobně je tomu i v případě planet – tam je ale technika fotografování přeci jenom poněkud složitější. Pamatujte přitom na to, že se dobrým „nebeským kreslířem“ stanete až po mnoha experimentech a cvičeních.

Úkoly pro vás

Pozorování slabých vesmírných objektů je svým způsobem vrcholem pozorovatelského umění. Zvláště, když se je rozhodnete také zakreslovat. Možná takovému pozorování propadnete, možná vás zástup různě nápadných, spíše slabých a nezřetelných objektů brzy omrzí. Záleží jen na vás – když už nic jiného, alespoň získáte představu o tom, co dokází i ty nejjednodušší elektronické observatoře a jak komplexní pohled poskytují největší astronomické dalekohledy světa.

71. Nakreslete hvězdné okolí Polárky – při pohledu bez dalekohledu i s dalekohledem. Do středu kresby umístíte α Ursae Minoris a poté pečlivě zakreslete všechny stálíce viditelné v bezprostředním okolí. Zachyťte přitom všechny objekty – i ty, které spolehlivě zahlédnete jenom občas. Porovnáním s mapou poté zjistíte, jaké nejslabší hvězdy jste dokázali spatřit.
72. V době krátce po novu se večer podívejte na Měsíc. Na tmavé obloze zahlédnete nejen jeho úzký srpek, ale i Sluncem přímo neosvětlenou část měsíčního disku. Znamená to, že by měl Měsíc vlastní zdroj světla? Vysvětlete tento jev. Je jas *popelavé části* měsíčního disku natolik veliký, abyste na jeho povrchu zahlédli alespoň nějaké útvary?
73. Pokuste se z cvičných důvodů nakreslit – v dalekohledu s patřičně vhodným zvětšením – alespoň dva z následujících měsíčních útvarů. Výsledek konfrontujte s fotografií a nebo počítačovým atlasem: Moře nepokojů (lat. Mare Crisium), kráter Aristoteles, Eudoxus, pohoří Alpy, Kavkaz a Apeniny, Aristillus, Plato, Archimédes, Eratotheres, Tycho, Copernicus, Duhový záliv (Sinus Iridium), Kepler, Aristarchus.

Zastávka čtrnáctá | noc v kapse

V originálním Návodu na použití vesmíru 2007.1 následuje v této části rozsáhlý přehled objektů vhodných pro malé dalekohledy. Ten ale také najdete v publikaci „Nenápadnější objekty noční oblohy“, který byl součástí minulého Bílého trpaslíka. Pokud vám nestačil, mohou vás inspirovat i další publikace pro zkušenější kosmoplavce. Inspirovat vás může například tento přehled:

- Návod na použití vesmíru najdete na internetových stránkách <http://navod.hvezdarna.cz>. Představuje rozsáhlého průvodce po nejnápadnějších objektech noční oblohy, jehož součástí jsou nejrůznější on-line předpovědi, tipy na pozorovací aktivity a další materiály.
- *Prohlídka Měsíce* (Pavel Gazdyl, Aldebaran, 2002) je originální CD věnované našemu vesmírnému sousedovi. Publikaci doprovází rozsáhlé a prostřednictvím „Měsíčního deníku“ neustále doplňované www stránky na adrese <http://mesic.astronomie.cz>.
- *Měsíc* (Pavel Gabzdyl, Aventinum, 2006) je v současnosti bezesporu nejrozsáhlejší novodobou publikací věnovanou našemu vesmírnému sousedovi, navíc jej zdobí celá řada krásných fotografií.
- *Astronomický atlas hvězdné oblohy* (Erich Karkoschka, Blesk, 1995, připravuje se nově vydání v nakladatelství CP Books, a. s.) je příruční atlas formátu A5, který se hodí jak pro pozorování bez dalekohledu, tak především pro obhlížení nebe prostřednictvím triedru či jiného menšího přístroje.
- *Astro 2001* (Zdeněk Pokorný, Jiří Grygar) je dvoudílný CD ROM, z nichž první je spíše souborem zajímavých fotografií, druhý kvalitní učebnicí astronomie pro všechny začínající pozorovatele. Původně jej vydala firma D-data v roce 1996, od té doby vzniklo několik dalších mutací.
- *100+1 záluďných otázek z astronomie* (Zdeněk Pokorný, Zdeněk Mikulášek, Aventinum, 2003) představuje vynikající přehled určený nejen začínajícím hvězdářům. V knize najdete odpovědi na často kladené otázky související s pozorováním vesmíru.
- *Zlaté století astronomie* (Zdeněk Pokorný, Aventinum, 2007) shrnuje nejzajímavější astronomické objevy 20. století. Je tak zajímavou a netradiční učebnicí pro všechny astro-nomy-amatéry.

