

---

# Jak používat dalekohled

Tento článek volně navazuje na článek „Jak kupovat dalekohled“ ze Zorného pole č. 2/2000. Zatímco kvalita dalekohledu je, přes všechny subjektivní výhrady k tomu či jinému optickému principu, poměrně snadno posouditelná, používání dalekohledu (dívání se na oblohu) je čistě věcí osobních preferencí a zájmů. Od tohoto článku proto nečekejte žádné definitivní závěry — chceme se spíše zabývat návody jak a co pozorovat, co očekávat při pohledu na oblohu od různých druhů objektů přes různé druhy dalekohledů a také jak na obloze nalézt objekty, které chceme pozorovat. Zkušený pozorovatel se asi bude u tohoto článku nudit (ať jej raději ani nečte), začátečníkovi ale může pomoci objevit k čemu vlastně utratil za dalekohled tolik peněz. Některými pojmy se nebudeme blíže zabývat (například různými konstrukcemi dalekohledů, okulárů nebo montáží) — pokud jsou nejasné, můžete se podívat do výše zmíněného Zorného pole.

## Základní abeceda

Pokud chcete na obloze cokoli nalézt, musíte se na ní alespoň v základech orientovat. Dalekohled je zbytečný, pokud nevíte kam jej namířit. Pohled na noční oblohu představuje pohled do vesmíru, který nás obklopuje. A protože pozorujeme z povrchu planety Země, která není vůči okolnímu vesmíru v klidu, i náš výhled se v čase mění. Pomineme-li dlouhodobé precesní pohyby, které vaše pozorování ovlivňují naprosto zanedbatelně, zůstávají dva klíčové pohyby — rotace Země a oběh Země kolem Slunce. Rotace Země má na svědomí denní pohyb nebeských objektů od východu k západu (mezi tyto objekty samozřejmě patří i Slunce a jeho pohyb tvoří den a noc). Promítneme-li osu rotace Země na oblohu, dostaneme bod, severní pól, kolem kterého se celá obloha zdánlivě otáčí. Máme celkem štěstí, že velmi blízko pólu je poměrně jasná hvězda ze souhvězdí Malé medvědice (jmenuje se celkem logicky Polárka) a tak tento bod lze snadno nalézt. Objekty na obloze v tomto místě nevycházejí a nezapadají, jen se otáčí. Čím dále od tohoto bodu, tím větší kružnici objekty na obloze opisují. Až se tato kružnice dotkne na severní straně obzoru, začnou nebeské objekty zapadat a vycházet. Díky tomuto dennímu pohybu můžeme během noci spatřit větší část oblohy než jen jedinou polokouli — objekty které jsou zvečera nad západním obzorem během noci zapadnou a na východě naopak vyjdou nové, dříve neviditelné objekty.

Tento pohyb ale může pozorování velmi znepríjemnit. Namíříte-li dalekohled na nějaký objekt, vlivem rotace Země za chvíli opustí zorné pole. Jak rychle se to stane? To samozřejmě záleží na velikosti zorného pole a zvětšení dalekohledu. U malého refraktoru zvětšujícího  $25\times$  tento pohyb zaznamenáte až po mnoha minutách, u dalekohledu zvětšujícího  $200\times$  se ale může doba „ujetí“ objektu ze zorného pole počítat na sekundy. Pak velmi záleží na montáži, na níž je dalekohled upevněn.

U azimutálně montovaného dalekohledu musíme posunout dalekohled v obou osách. Posun v každé ose přitom není vždy stejný, závisí na poloze objektu na obloze. Je těžké popsat jak přesně v různých situacích dalekohledem hýbat — pohyb zkrátka musí vystihnou pohyb objektu po obloze. Jsou ale polohy, ve kterých je takové sledování neobyčejně obtížné, například při průchodu objektu zenitem (nadhlavníkem) je nutno velmi rychle měnit azimut při velmi malé změně výšky.

Z těchto důvodů bývají dalekohledy montovány rovníkově. Sledování objektů pak představuje jen rovnoměrný posun kolem jediné osy, mířící k pólu. I pokud objekt během přestávky pozorování zmizí ze zorného pole, jeho opětovné nalezení bývá velmi snadné. Stačí jen posouvat dalekohled kolem polární osy až se opět objeví. A pokud je montáž vybavena motorovým posunem, objekt zůstane v zorném poli po celou dobu, což je jistě skvělé (samozřejmě pokud vám nedojdou baterie ☺).

Je tu ale ještě druhý pohyb — oběh Země kolem Slunce. Pokud si představíte dráhu Země v prostoru, je zřejmé, že noční obloha se během roku mění, protože temná, neosvětlená strana Země míří během roku do různých částí vesmíru. Jednotlivá souhvězdí se nazývají podle ročního období, ve kterém jsou viditelná — jarní, letní, podzimní a zimní. Výjimku tvoří souhvězdí v kruhu se středem na pólu a poloměrem rovným výšce pólu nad obzorem. Tato souhvězdí jsou vidět po celý rok a nazývají se cirkumpolární (česky obtočnová).

## První kroky

Chcete-li se dívat na oblohu dalekohledem a nalézt zajímavé nebeské objekty, musíte se naučit alespoň v základech orientaci na obloze. Znamená to naučit se výrazná souhvězdí a jasné hvězdy v nich. Z jedné či dvou hvězd nelze mnoho poznat, ale pokud se obloha náležitě ztemní a hvězd začne přibývat, začnou vystupovat tvary souhvězdí a každý amatérský astronom se musí zorientovat. V tomto může pomoci malá otočná mapka oblohy mnohem lépe, než podrobný atlas.

Pokud už pro vás obrysy souhvězdí nepředstavují tajemství, můžete pokročit dále. Nejlepší způsob, jak začít pozorovat s dalekohledem, je naučit se nalézt v dalekohledu jasné hvězdy. Neočekávejte od hvězd v dalekohledu nějaké detaily. Úhlový průměr hvězd je natolik malý, že i mnohokrát zvětšený obraz je pořád hluboko pod rozlišovací schopností i velmi velkých dalekohledů. Hvězdu jen uvidíte jasnější než prostým okem. (Pohled na jasnou hvězdu je taktéž testem optické kvality čočkových dalekohledů — pokud je obraz rámován barevně, třeba zeleně, červeně nebo fialově, dalekohled patří spíše do levnější kategorie.) Schopnost nalézt v dalekohledu jasnou hvězdu je velmi důležitá. Získáte při ní praxi v základní manipulaci s dalekohledem, která může být bez předchozích zkušeností dosti neobvyklá. Například orientace obrazu bývá opačná než při normálním pohledu pouhým okem (posunete dalekohled vlevo a obraz ujede vpravo). Že astronomické dalekohledy převrací se snad učí i na základní škole. Každá konstrukce ale převrací jinak. Někdy je obraz úplně otočen, jindy je jen překlopen kolem jedné osy (zrcadlen). Jak převrací váš dalekohled zjistíte nejlépe praxí a taktéž se sžijete se s posuny montáže.

Začít s jasnými hvězdami je dobré i pro zaostření dalekohledu. Při prvním pohledu nejspíše nevidíte ostrý obraz, ale na místo hvězd jen větší či menší kotoučky. Rozostření hvězd do velkých kotoučků má jeden důležitý efekt. Světlo hvězdy, které normálně dopadá do jediného bodu, se rozptýlí na velkou plochu. V silně rozostřeném dalekohledu tedy slabé hvězdy úplně zmizí, protože jejich jas nestačí na pokrytí velké rozostřené plochy. Pokud v zorném poli není jasná hvězda, nevidíte nic. Každopádně při pohybu zaostřovacím mechanismem se dříve či později objeví hvězdy, které je potřeba zaostřit na nejmenší možný průměr. Pokud je v zorném poli jasná hvězda, ostření je snadnější, protože zvětšování či zmenšování kotoučku vám poskytuje při ostření zpětnou vazbu, zda-li posouváte okulárem správným směrem.