- *Amatérská prohlídka oblohy* (<http://www.astronomie.cz>) je česká organizace sdružující pozorovatele denní a noční oblohy. Vydává zajímavý zpravodaj a informuje o aktuálním dění na nebesích. Podobný servis poskytují i *Instantní astronomické noviny* (<http://www.ian.cz>) jež řadu roků informující o dění v celém přilehlém vesmíru. Nejlepší český zpravodaj tohoto druhu.
- *Měsíc dalekohledem* (Antonín Růkl, Aventinum, 2006) představuje kvalitní kartografické dílo o Měsíci s laminovanými listy a kroužkovou vazbou. Tentýž autor vydal detailní *Atlas Měsíce* (Aventinum, 2004) a užitečnou nástěnnou mapu (Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 2004).
- *Atlas Coeli* (Antonín Bečvář, Nakladatelství ČSAV, 1956) je sice starý již půl století, dodnes je ale právem považován za nejlepší tištěný atlas na světě. Můžete jej koupit na inzerát či v antikvariátu, pro pozorování si ale vystačíte s jeho zmenšenou a výrazně praktičtější xerokopii formátu A3. Na závadu určitě není ani poněkud „archaické“ ekvinoxium J1950.0 – při pozorování běžnými astronomickými dalekohledy na něm nijak nesejde. Podstatné je, že až na výjimky jsou všechny objekty vzdáleného vesmíru vyznačené v *Atlase Coeli* (čti *atlas celi*) viditelné v dalekohledu o průměru objektivu 10 centimetrů.
- Zatímco *Atlas Coeli* obsahuje hvězdy do 7 magnitud, ve velmi podobném *Sky Atlas 2000.0* najdete stálice slabé až 8 magnitud a v *Uranometrii 2000.0* dokonce slabé více než 9 magnitud. Obě díla jsou v různých podobách k dostání především v amerických knihkupectvích (vč. internetových).
- *Albiero* (<http://albiero.astronomy.cz/>) je české počítačové planetárium pro zkušené pozorovatele, ideální pro přípravu hledacích mapek nejrůznějších astronomických objektů. Volně ke stažení, navíc do češtiny lokalizovaný je program *Skycharts* (<http://www.stargazing.net/astropc/>), obsahující databázi několika milionů hvězd a dalších objektů vzdáleného vesmíru. Alternativou může být opět program *CNebulaX* (<http://www.uv.es/jrtorres/CNebulaX.htm>) nebo *Cartes du Ciel* (<http://www.astrosurf.com/astropc/cartes/>).
- Klasický atlas ale nemusíte jenom kupovat, můžete si jej stáhnout z internetu. Například *the Mag-7 Star Atlas* (<http://www.siaris.net/astro/atlas/>) obsahuje hvězdy jasnější 7,25 mag, vč. šesti stovek objektů vzdáleného vesmíru. Je tak vhodný pro všechny menší astronomické dalekohledy, vč. triedrů. Ke stažení je i *Taki's 8.5 Magnitude Star Atlas*, event. další podobná díla. Stránky takového atlasu si stáhněte a vytisknete ve formátu A3 – pokud zvolíte listy formátu A4, budou hvězdy příliš nahloučeny u sebe a atlas se stane velmi nepřehledným.

Úkoly pro vás

74. V průběhu kalendářního roku všemi dostupnými dalekohledy prohlédněte objekty uvedené v soupisu „Nejnápadnější objekty noční oblohy“. Alespoň v pěti případech se je také pokuste nakreslit.
75. Vezměte nepoškozené CD, nejlépe hudební se stříbrným povrchem, a večer se postavte deset metrů od osamocené pouliční lampy. Disk nastavte tak, abyste v něm viděli obraz lampy, poté jej pomalu naklánějte směrem k sobě, až se obraz bílého světla dostane za horní okraj. V té chvíli se v dolní polovině objeví řada barevných oblouků – spektrum lampy. Na rozdíl od žárovek, které svítí ve všech oborech viditelného světla, nebude spektrum výbojky spojité, nýbrž v některých

barevných odstínech výrazně nápadnější. V jiných méně a některé barvy budou dokonce chybět úplně. To proto, že výbojky nezáří na všech vlnových délkách, nýbrž pouze v tzv. emisních čarách. Obzvláště názorný je pohled na neonové nápisy. Alespoň jedno takové spektrum zkuste vyfotografovat digitálním fotoaparátem a nebo v nouzi nakreslit barevnými pastelkami.

Zastávka patnáctá | instantní fotografie

Nehybný fotoaparát, citlivý film, třicet sekund expozice, několik hodin pobytu v alchymistickém prostředí temné fotokomory a máte hotový záběr, na kterém jsou tak slabé stálice, že je bez dalekohledu nikdy nespátříte. Tak donedávna vypadal recept na fotografování hvězdné oblohy. Situace se ale radikálně změnila – hvězdnou oblohu můžete nyní portrétovat pomocí mnohem citlivějších digitálních kamer. Ohromující výhodou je okamžitá kontrola zhotoveného záběru a její následné úpravy v některém z grafických editorů. S jednoduchým „digitálem“ tohoto sice příliš nesvedete, pokud si ale seženete *kameru s ručním nastavením expozice* (rozlišení alespoň 3 megapixely) a připevníte ji na dobrý stativ, máte vyhráno. V takovém případě můžete portrétovat nejen hvězdnou oblohu (oblasti celých souhvězdí), ale také nejrůznější soumrakové jevy, přiblížení jasných planet k Měsíci, stejně jako řadu meteorologických úkazů. Pokud k záběru přidáte bleskem nebo pouličními lampami osvětlený horizont, měsíční světlo a nebo siluety pozorovatelů, můžete vytvořit až podivuhodně unikátní kompozice.

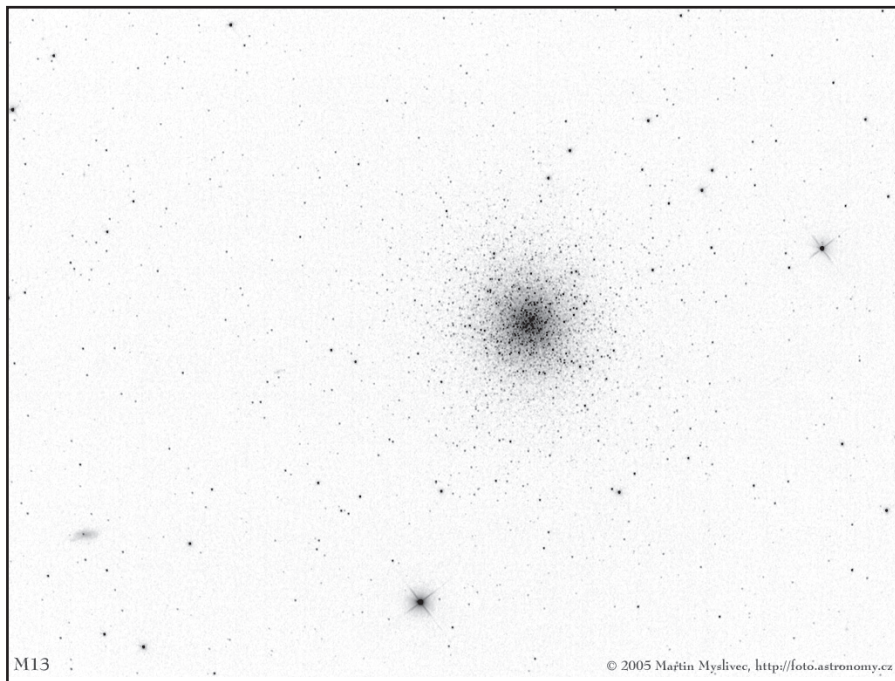
Bude-li fotografovat rozsáhlé části hvězdné oblohy, pak *manuálně zaostřete objektiv na nekonečno*, nastavte *nejdelší možnou expozici, nejvyšší citlivost čipu* fotoaparátu (tzv. ISO) a *nejmenší clonu*. S rostoucí expozicí a citlivostí sice roste tepelný šum, který značně degraduje exponovaný záběr, modernější fotoaparáty však disponují funkcí, jež tento rušivý jev výrazně omezí (označuje se např. *temný snímek*). Ve

svůj prospěch využijte i *vyvážení bílé barvy*, tzv. *white balance*. V drtivé většině případů si její kamera nastavuje sama, záběry světlé oblohy pak vycházejí nepřírozně zabarvené. Pokud však *white balance* ručně změníte, možná dosáhnete lepšího výsledku.