Nepříjemné je, když při ostření průměr kotoučku hvězd klesá a najednou začne opět růst bez dosažení ostrého obrazu. Příčin může být několik. Buď používáte zvětšení, které je za fyzikální mezí vašeho dalekohledu (zhruba odpovídá dvojnásobku průměru objektivu v milimetrech) nebo máte smůlu a váš dalekohled patří do kategorie nekvalitních přístrojů. Zkuste vyřadit některý optický člen, nejčastěji prodlužovač ohniska (Barlow) přidávaný čínskými výrobci, aby mohli na krabici napsat co největší zvětšení, nebo diagonální zrcátko, často taktéž nevalné kvality. Případně si zkuste od přítele půjčit jiný okulár. Velmi dobré je, pokud máte představu, jak má hvězda vypadat v dobře kreslicím dalekohledu. Pokud navštívíte hvězdárnu (třeba i s vaším přístrojem), jistě se najdou lidé, kteří vám pomohou.

## Bez mapy jsme ztraceni

Pokud se orientujete na obloze a již umíte dalekohled nastavit na jasné hvězdy a „máte v ruce“ základní manipulaci, ostření a sledování objektů na obloze, konečně se můžete dostat k hlavnímu důvodu, proč jste si dalekohled kupovali — aby vám ukázal na obloze věci, které očima nevidíte (anebo alespoň ne tak pěkně). Několik takových objektů je obsaženo snad v každé mapce hvězdné oblohy a je možné je snadno najít. V každé roční době je na obloze jiný vhodný objekt. V na jaře a v létě je to třeba krásná kulová hvězdokupa M 13 v souhvězdí Herkula. V pozdějším létě přibude galaxie M 31 v souhvězdí Andromedy. V zimě můžete začít třeba pohledem na mlhovinu M 42 v souhvězdí Orion.

Jak takové objekty nalézt?

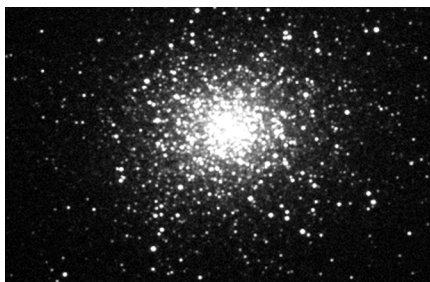
- Nejprve je nutno nalézt je v mapce hvězdné oblohy, podívat se ve kterém souhvězdí objekt leží a nalézt toto souhvězdí na obloze.
- Pokud máte dalekohled s měnitelným zvětšením (výměnnými okuláry), zvolte nejmenší zvětšení, asi

20× až 40×.

- Poté si vyberte hvězdu v blízkosti objektu a najděte ji na obloze. Na tuto hvězdu namířte dalekohled a ujistěte se, že máte v zorném poli skutečně zvolenou hvězdu. Toto se snadno řekne (napíše), ale hůře dělá — slabá hvězda v dalekohledu se může jevit jasněji než vyhlédnutá hvězda na obloze. Na pomoc vám může přijít jen časem získaná zkušenost, až zjistíte, jak vypadají různě jasné hvězdy v různých dalekohledech.
- Poté od blízké jasné hvězdy posunujte zorným polem (dalekohledem) směrem ke hledanému objektu. Je velmi důležité udržovat povědomí, jaký posun dalekohledu odpovídá jaké vzdálenosti na obloze. Očekávejte, že objekt nenaleznete hned na poprvé a nemá význam přejíždět celou oblohu. Nejprve se podívejte, o jakou vzdálenost se posune dalekohled, pokud jej přesunete o průměr zorného pole. Tak zjistíte, že k hledanému objektu se dostanete např. po asi třech posunech o průměr zorného pole. Pak nemá cenu posouvat dále, pokud jste objekt minulí. Je nutno se vrátit zpět k výchozí hvězdě a zkusit to znovu (a znovu, a znovu, . . .).

Zkusíme popsat jak asi lze nalézt kulovou hvězdokupu M 13 v souhvězdí Herkula. Kulová hvězdokupa je útvar obsahující asi milión hvězd nahuštěných do velmi malého objemu. Leží poměrně daleko na okraji naší Galaxie a tak jednotlivé hvězdy splynou do difúzní kruhové skvrnky. V dalekohledu tedy očekávejte pole ostrých hvězd, mezi nimiž bude M 13 vypadat jako rozmazaný stříbřitý obláček.

Nejprve je nutno nalézt souhvězdí samotné. Na letní obloze září dvě nejjasnější hvězdy: Vega ( $\alpha$  Lyr) v souhvězdí Lyry a Arcturus ( $\alpha$  Boo) v souhvězdí Pastýře. Asi ve třetině vzdálenosti od Arctura směrem k Veze je oblouček hvězd s jasnou hvězdou Gemma ( $\alpha$  CrB) — souhvězdí Severní koruna. A v další třetině je čtyřúhelník hvězd tvořící tělo Herkula. M 13 leží zhruba v polovině mezi dvojicí hvězd  $\zeta$  Her a  $\eta$  Her. Ve zmíněném čtyřúhelníku tyto hvězdy tvoří stranu obrácenou ke hvězdě Arcturus.



*Kulová hvězdokupa M 13. Podobně ji uvidíte jen opravdu velkým dalekohledem.  
Obrázek zabírá pole  $7' \times 10'$*

Nastavte dalekohled na jednu z těchto dvou hvězd a pohybuje jím směrem ke druhé hvězdě. Přitom neustále kontrolujte, kam dalekohled skutečně míří, zda-li se pohybuje správným směrem a zda-li již nemíříte úplně jinam. Dříve nebo později se v zorném poli objeví zmiňovaný stříbřitý obláček — kulová hvězdokupa M 13. Už ji vidíte?

Ačkoliv M 13 patří spolu s velkou galaxií v Andromedě M 31 a velkou mlhovinou v Orionu M 42 snad k nejsnáze naleznutelným objektům, existují ještě další jasné objekty, které se můžete naučit hledat tímto jednoduchým způsobem. Například v Herkulovi je ještě jedna trochu slabší kulová hvězdokupa M 92. V souhvězdí Paegas je malá, ale jasná kulová hvězdokupa M 15 apod. Nemusíte zůstat jen u kulových hvězdokup — v Honících psech, kousek od konce oje Velkého vozu (správně Velké medvědice, ale medvědice nemá oj), je poměrně jasná „Vírová galaxie“ M 51, v jejíž těsné blízkosti je menší interagující galaxie NGC 5195. Obě galaxie je možno rozeznat i v menších dalekohledech jako dva mlhavé obláčky těsně u sebe, jeden jasnější a druhý slabší.

Poloha těchto výrazných a relativně jasných objektů se dříve či později zapíše do paměti a pozorovatelé je dokáží nalézt bez jakékoliv mapky či atlasu během několika okamžiků. Na obloze je ale množství dalších zajímavých objektů, viditelných už malým refraktorem, a málokdo pozoruje tak často, aby si jejich polohy zapamatoval a dokázal je nalézt z paměti. Rovněž výše popsaná metoda hledání je pro slabé objekty prakticky nepoužitelná, protože jejich jas je velmi malý a při křížování oblohou jsou snadno

přehlednutelné. Že se díváte na velmi slabou galaxii často zjistíte, až když přesně naleznete její zorné pole a pečlivě pátráte po „několika fotonech“, které váš dalekohled soustředí do vašeho oka. Jak takové objekty hledat si povíme až po několika odstavcích o počasí a urbanismu.