Fotoaparát nakonec namiřte na vybranou část nebe, opatrně zmáčkněte spoušť... Abyste předešli nežádoucímu chvění, můžete použít i samospoušť a nebo dálkové ovládání. Pokud vám to čas dovolí, pořídte *tenýž záběr při různých nastaveních* – určitě v sérii expozic od 1 sekundy, přes 2, 4, 8, 16 až třeba po třicet sekund. Teprve pak si vyberete ten správný záběr. Snímky můžete také dodatečně upravovat – pomocí grafického editoru zkuste snížit šum, změnit vyvážení barev, resp. upravit jas a kontrast.

Při delších expozicích zjistíte, že se vám *hvězdy protáhly do krátkých obloučků se středem u Polárky*. Tento jev způsobený otáčením Země můžete využít ve svůj prospěch – k pořizování ještě zajímavějších fotografií, nebo jej naopak eliminovat připevněním kamery na pointační dalekohled, jenž se otáčí za hvězdami.

Digitální fotoaparát lze připevnit také za okulár astronomického dalekohledu – a pokud má výměnný objektiv, pak přímo do ohniska. Dobře však poslouží i běžná webkamera a nebo dokonce *mobilní telefon s rozlišením alespoň dva megapixely*. Ten dokonce nemusíte k dalekohledu připevňovat, stačí s ním fotografovat „jen tak z ruky“. Předností jednoduchých kamer mobilních telefonů je paradoxně malý průměr objektivu,



Snímek kulové hvězdokupy M 13 v Herkulovi pořízený 28. května 2005 Martinem Myslivcem při špatném seeingu (až 6"). Jde o složeninu čtyř čtyřminutových snímků (expozice prvního ze série začala v 23.18 SELČ) exponovaných fotoaparátem Canon EOS 300D přes dalekohled newtonova typu s objektivem o průměru 210 mm a světelnosti 1:5. Číp byl nastaven na citlivost odpovídající 400 ASA.

který spolehlivě pokryje celou výstupní pupilu okuláru. S takovou jednoduchou výbavou pak zachytíte Měsíc a jeho natáčení vůči Zemi (tzv. librace), planety, pohyb Jupite-

rových měsíců, fáze Venuše, jasné hvězdy u okraje měsíčního disku nebo barevné dvojhvězdy. Záleží jen a jen na vaší šikovnosti a fantazii.

Úkoly pro vás

Zatímco k fotografování velkých částí oblohy stačí běžný digitální fotoaparát s širokoúhlým objektivem, k portrétování detailů objektů vzdáleného vesmíru potřebujete nejen speciální kameru, ale i dalekohled. Cena takového vybavení přesahuje desítky tisíc korun, magii špičkové astrofotografie navíc zvládá jen několik málo odborníků na světě.

76. Pomocí digitálního fotoaparátu pořídte v různých expozicích záběr některého nápadného souhvězdí. S mapou nebo atlasem zjistěte, jak slabé hvězdy jste na portrétech zachytili.
77. Pokud se odhodláte ke kreslení měsíčního povrchu, zkuste stejnou část Měsíce také vyfotografovat. Poté oba portréty navzájem porovnejte.

78. V době kolem první čtvrti namiřte dalekohled do oblasti terminátoru a stejnou část měsíčního povrchu vyfotografujte s odstupem několika hodin. V některém z grafických editorů pak záběry upravte tak, abyste odhalili změny osvětlení způsobené vycházejícím Sluncem (při pohledu z Měsíce). Při troše šikovnosti byste mohli dát dohromady krátkou animaci.
79. Budete-li digitální kameru a nebo alespoň dobrý fotoaparát v mobilním telefonu nosit neustále při sobě, máte šanci získat exkluzivní záběry nejrůznějších nebeských úkazů. Velmi časté jsou především halové jevy vykreslované slunečním nebo měsíčním světlem. Můžete však zažít i neobvyklou bouři či jiný meteorologický jev (tornádo), stejně jako průlet jasného meteoru nebo neobvyklé družice. Napadlo by vás třeba, že siluetu Mezinárodní kosmické stanice můžete zahlédnout na pozadí měsíčního nebo slunečního disku?

Zastávka poslední | vlastní dělo na zahradě

Který si vybrat? Pokud zvolíte správně, otevrou se vám nová okna do vesmíru. Pokud zvolíte špatně, frustrace a zbytečně investované peníze váš zájem o nebeská tělesa více než zchladí, pokud mu rovnou nezlomí vaz.

Kvalitu a cenu každého astronomického dalekohledu ovlivňuje celá řada vlastností – počínaje průměrem objektivu přes konstrukci okulárů až po mechanické uspořádání montáže. Záleží i na tom, co všechno hodláte sledovat – zda se spokojíte s příležitostným obhlížením těles sluneční soustavy a nebo se chcete vydat na systematickou přehlídku těch nejslabších vesmírných objektů.

Dalekohled může být *čočkový* (tzv. refraktor), pak využívá podobného uspořádání jako u loveckého triedru, a nebo *zrcadlový* (tzv. reflektor), v takovém případě tvoří jeho srdce duté zrcadlo umístěné v zadní části tubusu. Objektiv refraktoru musí být v každém případě složen nejméně ze dvou skleněných čoček (nikoli z plastu), jinak se vám hvězdy zobrazí duhově s tzv. barevnou vadou.

V případě reflektorů se setkáte s několika druhy optických uspořádání. Pokud je jeho součástí malé rovinné zrcátko, které světlo odráží ven k okuláru na boku tubusu, označuje se jako *newtonovo*. V *katadioptrickém uspořádání* najdete před objektivem speciální skleně-

nou korekční desku – malé vypouklé zrcátko neposílá světlo na bok, nýbrž otvorem v hlavním zrcadle. Podle typu korekční desky se hovoří o *schmidt-cassegrainově* nebo *mak-sutov-cassegrainově* kombinaci, jejich velkou výhodou je kompaktnost celého dalekohledu, ovšem za vyšší cenu. Při manipulaci si také musíte dát pozor na korekční desku, kterou snadno poškrábete. Určitě také oceníte dobré rosnice bránící snadnému „oslepnutí“. Jakoukoli z optických ploch totiž nemůžete utírat, pouze nechejte dalekohled v teplé, suché místnosti samovolně odrosit.

Úkolem dalekohledů je posbírat co nejvíce světla a současně zvětšovat zorný úhel. První vlastnost závisí především na velikosti sběrné plochy objektivu – *čím slabší zdroje světla hodláte sledovat, tím větší musí být*. Úměrně tomu ale roste cena i hmotnost přístroje. Budete-li těžký dalekohled každý večer vynášet na pozorovací stanoviště, zapotíte se nejen vy, ale i vaši rodinní příslušníci či kamarádi.

Čočkové dalekohledy jsou cenově přijatelné pouze do průměru objektivu 10 centimetrů, skvěle se ale hodí *ke sledování těles sluneční soustavy*. K pohodlnému prohlížení slabých vesmírných objektů však potřebujete *dalekohled s průměrem objektivu alespoň*



Podrobnosti na Měsíci v triedru na stavitu (vlevo), dalekohledu s objektivem o průměru 6 cm (uprostřed) a 15 cm (vpravo).

25 centimetrů. Tak velké refraktory jsou ale nesmírně drahé – jak díky optice, tak kvůli dlouhému tubusu a komplikované montáži, proto se musíte koupit některý se zrcadlových přístrojů – běžně se nabízejí od průměru 4,5 palce (11,4 cm) až do 10 palců (25 cm).

Zvětšení poskytované dalekohledem je určeno *poměrem ohniskové vzdálenosti objektivu a okuláru*. Hlavní část optické soustavy – objektiv – bývá samozřejmě neměnná, okulárů však můžete vlastnit v libovolném množství. Pro každý přístroj ale existuje *nejmenší a největší užitečné zvětšení*, nemá tudíž smysl pořizovat okuláry mimo tyto hranice. Nejmenší hodnota zvětšení je dána velikostí vašich zorniček – mělo by být nanejvýš tak malé, aby se s její velikostí shodovala velikost výstupní pupily. Naopak největší užitečné zvětšení začíná zobrazovat bodové zdroje jako kroužky o postřehnutelném úhlovém průměru.