## Trocha meteorologie

Málo platné — pozorovací astronomie je zcela závislá na počasí. Je až s podivem, kolikrát přijdou zájemci na hvězdárnu podívat se na oblohu i když je naprosto nebo částečně zataženo. A dokonce i když si většina lidí libuje jak pěkné je počasí a jak krásně sílí slunce, astronom-pozorovatel může být zachmuřený, neboť počasí mu nepřeje. Pojem „jasná obloha“ totiž pro astronoma a pro ostatní lidi může znamenat něco jiného.

Zdůrazňujeme to proto, že průzračnost atmosféry zcela zásadně ovlivňuje co můžeme dalekohledem pozorovat. Například pokud se v létě nad našim územím usadí tlaková výše, slunce přes den sice krásně svítí, ale atmosféra začne absorbovat vodní páry a obloha se začne ze syté modré měnit na světle modrou až bělavou. Pokud se vytvoří mrak, nevidíme kontrastní bělobu na modré obloze, ale snadno jej můžeme na zbělalé obloze přehlédnout. Kopce v dálce a taktéž hvězdy v noci mizí za oparem. Existuje řada dalších případů, kdy meteorologické jevy ruší pohled na oblohu, i když je „občansky krásně“. Často můžeme ve vysoké atmosféře spatřit průhlednou vrstvu tenké oblačnosti, které si většina lidí ani nevšimne, noční pozorování ale velmi ruší.

Dobrá průzračnost atmosféry se projeví sytou barvou oblohy a dalekou viditelností. Takové noci nejsou příliš časté, ale vyskytnou se např. po přechodu fronty. Astronomové jsou ale velmi nevděční. Vysoká průzračnost je totiž velmi často spojena s vysokým neklidem atmosféry. Deformace obrazu (anglicky nazývaná *seeing*) má na svědomí míchání vzduchu o různé teplotě. Různá teplota znamená ale i různou hustotu vzduchu a různá hustota s sebou nese různou refrakci — ohyb světla. Tento neklid způsobuje „blikání“ — scintilaci hvězd zejména blízko obzoru. Při pohledu do dalekohledu ale scintilace ruší pohled i na hvězdy přímo v zenitu a v principu snižuje rozlišovací schopnost dalekohledu.

Vypadá to, jakoby počasí dávalo na vybranou ze dvou alternativ — buď špatná průhlednost a dobrá stabilita obrazu nebo dobrá průhlednost za cenu blikání. Většinou tomu tak skutečně je. Někdy se ale dobré podmínky sejdou a o takové noci pak můžete dlouho vyprávět za zatažených večerů, jak bylo zapotřebí pozorovat se slunečními brýlemi, abyste přílišným jasnem hvězdokup a galaxií nepřišli o zrak ☺.

V jiném případě ale můžete snadno upravit pozorovací program, protože ne všechny objekty vyžadují stejné podmínky. Například těsným dvojhvězdám nevádí mírně zamlžená atmosféra, protože kontrast hvězdy oproti obloze je vždy větší než u difúzních objektů. Rovněž velké zvětšení používané pro pozorování dvojhvězd způsobí „zředění“ světla oblohy a její relativní ztemnění. Malý neklid atmosféry přitom umožní rozlišit hvězdy těsně u sebe. Naopak průzračné neklidné atmosféry byste měli použít k pozorování difúzních objektů (mlhovin a galaxií) při menších zvětšeních. U těchto objektů je důležitý zejména kontrast proti obloze a neklid atmosféry obraz prakticky neruší.

Vliv neklidu vzduchu také souvisí s velikostí dalekohledu. Pokud se nejedná o nekvalitní dalekohled, větší průměr objektivu by měl zobrazit větší podrobnosti než menší objektiv. Často se ale může stát, že menším dalekohledem rozlišíte těsnou dvojhvězdu lépe, než ve velkém dalekohledu. Důvod je právě v omezení rozlišovací schopnosti vlivem neklidu atmosféry. Světlo dopadající do dalekohledu s větším průměrem prochází širším sloupcem vzduchu a je tak zákonitě více ovlivněno nehomogenitami v atmosféře.

Jak velké je omezení rozlišovací schopnosti? Jaký má vliv na pozorování? Pokud pozorujete vizuálně, vaše oko vyhodnocuje obraz mnohokrát za sekundu a i pokud se obraz vlní, vnímáte jednotlivé podrobnosti. Nadšení pozorovatelé planet vydrží i celé hodiny u okuláru při čekání na náhodné chvilkové uklidnění atmosféry, při němž lze zahlédnout na planetách neuvěřitelné detaily. Pokud se ale exponuje fotografie delší dobu, pohyb obrazu hvězd vytvoří na filmu či CCD čipu obrazec o průměru několika úhlových vteřin. Za dobrých podmínek to mohou být 2" nebo 3", za špatných 4" nebo i 6". Pokud vizuálně pozorujete dvojhvězdu se složkami vzdálenými třeba 2", na fotografii nebo CCD snímku tato dvojhvězda

vždy splyne do jediného obrazu.

Poslední problém související s naší atmosférou, který musíte při pozorování brát do úvahy, je rozdílná tloušťka vrstvy vzduchu (anglicky *air mass*), přes kterou se díváte na objekty v různé výšce nad obzorem. Sledujete-li objekt asi 30° nad obzorem, díváte se přes dvakrát větší množství vzduchu, než pokud se díváte na objekt přímo nad vámi. S přibývajícím množstvím vzduchu přibývá také problémů vzduchem způsobených — neklid obrazu, pohlcování světla, rozptylu rušivého osvětlení apod. Za určitých meteorologických situací může míra těchto problémů růst i rychleji, než odpovídá tloušťce vzduchové vrstvy. Nedejte si tedy pokazit náladu, pokud například při pozorování planety Jupiter těsně nad obzorem uvidíte jen zažloutlý kotouček bez podrobností. Pokud je Jupiter výše nad obzorem, objevíte na něm spoustu detailů.

## Světelný smog

Pokud by někdo překryl trávníky černou plachtou a kolem lesů by postavil betonové zdi, spousta lidí by se velmi bouřila — lidé se cítí být součástí přírody a trávu či les potřebují k životu. Že se ale mnozí chovají úplně stejně ke hvězdné obloze už vadí mnohem méně lidem. Tak jako existuje smog znečišťující atmosféru, akustický smog ruší klid, tak i světelný smog přežaruje lidská sídla a stále více lidí vůbec netuší jak vypadá hvězdná obloha. Samozřejmě nemyslíme, že se lze obejít bez pouličního osvětlení, že automobily mohou jezdit bez světel a že doma se má svítit petrolejkami. Je ale velký rozdíl, jestli je rozsvíceno dobře navržené světlo, které osvětluje to co má osvětlovat (např. pouliční osvětlení má osvětlovat silnici či chodník pod sebou) a ostatní směry jsou cloněny, nebo jestli jsou rozsvíceny koule ozařující především oblohu a oslňující řidiče a chodce — třeba právě takové, jakými je nově poseto město Zlín.

Problém se špatným osvětlením totiž je, že pokud jsou v atmosféře prachové částice nebo vodní pára (prachové částice a vodní pára jsou v atmosféře vždy), světelný smog se na těchto částicích rozptyluje a obloha se rozsvítí. Jas oblohy je často velmi velký, mnohem větší, než je jas plošných objektů na obloze. Až na ty nejjasnější objekty se tak většina slabších objektů na přesvětlené obloze ztratí pohledu i přes velké dalekohledy. Proto astronomové vyhledávají opuštěná místa bez civilizace a navíc místa vysoko položená. Pokud pozorujete z vysokého kopce, většina prachových částic i vodních par zůstává v nížeji položených údolích a i zbytkové světlo méně ruší.

Kdo se někdy dostal k pozorování za dobrých podmínek pod tmavou oblohou, daleko od rušivého osvětlení a vysoko nad zaprášenou vrstvou vzduchu, může potvrdit, že malý refraktor s průměrem objektivu jen několik cm ukáže objekty dalekého vesmíru mnohem lépe, než daleko větší zrcadlový dalekohled na hvězdárně na okraji města. Pokud se tedy snažíte pozorovat byť i velmi jasné objekty, jako např. M 13 nebo M 31, třeba z balkónu svého městského bytu, nebuďte zklamáni, pokud nedokážete nic nalézt nebo pokud namísto jiskřících hvězd kulové hvězdokupy či rozeklaných ramen spirální galaxie uvidíte jen tak-tak zřetelnou skvrnku. Neprodávejte dalekohled a nezatraťte astronomii. Počkejte si na skutečně pěkné počasí a vyjeďte za město. Budete překvapeni, jak dramaticky lépe bude vypadat hvězdné nebe i objekty ve vašem dalekohledu.

Ne všichni světelný smog mají na svědomí lidé. Je tu ještě Měsíc, jehož jas je v porovnání s hvězdami a jinými objekty dalekého vesmíru o mnoho řádů větší. Zjednodušeně řečeno, pokud je na obloze Měsíc, nelze pozorovat nic jiného. Astronomové pozorující mlhoviny, hvězdokupy a galaxie skutečně nemají Měsíc příliš v lásce. Zvláště kolem úplňku dokáže vymazávat z oblohy i relativně jasné hvězdy, slabý opar v atmosféře osvětlený Měsícem se stane zářivou bílou oponou. Pohled na Měsíc stáhne oční zornice a úplně pokazí přizpůsobení očí noční tmě. Světlo Měsíce se odráží i od načerněných vnitřků tubusů dalekohledů a způsobuje reflexy. Chcete-li se skutečně dívat na oblohu, vyberte si k tomu pokud možno bezměsíčnou noc.

## Jak nalézt objekt aneb „skákání po hvězdách“

Jak jsme už psali, naprostá většina objektů, které jsou viditelné každým dalekohledem, je prakticky nenaleznutelná prostým přejížděním oblohy, protože jejich jas je příliš malý na to, abyste je při zběžném pohledu zahlédli. Pečlivé zkoumání každého kousku oblohy je zase příliš časově náročné. I takové

objekty samozřejmě lze nalézt — musí se k nim „doskákat po hvězdách“ (anglicky se tato technika nazývá *star hopping*).

Podmínkou takového skákání po hvězdách je ovšem použití dobrého hvězdného atlasu nebo hvězdné mapy. Princip je velmi jednoduchý:

- Nejprve je nutno stejně jako v předchozím případě nalézt výchozí bod — relativně jasnou hvězdu, která je v blízkosti hledaného objektu a současně je uvedena na podrobné mapce a taktéž je viditelná pouhým okem na obloze.
- Tuto hvězdu musíte nalézt v dalekohledu. U dalekohledu s měnitelným zvětšením použijte co nejmenšího zvětšení. Čím je dalekohled větší, tím větší bývá i minimální zvětšení a tím obtížnější bývá nalezení i okem viditelné hvězdy. Proto bývají větší dalekohledy vybaveny hledáčky (anglicky *finder*). Hledáček je malý dalekohled s průměrem 30–50 mm a zvětšující 6–8×. Před okulárem je vláknový kříž definující střed obrazového pole. Nejčastěji bývají hledáčky převracející přímé refraktory uložené v objímce umožňující seřízení osy hledáčku s hlavní osou dalekohledu. Toto seřízení je dobré prověřit před pozorováním např. sledováním pevného bodu na obzoru. Při hledání hvězdy hledáčkem je dobré sledovat hvězdu na obloze oběma očima — jedno oko přitom sleduje hvězdu přímo, druhé její obraz v hledáčku.
- Pokud máte výchozí hvězdu v zorném poli, zorientujte se na mapce — nalezněte další slabší hvězdy viditelné v dalekohledu, abyste viděli velikost zorného pole vašeho dalekohledu na mapce a také abyste mapku zorientovali. Malé pozorovací refraktory nebo triedry zpravidla zobrazují vzpřímeně. Pozorujete-li dalekohledem Newton nebo refraktorem bez zenitového zrcátka, stačí jen mapku otočit o 180°. Pokud používáte refraktor se zenitovým zrcátkem nebo hranolem, obraz bude překlopen kolem jedné osy, což orientaci dosti ztěžuje. Otočené mapky si můžete připravit sami překreslením nebo pokud používáte mapové programy, můžete si otočenou mapku vytisknout.
- Poté postupujte směrem k hledanému objektu. Neposouvejte zorné pole naslepo, ale podle mapky. Vždy nalezněte hvězdný obrazec v zorném poli na mapce. Někdy se může stát, že na mapce není žádná dost jasná hvězda, přes kterou byste se dostali dále. Jste-li nuceni přejít takovou oblast naslepo, bez kontroly v mapce, vždy se ubezpečte, že nové zorné pole skutečně obsahuje hvězdy v mapce. Prání bývá často otcem myšlenky a svádí k pokračování pokud je obrazec „přibližně“ stejný. Polohy hvězd jsou ale natolik dobře určeny, že neexistuje přibližně stejný obrazec — obrazce musí odpovídat úplně. Pokud si nejste jisti, raději se vraťte do výchozího bodu.
- Jakmile naleznete cílové zorné pole, samotný objekt nemusí být okamžitě viditelný. Důvodů je více. Může být plošně velmi malý a v malém zvětšení (kolem 25×) může vypadat jako hvězda a až použití většího zvětšení jej od okolních hvězd rozliší — to je poměrně časté u planetárních mlhovin. Nebo je velmi plošně slabý a namísto zřetelného tvaru může být viditelný jen jako mírné zjasnění oblohy. V takovém případě naopak pomůže zmenšit zvětšení.

Každopádně nečekejte od pohledu dalekohledem zázraky. Žádný objekt při pozorování okem nevypadá tak jako v knihách a časopisech, kde jsou publikovány snímky pořízené dlouhými expozicemi citlivými CCD kamerami a velkými dalekohledy. Přesto ale bezprostřední pohled vlastníma očima na světlo staré tisíce nebo milióny let skýtá velké potěšení a „duch místa“ nemůže nahradit sebelepší reprodukce.

Při identifikaci viditelného hvězdného pole na mapce se můžete potkat s celou řadou problémů, zvláště pokud jste si třeba mapku sami překreslovali. Jas hvězd bývá na mapkách vyznačen průměrem kolečka hvězdu znázorňujícího, což může být u ručně překreslovaných mapek velký problém. Ale i u tištěných a pečlivě připravených mapek často narazíte na řadu nesrovnalostí. Někdy můžete mít dojem, že jasnější hvězda na mapce není zakreslena a méně jasná hvězda ano. To může být skutečně chybou na mapce nebo jen vaším zdáním. Opět neexistuje obecný návod, jak se s tím vypořádat a pomůže vám až zkušenost.

Totíž samotný pojem „jas hvězdy“ není zdaleka tak prostý, jak by se na první pohled mohlo zdát. Každá hvězda je jinak jasná v různých barvách a lidské oko je na různé barvy jinak citlivé. Navíc zemská atmosféra je pro různé vlnové délky světla různě propustná — vzpomeňte na zapadající Slunce, které vidíme červeně, protože modré paprsky jsou tlustou vrstvou atmosféry více rozptýleny. Tak zatímco

červená hvězda při klesání k obzoru může měnit jas jen mírně, jas modré hvězdy bude klesat mnohem rychleji. To vše hraje roli v tom, jak jasné hvězdy v zorném poli vidíme. Problematika fotometrie (měření jasnosti nebeských objektů) je ale dramaticky složitější a naprosto přesahuje rozsah tohoto článku.