Protože velikost výstupní pupily udává poměr průměru objektivu a zvětšení, je *nejmenší zvětšení rovno podílu průměru objektivu a vaší zorničky*. Použijete-li ještě menší zvětšení, výstupní pupila se rozšíří natolik, že se budete dívat jenom částí objektivu. Dalekohled se tedy stane „menším“, než ve skutečnosti je. *Největší užitečné zvětšení odpovídá výstupní pupile o průměru kolem půl milimetru*. Také jeho velikost si tedy snadno vypočítáte. Obraz poskytovaný velkými dalekohledy však bývá vlivem nekľidu zemské atmosféry rozmazán i při menších zvětšeních.

Například pro přístroj s objektivem o průměru 20 centimetrů je rozmezí smyslu-

plných zvětšení od 25 do 400. Použijete-li patnáctinásobné zvětšení, projde vám do oka pouze tolik světla, jako sesbírá přístroj o průměru objektivu pouze deset centimetrů. A pokud v nějaké prodejně uvidíte dalekohled s pětcentimetrovým objektivem a inzerovaným zvětšením 400×, můžete se jen pousmát falešnému reklamnímu triku.

Kvalitní okuláry nejsou levnou záležitostí, jejich cena se pohybuje v řádu tisícikorun. Budete-li si je kupovat dodatečně, berte ohled na jejich průměr – většina přístrojů používá standardní zasouvací okuláry o šířce 1,25 palce (31,7 milimetrů). Stejně tak ale můžete vyzkoušet i okuláry používané do mikroskopů nebo ze starších, poškozených či nefunkčních triedrů. Ve výsledku byste měli disponovat alespoň třemi okuláry: jeden by měl poskytovat zvětšení někde o spodního limitu pro váš dalekohled, druhý naopak velké zvětšení u horní hranice přístroje a třetí „někde“ uprostřed.

V okulárových útrobach najdete zcela odlišné sestavy různých čoček, proto také v sestavě s konkrétním přístrojem *zprostředkují pohled na různě veliké části nebe*. Na okulárech bývá uveden průměr jimi poskytovaného zorného pole. Jakou část oblohy s nimi skutečně uvidíte, zjistíte podělením této hodnoty zvětšením. Pokud například okulár se zorným polem 45 stupňů v dalekohledu poskytne desetinásobné zvětšení, uvidíte oblohu o průměru 4,5 stupně. Kdyby to bylo zvětšení stonásobné, pak jenom 0,45 stupně. Z tohoto úhlu pohledu se jako nejvhodnější jeví okuláry typu orthoskopický, kellner nebo plössl.

Součástí řady dalekohledů bývá i tzv. *barlowova čočka*, speciální optický člen, jenž se využívá k prodloužení ohniskové délky objektivu a v důsledku ke znásobení zvětšení. Řada výrobců ale tímto způsobem pouze lacině rozšiřuje repertoár možných zvětšení: dodají dva okuláry, které v kombinaci s barlowovou čočkou poskytnou čtyři různá zvětšení... Barlowova čočka se ostatně na skutečných hvězdárnách prakticky nepoužívá.

Dalekohled nelze držet v ruce, ke každému přístroji potřebujete *dostatečně robustní montáž*, která vám umožní namířit na libovolné místo oblohy. Hýbání s přístrojem musí být hladké, bez zádrhelů a přiskoků, avšak s dostatečným odporem, totéž platí pro okulárový výtah, s nímž zaostrujete obraz. Tzv. *ekvatorální* (nebo též *paralaktické*) montáže jsou na vysokém stojanu s hlavní osou rovnoběžnou s rotační osou Země (míří k Polárce). Při sledování objektu s nimi si ce stačí pohybovat pouze v jedné ose, většinou ale bývají mechanicky komplikované a tedy i drahé.

Pokud nebudete s dalekohledem fotografovat, bohatě vystačíte s tzv. *azimutální montáží* s hlavní osou kolmou k zemi. Její jednoduchou variantu představuje *dobsonova konstrukce*, která využívá newtonům optický systém upevněný do dvojice dřevěných krabic. V této kombinaci seženete dalekohled s hlavním zrcadlem o průměru až půl metru, pomalu ubíhající hvězdy pak v zorném poli udržíte tak, že přístroj tu a tam trochu posunete. Velkou výhodou je nízká pořizovací cena, naopak nevýhodou krkolomně pozorování ve velkých zvětšeních.