Při pozorování slabých objektů si zřejmě všimnete, že pokud se snažíte na objekt soustředit, zadívat se přímo na něj, často jako by zmizel ze zorného pole. Oční sítnice, která mění světlo na nervové signály zpracovávané mozkiem, obsahuje dva druhy světločivých orgánů — tyčinky a čípky. Čípky dokáží rozlišit barvy, ale platí za to menší citlivostí. Naopak tyčinky vidí černobíle, ale zachytí i slabší intenzity světla. To je důvod, proč v zatemněné místnosti v noci vidíme jen černobíle. Aby lidé ve dne viděli co nejostřeji, existuje na oční sítnici místo zvané žlutá skvrna, odpovídající středu našeho zorného pole, které obsahuje velmi mnoho čípků. Jakmile se na obraz v dalekohledu soustředíte, oko jej promítne na žlutou skvrnu, kde je velmi málo tyčinek, a obraz se tím prakticky ztratí. Proto jsou slabé objekty mnohem lépe vidět, pokud se snažíte vnímat celé zorné pole dalekohledu a nesoustředíte se jen na pozorovaný objekt. Velmi slabé objekty je dokonce někdy lépe pozorovat tzv. „odvráceným okem“. To znamená, že musíte váš pohled záměrně udržovat trochu stranou objektu vašeho zájmu a vnímat obraz objektu jen periferním viděním. Chce to trochu cviku, oko má tendenci samo zaměřit objekt, který vás zajímá. Pokud ale techniku „odvráceného oka“ zvládnete, můžete uvidět objekty přímým pohledem prakticky nepozorovatelné.

Velmi podstatnou otázkou je, jaké mapy nebo atlasy pro „skákání po hvězdách“ používat. Vyhledávací mapka nemusí obsahovat všechny hvězdy viditelné vašim dalekohledem. Měla by ale obsahovat hvězdy alespoň tak slabé, aby bylo možno v zorném poli vašeho dalekohledu vždy nějakou hvězdu nalézt. Pro hledání objektů při zvětšení  $25\times$  až  $35\times$  dostačuje mapka s hvězdami do asi 9 mag. Pokud máte mapku obsahující jen jasnější hvězdy, např. do 6 mag, často se budete dívat do dalekohledu a v zorném poli nebude jediná hvězda, která je současně i na vaší mapce.

Česky vyšly dva atlasy hvězdné oblohy určené pro amatérské pozorovatele: Hvězdná obloha 2000, Geografický a kartografický podnik, Praha, 1988 a Erich Karkoschka: Astronomický atlas hvězdné oblohy, Blesk Ostrava, 1995. První atlas je vhodný spíše pro základní orientaci na obloze a případně pro nalezení nejjasnějších objektů zmiňovaných v kapitole „Bez mapy jsme ztraceni“. Obsahuje pouze hvězdy viditelné pouhým okem, i když za ideálních podmínek. Dalším problémem je použitá projekce. Nejedná se o atlas v pravém slova smyslu, ale o dvě mapy severní a jižní oblohy, pouze „rozřezané“ na jednotlivé listy. Zvláště partie v blízkosti rovníku a pod rovníkem jsou zobrazeny dosti zkresleně.

Zato knihu Ericha Karkoschy, ačkoliv vypadá na první pohled skromněji (je jen černobílá), nelze dost vynachválit. Atlas je členěn podle oblastí oblohy zahrnujících jedno či více souhvězdí s hvězdami asi do 6 mag. Na mapkách zahrnujících celou oblohu je vyznačeno asi 250 zajímavých objektů dalekého vesmíru — hvězdokup, difúzních i planetárních mlhovin a galaxií — včetně kompletního Messierova katalogu. Pro tyto objekty jsou vždy uvedeny detailnější vyhledávací mapky s hvězdami asi do 9 mag, které jsou ideálně použitelné pro vyhledávání objektů v dalekohledu. Některé z nich, například otevřená hvězdokupa M 45 Plejády v Býku nebo okolí quasaru 3C 273 v Panně, jsou zobrazeny ještě podrobněji s hvězdami do asi 13 mag. Na protější straně každé mapky je uveden seznam zobrazených objektů včetně jasu, souřadnic, typu a dostupnosti pro různé dalekohledy. Navíc jsou jednotlivé objekty ještě slovně popsány a je upozorněno na tvarové zvláštnosti a možné problémy při pozorování, doporučené zvětšení apod. Seznam objektů je doplněn ještě seznamem jasných hvězd na mapce opět včetně všech důležitých údajů a taktéž seznamem dvojhvězd a proměnných hvězd. Pořízení tohoto malého atlasu vřele doporučujeme každému vážnějšímu zájemci.

Existují ještě podrobnější atlasy zahrnující celou oblohu, například světově proslulá díla astronoma Bečváře Atlas Coeli a Atlas Borealis. Protože tyto atlasy zahrnují celou oblohu, jsou mnohem rozměrnější a hůře se s nimi manipuluje. Zejména na trhu v USA je celá řada atlasů v provedení pro denní či noční použití nebo i v barevném provedení, prosté papírové nebo laminované apod. Cena takových atlasů je poměrně velká (desítky až stovky USD), ale tvoří výborné podklady pro pozorování.

Dostupnost osobních počítačů přinesla zásadní změny i do astronomických map. Mnoho programů (např. Guide, The Sky a řada dalších) nabízí řadu katalogů (např. GSC obsahuje přes 16 000 000

hvězd až přes 15 mag) a dokáže tisknout vyhledávací mapky s neuvěřitelnými detaily. Navíc počítá polohy planet a jiných těles a obsahuje kompletní M, NGC a IC katalogy nehvězdných objektů apod.

## Nechejte své oči uvynout tmě

Lidské oko se dokáže přizpůsobit neobyčejně velkým rozpětím jasu. Dokáže vidět v jasně osvětleném slunečném dni i za temné spoře osvětlené noci. První přizpůsobení náhlým změnám jasu je poměrně rychlé. Stažení duhovky trvá řádově sekundy, její roztažení při příchodu do tmy je již pomalejší. Pokud se pohybujete ve tmě, přizpůsobení očí se stále zlepšuje a maximální úroveň adaptace dosáhnete za poměrně dlouhou dobu kolem půl hodiny. Pak stačí jediné rozsvícení baterky nebo průjezd automobilu a můžete začít znovu.

V předešlém textu se ale neustále mluví o hledání v mapě a o dívání se na oblohu. Na mapu ale není možno svítit obyčejným světlem, ať již lampičkou nebo baterkou. Astronomové používají zásadně červené osvětlení, které i při relativně velkém jasu příliš nenarušuje adaptaci lidského oka na tmu. Jako zdroj červeného světla můžete například použít červené svítící diody (LED). Ze dvou svítících diod, kousku plošného spoje a ploché baterie můžete snadno vyrobit svítilnu, která vydrží svítit desítky hodin.

## Nebeská zoologická zahrada

Ve většině populárních astronomických knih je celá řada překrásných fotografií exotických nebeských objektů, zvláště snímky pořízené Hubblovým kosmickým dalekohledem jsou nesmírně působivé. Vzhled těchto objektů v amatérském dalekohledu je ale naprosto jiný. Popis vzhledu jednotlivých objektů je například i ve výše zmíněném atlasu Ericha Karkoschky. Zkusme alespoň stručně popsat jak budou vypadat základní představitelé různých objektů v malém refraktorů zvětšujícím asi  $25\times$  a ve větším dalekohledu schopném asi dvěstěnásobného zvětšení za dobrých pozorovacích podmínek.

**Měsíc** je asi jediný nebeský objekt, který při pozorování nezklame ani největšího laika. Na obloze Měsíc zabírá úhlový průměr asi  $0,5^\circ$  a volným okem lze rozlišit temná „moře“ a jasné „pevniny“. Už při asi dvacetinásobném zvětšení se na povrchu objeví řada kráterů, pohoří a dalších útvarů. Zvláště v době okolo první a poslední čtvrti, při šikmém osvětlení, se i mírné terénní nerovnosti jeví jako strmé útesy. Zhruba při zvětšení  $100\times$  Měsíc zaplní celé zorné pole a vystoupí mnoho dalších detailů — brázdy, kráterové řetězce apod. Při zvětšení  $200\times$  a více skýtá Měsíc skutečně úchvatný pohled a pomalé přejíždění po jeho povrchu může budovat dojem pohledu z kosmické lodi na oběžné dráze kolem Měsíce.

**Planety** jsou již mnohem náročnější na dalekohled i pozorovací podmínky. **Mars** mívá zpravidla malý úhlový průměr a k rozlišení povrchových detailů je zapotřebí velké zvětšení, klidná atmosféra a dobře kreslící dalekohled. Malým refraktorem sice Mars uvidíte jako oranžový kotouček, ale bez podrobností. Při zvětšení asi  $200\times$  již můžete rozlišit tmavé oblasti marsovských „moří“ i bílé polární čepičky. Zejména polární čepičky jsou ale sezónní útvary a často nemusí být rozeznatelné ani  $20\text{cm}$  dalekohledem. **Jupiter** i v malém dalekohledu rozlišíte jako zploštělý kotouček, uvidíte čtyři největší měsíce a kolem rovníku rozeznáte dva největší tmavé pásy. S rostoucím zvětšením bude detailů přibývat, rozlišíte řadu rovnoběžných pásů v atmosféře a také velkou rudou skvrnu. **Saturn** má mnohem méně povrchových detailů, zato je obklopen jasným a velkým prstencem. V malém refraktorů při malém zvětšení lze jen obtížně rozeznat tvar prstence, větší dalekohledy ale zobrazí i stín prstence na povrchu planety a největší Cassiniho dělení prstenců. Opravdu špičkové dalekohledy za špičkových podmínek vám ukáží i podstatně subtilnější Enckeho dělení. Co ostatní planety? **Venuše** vám žádné povrchové detaily neukáže, zajímavé je ale sledovat její srpek připomínající malý měsíc. **Merkur** je natolik blízko Slunci, že bývá vidět jen těsně po západu Slunce nebo těsně před jeho východem, vždy velmi nízko nad obzorem. Úspěch je Merkur zahlédnout, ale pro dalekohled to není vděčný cíl. **Uran** i **Neptun** můžete při větších rozlišeních vidět jako zřetelné nazelenalé kotoučky, ale taktéž bez detailů. A spatřit **Pluto** vyžaduje spíše  $20\text{cm}$  dalekohled, dobrou vyhledávací mapku, pěkné počasí temnou oblohu.

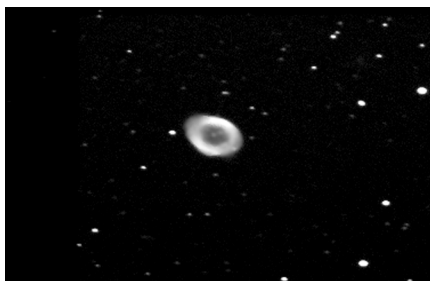
Opomíjenými a přitom vděčnými objekty na obloze jsou **dvojhvězdy**. Dvojhvězd je celá řada pro všechny velikosti dalekohledů. Úspěšnost při sledování dvojhvězd je velmi závislá na počasí a taktéž na kvalitě dalekohledu. Začít můžete známou dvojhvězdou Alcor a Mizar ( $\zeta$  UMa) uprostřed oje Velkého



vozu. Už v malém dalekohledu se jasnější Mizar rozpadne na dvě složky vzdálené 14,4". Ve skutečnosti se jedná o šestihvězdu, každá z hvězd je dvojhvězda, avšak rozlišitelná pouze spektroskopicky. Krásný pohled poskytne dvojhvězda Albireo ( $\beta$  Cyg) tvořící hlavu souhvězdí Labutě. I v malém dalekohledu vynikne nápadně rozdílná barva jejich složek — načervenalá oproti zelenomodré. Pěkný pohled je na citrónově žlutou dvojhvězdu Castor ( $\alpha$  Gem) v souhvězdí Bliženců. Obě složky jsou již poměrně blízko, pouhé 3,9". Skutečným testem kvality vašeho dalekohledu je ale dvojitá dvojhvězda (anglicky nazývaná *double-double*)  $\epsilon$  Lyr. Na dvě složky se  $\epsilon$  Lyr rozpadne již v divadelním kukátku, ale je zapotřebí kvalitní optiky a většího zvětšení, abyste rozeznali, že každá složka je složena ještě ze dvou hvězd, vzdálených 2,3" a 2,6". Dvojhvězd je na obloze celá řada v každém ročním období.

**Otevřené hvězdokupy** jsou poměrně snadnými, ale většinou nenápadnými objekty. Snad nejznámější hvězdokupa M 45 Plejády v souhvězdí Býka je pěkně viditelná i pouhým okem. Při pozorování dalekohledem vyžaduje nejmenší zvětšení. Ačkoliv na fotografiích je vidět Plejády obklopené mlhovinami, okem tyto mlhoviny nejsou pozorovatelné. Existují i mnohem hustší otevřené hvězdokupy, skýtající při malých zvětšeních překrásný pohled. Například dvojitá hvězdokupa  $\chi$  a  $h$  v souhvězdí Persea nebo otevřená hvězdokupa se zhuštěným středem M 11 v souhvězdí Štitu. Obecně lze říci, že k pozorování otevřených hvězdokup jsou vhodnější malé refraktory nebo triedry, ve velkých dalekohledech při větších zvětšeních se mohou „rozplynout“.

**Kulové hvězdokupy** už nejsou tak snadno přehlédnutelné. Jasná kulová hvězdokupa je snad nejlepší ukázkou laickému pozorovateli, že ve vesmíru nejsou jen bodové hvězdy. V malém dalekohledu se jeví jako mlhavý obláček. Některé kulové hvězdokupy jsou natolik plošně malé, že při velmi malých zvětšeních mohou být zaměněny za hvězdy. Při pohledu větším dalekohledem se ale už i při malých zvětšeních okrajové partie rozpadnou na jednotlivé hvězdy. Pohled na jasné kulové hvězdokupy 20cm dalekohledem při velkém zvětšení (asi 200 $\times$ ) je přímo úchvatný. Mlhovinový vzhled kulové hvězdokupy zcela zmizí a až do středu je obraz tvořen obrovským množstvím hvězd rozličného jasu. Kulových hvězdokup je na obloze celá řada. K nejznámějším patří M 13 a M 92 v Herkulu, M 15 v Pegasu, M 22 ve Střelci nebo M 10 a M 12 v Hadonoši. Ze 110 objektů Messierova katalogu je 29 kulových hvězdokup.



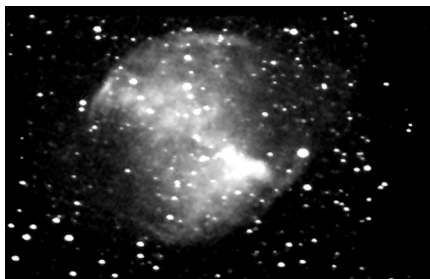
*Prstencová mlhovina M 57. Středová hvězda nebývá viditelná, prstencový tvar je ale dobře rozeznatelný. Obrázek zabírá pole 7'  $\times$  10'*

Pokud bychom posuzovali nebeské objekty podle rozsahu plošné velikosti, mlhoviny by jistě zvítězily největším rozpětím. Zvláštní kategorii tvoří tzv. **planetární mlhoviny**. Nemají s planetami nic společného, název plyne z částečné podoby jejich vzhledu v malém dalekohledu s planetami — mají malý úhlový průměr a relativně velkou plošnou jasnost. Představují zbytky po výbuchu supernov, hvězd, které v posledním stádiu svého života odvrhly množství plynu do okolí. Snad nejznámější planetární mlhovinou je Krabí mlhovina M 1 v souhvězdí Býka. Za dobrých podmínek je i v malém dalekohledu viditelná jako mlhavá skvrnka. Velice pěkná planetární mlhovina M 57 v Lyře je známa svým prstencovým tvarem. V malém dalekohledu při malém zvětšení se jeví jen jako drobná hvězda, která jako by nešla úplně zaostřit. Při zvětšení nad 50 $\times$  ale zřetelně vynikne tmavý prostor uprostřed prstýnku. Poměrně velký jas mlhoviny dovoluje použít větších zvětšení.