Koupit lze také dalekohled s *azimutální montáží řízenou počítačem*, u kterých je katedioptrický reflektor zasazen do vidlice poháněné malými elektromotorky. Ty zajišťují jak automatické hledání vytipovaných objektů, tak jejich udržování v zorném poli dalekohledu. Nárůst komfortu je ale úměrný ceně mnohdy přesahující stovky tisíc korun. Zvaž-

te také *výšku montáže* – určitě nechcete u pozorování klečet a nebo dokonce ležet.

Každý větší dalekohled – neřízený počítačem – také potřebuje menší dalekohled se zorným polem o velikosti alespoň tři stupně, tzv. *hledáček*, a nebo *zaměřovač vybavený zeleným laserem*. Hledáček musí být upevněn tak, abyste mohli v každém okamžiku zajistit přesnou sousost s hlavním dalekohledem.

Pokud to jenom trochu půjde, prověřte si před nákupem *optickou kvalitu celého dalekohledu*. Nekvalitní přístroj však pohledem na protější dům skrz okno prodejny nepoznáte. Na to je potřeba hvězdná obloha. Dalekohled podle instrukcí sestavte, nechte alespoň hodinu venku, aby se ochladil na stejnou teplotu jako okolí, a pak jej namířte na hvězdu druhé či třetí velikosti. Snad nejděčnější bude Polárka ze souhvězdí Malé medvědice – nebude totiž utíkat ze zorného pole. Nyní zvolte největší možné zvětšení a dalekohled zaostríte. Za klidného vzduchu a dostatečné tmy se kolem hvězdy objeví dva až tři koncentrické světlé kroužky oddělených temnými mezikružními.

Viditelnost těchto tzv. *difrakčních kroužků* směrem od středu rychle klesá, u zrcadlových dalekohledů lze navíc spatřit i paprsky vybihající z centrální skvrny. U kvalitně seřízeného dalekohledu *musí být celý difrakční obrazec symetrický*, pouze se v něm může nahodile „přelévat“ jas. Není-li tomu tak, je přístroj buď špatně seřízen a nebo dokonce opticky zcela nevyhovující. Úplně nejhorší je případ, kdy má stálice umístěná ve středu zorného pole podobu „komety“ a vybíhá z ní vějířovitý chvost. Pokud vám neklidná atmosféra obraz zvětšené stálice natolik rozmaže, že ohybové jevy nepostřehnete, pak prohlédněte alespoň podobu mírně rozostřeně Polárky – měla by být zcela souměrná.

Testování dalekohledu pohledem na hodně zvětšenou stálici je natolik citlivé, že jím

projde jenom málokterý přístroj. Ale i když na nějaký takový skutečně narazíte, neznamená to, že stejně kvalitní zůstane navěky. Obzvlášť zrcadlové dalekohledy budete nejméně *jednou do roka opět seřizovat.* S tzv. *laserovým kolimátorem* to sice není obtížné, avšak optické členy (hlavní i menší zrcadlo) musí být upevněny tak, aby se s nimi dalo snadno a precizně manipulovat.

Jaký dalekohled si tedy pořídit? Postupujte více než obezřetně:

- Rozhodně se vyhněte extrémně levným přístrojům – i když v supermarketech výjimečně narazíte na kvalitní astronomický dalekohled s více než příznivou cenou, s velkou pravděpodobností budete spíše zklamáni.
- Rozmyslete si, co budete nejčastěji sledovat. Zda ve městě nejnápadnější planety, nebo na vesnici ty nejslabší možné vesmírné objekty. Záležet bude i na pozorovacím stanovišti. Potřebujete lehčí přístroj, který snadno přenese, nebo dalekohled vždy zůstane na jednom místě?
- Jakou montáž využijete? Jednoduchou azimutální bez jakéhokoli pohonu, která je sice levná ale ne tak pohodlná? Komplikovanější a finančně náročnější paralaktický systém, díky kterému vám nebudou sledované objekty „utíkat“ ze zorného pole? A nebo si můžete dovolit montáž naváděnou počítačem?

- Jaké okuláry budete potřebovat? Pokud již nějaké vlastníte, můžete vybrat nevhodnější průměr objektivu. Pokud naopak žádný nemáte, lehce si podle uvažovaného přístroje dopočítáte, jaké ohniskové vzdálenosti by nové okuláry měly poskytovat.