Za tmavé noci určitě nevynechejte mlhovinu M 27 Dumbell v souhvězdí Lištičky. Název Dumbell znamená činka, protože při malém zvětšení skutečně připomíná činku, neboť je viditelná jako dvě difúzní skvrnky. Větší dalekohled ale odhalí okrouhlou strukturu se dvěma proti sobě ležícími oblastmi.

Messierův katalog obsahuje jen pět planetárních mlhovin — M 1, M 27, M 57, M 76 a M 97.

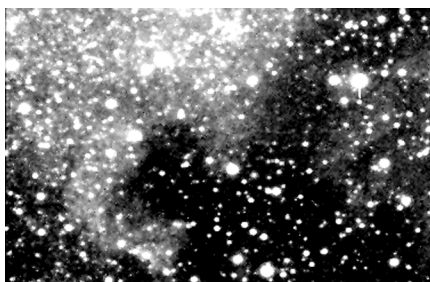
Mnohem častějším typem mlhovin jsou **difúzní** mlhoviny. Narozdíl od planetárních mlhovin, tvořených materiálem již prošlým hvězdným stádiem, difúzní mlhoviny jsou obrovská oblaka převážně vodíku, z nichž se rodí nebo teprve budou rodit hvězdy.



*Planetární mlhovina M 27 „Dumbell“. Obrázek zabírá pole 7'×10'*

Zatímco planetární mlhoviny září jasem žhavé centrální hvězdy, zbytku po supernově, difúzní mlhoviny nemusí zářit vůbec. Pak jsou tyto mlhoviny rozlišitelné jen jako ztemnění jasného pozadí. Na jižní obloze je známá temná mlhovina zvaná „Uhelny pytel“. Od nás pozorovatelná je snad nejznámější temná mlhovina „Koňská hlava“ (IC 434) v souhvězdí Orion. Vyfotografovat „Koňskou hlavu“ je poměrně snadné. Uvidět ji v dalekohledu je však téměř nemožné vzhledem k velmi malé plošné jasnosti pozadí a malému kontrastu. Pozorovatelná je jen s použitím speciálních mlhovinových filtrů propouštějících jen barvu světla vyzářeného mlhovinou a blokujícího veškeré ostatní rušivé osvětlení. Ne jinak je tomu například s temnými mlhovinami v souhvězdí Cepheus.

Často z materiálu difúzní mlhoviny již vzniklo několik hvězd a jejich jas stimuluje k záření zbytek mlhoviny. Určitě nejjasnější svítící difúzní mlhovinou je M 42 — „Velká mlhovina“ v Orionu. Je dobře vidět již pouhým okem a pro dalekohled představuje nádherný cíl pro všechna zvětšení. Malým zvětšením uvidíte rozeklaná ramena zářícího plynu nafialovělé barvy. S rostoucím zvětšením se v centru začnou objevovat detaily svítících a temných partií mlhoviny. Mlhovinu osvětluje hvězdokupa velmi mladých hvězd v centru, kterým vévodí Trapéz, čtveřice jasných horkých hvězd, krásně rozlišitelných již při zvětšení asi 40×. M 42 ale zdaleka není jediná difúzní mlhovina. Při pohledu k souhvězdí Střelce, směrem ke středu naší Galaxie, můžete spatřit spoustu překrásných mlhovin — M 8 „Laguna“, M 16 „Orlí mlhovina“, M 17 „Omega“ nebo M 20 „Trifid“. Souhvězdí Střelce ale leží i v době nejvyšší kulminace nízko nad obzorem a tak k pozorování potřebujete dobré pozorovací místo s nízkým jižním obzorem a pěkné počasí s průzračnou atmosférou. Při pozorování velkých difúzních mlhovin je nejlépe začít s malým zvětšením a prohlédnout mlhovinu jako celek. Pokud to podmínky dovolí a máte dostatečně výkonný dalekohled, můžete s pomocí většího zvětšení zkoumat detaily ve stavbě mlhoviny.



*Mlhovina NGC 7000 „Severní Amerika“. V dalekohledu lze nejlépe spatřit oblast s největším kontrastem kolem „Mexického zálivu“. Obrázek zabírá pole 1,3°×2°.*

Existují i jiné difúzní mlhoviny, které stojí za zmínku. Ačkoliv jsou často považovány za nespátřitelné okem a zachytitelné pouze na fotografiích, pokud je tmavá obloha a bezměsíčná noc, můžete je docela dobře spatřit i v malém dalekohledu.

Mezi tyto rozsáhlé mlhoviny patří například NGC 7000 „Severní Amerika“ nebo NGC 6992 „Řasy“ v Labuti. Nečekejte ale, že spatříte nějaký výrazný tvar jako například při pozorování M 42 v Orionu.

Plošná jasnost těchto mlhovin je skutečně velmi malá a spatřit je můžete pouze jako velmi mírné zjasnění jinak temnější oblohy. Navíc rozměr těchto mlhovin vyplňuje nebo i přesahuje zorné pole i velmi málo zvětšujícího dalekohledu. V souvislosti s mlhovinou NGC 6992 se musíme zmínit ještě o jedné výjimce — ačkoliv se jedná o rozsáhlý difúzní útvar, Řasy nejsou dosud nezkondenzovaný vodíkový oblak, ale zbytek po výbuchu velmi dávné supernovy, který se za dlouhou dobu rozletěl do obrovských rozměrů. Přesto se ale nejedná o planetární ale o difúzní mlhovinu.

Z řady objektů dalekého vesmíru pozorovatelných amatérským dalekohledem jsme se dosud nezmínili o **galaxiích**. Přitom v Messierově katalogu je ze 110 objektů 39 galaxií. Ačkoliv to Charles Messier netušil, představují galaxie stejné hvězdné ostrovy složené z hvězd, hvězdokup a mlhovin jako naše Galaxie zvaná „Mléčná dráha“. Pozorujete-li galaxie, nedíváte se světlo staré tisíce, ale spíše milióny nebo desítky miliónů let. Skutečná povaha galaxií je nám známa zhruba 100 let, přesto ale dodnes nejsou zdaleka vyjasněny všechny otázky související s jejich vznikem, vývojem a morfologií.



*Galaxie M 31 v Andromedě. Satelitní galaxie M 32 připomíná velkou hvězdu přímo pod jádrem M 31, M 110 je mlhavý obláček vpravo nahoře. Obrázek zabírá pole  $1,3^\circ \times 2^\circ$ .*

Ve 20. letech americký astronom Edwin Hubble zavedl klasifikaci galaxií podle jejich vzhledu a rozčlenil je do třech základních skupin na galaxie spirální (S), eliptické (E) a nepravidelné (Ir). Spirální galaxie navíc jsou dále členěny na čisté spirály a spirály s příčkou (SB). Se všemi skupinami bývá navíc spjato označení výraznosti daného tvaru — galaxie se slabě formovanými, nevýraznými rameny se označují Sa nebo SBa, galaxie s výraznými rameny Sc nebo SBc. Eliptické galaxie jsou členěny podle míry zploštění elipsoidu od prakticky kulových (E0) až po silně zploštělé (E7). Nemůžeme se zde zabývat většími detaily v morfologii galaxií, dalšími jemnostmi jejich členění a již vůbec ne fyzikální podstatou tvarových zvláštností — tím spíše že mnohé z těchto problémů dosud nejsou uspokojivě vysvětleny. Vraťme se ale k pozorování.