Pokud se hodláte tu a tam podívat na Měsíc či planety, pak si kupte *čočkový dalekohled o průměru objektivu pět až deset centimetrů na jednoduché azimutální montáži.* Bude-li vybaven kvalitní optikou, vyjde vás takový přístroj do deseti tisíc korun.

Hodláte-li s dalekohledem pravidelně sledovat slabší objekty vzdálenějšího vesmíru, *vyberte si reflektor s průměrem objektivu alespoň 25 centimetrů. S jednoduchou montáží dobsonova typu* zaplatíte za každý centimetr průměru objektivu zhruba tisíc korun. Chcete-li si při pozorování užít více pohodlí, pak uvažujte o dražší ekvatoreální montáži (nebo o tzv. paralaktickém stole).

Můžete si ale koupit i *automatický dalekohled řízený počítačem*, jenž disponuje rozsáhlými databázemi nebeských objektů. Takové přístroje jsou kompaktní, lehce přenosné a sami se orientují pomocí GPS. Proto s nimi můžete pozorovat nejen na venkově, ale také na světlé městské obloze a dokonce i ve dne (Venuše, Saturn či Sirius). Počítejte ale s tím, že jeden takový exemplář od firmy Meade či Celestron o průměru objektivu kolem 25 centimetrů vyjde nejméně na několik desítek tisíc korun.

Úkoly pro vás

Pokud jste v čtenbě „Návodů na použití vesmíru“ dospěli až do těchto míst – a také jste absolvovali většinu uvedených úkolů, máte vyhráno, patříte mezi ostřílené kosmolavce.. Jednou z cest, která se vám nyní nabízí, je i zapojení se do proudu některého odborného pozorovacího programu – meteorů, proměnných hvězd, Slunce, zákrytů hvězd apod. Faktem ale zůstává, že ve většině případů tyto projekty své opodstatnění dávno pozbyly. Rozumná a profesionálními astronomy všeobecně přijímaná měření totiž až na výjimky poskytují jen nákladná astronomická zařízení. Abyste se jim alespoň trochu přiblížili, musíte investovat jak do dalekohledu, tak do vašeho času. Nic vám však nebrání dívat se na oblohu jen tak pro radost – tato volba je totiž tou nejcennější.

Na počátku „Návodu na použití vesmíru – verze 2007.1“ byly „Rady pro začínající pozorovatele“ sepsané v roce 1987 dr. Janem Hollanem z Hvězdárny a planetária Mikuláše Koperníka v Brně. Jejich dvacetiletá proměna reflektuje nejen technologický vývoj – považte, kdysi nebyl xerox, LED diody, počítače, natožpak Internet – ale též praktické zkušenosti desítek pozorovatelů společnosti Amatérské prohlídky oblohy (<http://www.astronomie.cz>), stejně jako čtenářů Instantních astronomických novin (<http://www.ian.cz>). Právě na jejich bedrech stojí současná podoba tohoto stručného průvodce.

Obsah

Zastávka první výbava každého kosmoplavce	2
Zastávka druhá čtvrt hodiny denně	4
Zastávka třetí hon na družice	8
Zastávka čtvrtá užitečná ruka	10
Zastávka pátá padající hvězdy	13
Zastávka šestá trojitě slunce	15
Zastávka sedmá nejjednodušší dalekohled	17
Zastávka osmá Slunce jako hvězda	20
Zastávka devátá nestálé stálice	22
Zastávka desátá komiks nebo román?	26
Zastávka jedenáctá nevýrazné planety	28
Zastávka dvanáctá city astronomy	32
Zastávka třináctá do hlubin vesmíru	33
Zastávka čtrnáctá noc v kapse	36
Zastávka patnáctá instantní fotografie	38
Zastávka poslední vlastní dělo na zahradě	40



BÍLÝ TRPASILÍK je zpravodaj sdružení Amatérská prohlídka oblohy. Adresa redakce Bílého trpaslíka: Marek Kolasa, J. Vrchlického 3, 736 01 Havířov-Podlesí, e-mail: marek.kolasa@gmail.com. Najdete nás také na internetových WWW stránkách <http://www.astronomie.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, Zdeněk Janák, Pavel Karas, Marek Kolasa, Petr Scheirich, Petr Skřehot, Tereza Šedivcová, Petr Štátný, Michal Švanda, Martin Vilášek, Viktor Votruba.

Sazba Michal Švanda písmem Lido STF v programu Scribus

© APO 2007