Plošná jasnost galaxií je poměrně malá a spatřit okem strukturu, kterou můžete vidět na fotografiích, není snadné. Většina galaxií má velmi jasné jádro a poměrně slabé okrajové části. Často pak bývá jádro zaměňováno za celou galaxii prostě proto, že slabá spirální ramena jsou přesvícena jasnou oblohou. Narozdíl od mlhovin, které svítí převážně na několika vlnových délkách, světlo galaxií je tvořeno světlem miliard v ní obsažených hvězd a při jejich pozorování nejsou mlhovinové filtry k užítku.

Jsou galaxie velké a malé, jsou také galaxie blízké a vzdálené. Máme celkem štěstí, že na naší obloze je viditelná velmi blízká a velmi velká galaxie M 31, zvaná Velká galaxie (dříve Velká mlhovina) v Andromedě. M 31 je spirální galaxie typu Sa a můžete ji uvidět v létě pozdě v noci nebo zvečera na podzim. Úhlová velikost galaxie M 31 na obloze je celé  $2^\circ$ , tedy čtyři průměry Měsíce. Pokud se na M 31 podíváte malým dalekohledem na ne příliš temné obloze, uvidíte jen jasnou elipsu velikosti zlomku Měsíce — pouhé nejjasnější jádro galaxie. Ovšem za dobrého počasí pod temnou oblohou je pohled na M 31 úchvatný — i při velmi malých zvětšeních (kolem  $30\times$ ) se galaxie nevejde do zorného pole. Mimo jasné jádro uvidíte rozlehlá spirální ramena oddělená pásy temné hmoty. A když už se budete dívat na M 31, neopomeňte se podívat na její dvě menší satelitní galaxie M 32 a M 110. Kousek od M 31, v souhvězdí Trojúhelníka je další velká galaxie M 33. Přes značnou velikost je M 33 podstatně obtížnější objekt — má menší plošnou jasnost a postrádá velmi jasné jádro.

Které další galaxie stojí za pohled? Samozřejmě všechny v dosahu vašeho dalekohledu. Zmíníme ale několik významných a zajímavých, které byste neměli při toulkách vesmírem minout. Především dvojce

interagujících galaxií M 51 a NGC 5195 v Honicích psech je už v malém dalekohledu při malém zvětšení (asi 20×) rozlišitelná na dva obláčky. Za dobrých podmínek a s dalekohledem kolem 20 cm si můžete dovolit použít větší zvětšení a pak M 51 skýtá krásný pohled na spirální strukturu spojující oba obláčky. Ve Velké medvědici je dvojice spirální galaxie M 81 a nepravidelné galaxie M 82 podlouhlého tvaru, u níž můžete pozorovat detaily ve struktuře. Za dobrých podmínek i s malým dalekohledem můžete kousek vedle vidět NGC 3077 a ještě kousek dále NGC 2976. Tyto dvě galaxie již nejsou v Messierově katalogu a představují zřejmě rozumný limit dosažitelnosti pro malý dalekohled. Ve velké medvědici leží také poměrně velká spirální galaxie M 110, kterou vidíme přímo „shora“. Pohled na M 110 je dobrá kontrola kvality pozorovacích podmínek, protože její plošná jasnost je velmi malá. Pokud jsou podmínky dobré, M 110 je nepřehlédnutelná a velká galaxie, za horších podmínek a rušivého osvětlení se ale M 110 doslova ztratí v oparu.

Přímo ráj pro pozorování galaxií je blízká galaktická kupa v souhvězdí Panny. V Messierově katalogu je 16 galaxií jen z oblasti této galaktické kupy. Problém je, že Panna je jarní souhvězdí a vzhledem k rychle ubývajícím nocem na jaře je pozorovatelné menší dobu než např. letní či podzimní souhvězdí. Každopádně stojí za to kupu v Panně projít. Všechny Messierovy galaxie uvidíte už malým refraktorem a můžete si všimnout jejich rozličného vzhledu — zatímco některé galaxie mají velmi jasný střed (M 85), jiné jsou velmi ploché (M 61), některé jsou okrouhlé (M 89), jiné mají velmi protáhlý tvar (M 88). V Panně je ale mnohem více galaxií, než popsal Messier ve svém katalogu. Malým refraktorem můžete vidět galaxie slabší než 10 mag, větší dalekohled o průměru 15–20 cm vám ukáže galaxie slabší než 12 mag.

Co ještě můžete na obloze pozorovat? Spoustu věcí! Jakmile získáte zkušenosti, můžete se podívat například na quasar 3C 273 v Panně — na vlastní oči uvidíte světlo staré 2 miliardy let a stačí vám k tomu dalekohled o průměru 15–20 cm. Na obloze je dále spousta planetek, jejichž nalezení vyžaduje dobrou přípravu a kvalitní mapky. Občas se vyskytne kometa natolik jasná, že i v malém dalekohledu ji pěkně uvidíte (i když osobně si myslím, že dvě životní komety — Hayakutake a Hale-Bopp — již máme za sebou). Pokud se dostanete k informacím o výbuších vzdálených supernov, občas se objeví supernova v cizí galaxii pozorovatelná i očima.

Ve výjimečných případech jsme se zmínili o barvě nebeských objektů. Lze tedy něco vidět barevně? Protože slabé intenzity světla vnímáme tyčinkami, které barvu nerozliší, naprostou většinu nebeských objektů vidíme jen černobíle, ačkoliv např. rozsáhlé difúzní mlhoviny svítí červeně. Pokud je ale jas objektu velký, zapojí se do vidění i čípky a můžeme vnímat barevnou informaci. Zřetelně barevně vidíme planety, protože mají velkou plošnou jasnost. Dále můžeme barevně vidět např. velmi jasnou mlhovinu M 42 v Orionu (namodrale) nebo malé a plošně jasné planetární mlhoviny (nazelenale). Každopádně naprostá většina pohledů do vesmíru je jen černobílá.

Zvláštní kapitolu tvoří barevnost hvězd. U těch nejjasnějších lze barevný odstín rozeznat již při pohledu pouhým okem. Pokud se v zimě podíváte na souhvězdí Orion, všimněte si, že hvězda Betelgeuze ( $\alpha$  Ori) je načervenalá, oproti hvězdě Rigel ( $\beta$  Ori), která je výrazně modrá. Barevnost hvězdy přímo závisí na její teplotě. V rozporu s každodenní zkušeností, kdy červená barva je považována za „teplou“ a modrá za „studenou“, červené hvězdy jsou chladnější s povrchovou teplotou kolem 3 000 K, modré hvězdy jsou horké s povrchovou teplotou i nad 20 000 K.

Dalekohled dokáže soustředit mnohem více světla než lidské oko a tak v dalekohledu vidíme barevně i hvězdy, které se pouhým okem jeví bílé. Například dvojhvězda Castor ( $\alpha$  Gem) ze souhvězdí Blíženců má obě složky citrónově žluté. Ještě krásnější je pohled na dvojhvězdu Albireo ( $\beta$  Cyg) v Labuti — nejen že její dvě složky mají jinou jasnost, mají i jinou teplotu způsobující jinou barvu. Jasnější 3,1 mag složka spektrální třídy K3 je oranžová, slabší 5,1 mag složka spektrální třídy B3 je modrozelená.

## **Kolimace a péče o optiku**

Pokud pozorujete malým refraktorem, problémy kolimace vás netrápí. Jestli ale vlastníte zrcadlový dalekohled, správná kolimace má zcela zásadní vliv na kvalitu obrazu. Čočkové dalekohledy zpravidla nemají možnost seřízení polohy objektivu — ten bývá pevně spojen s tubusem od výrobce. V případě zrcadlových dalekohledů to bývá naprosto jiné. Primární i sekundární zrcadlo je uchyceno tak, aby je bylo možno naklápět. Parabolická zrcadla totiž kreslí bezvadně jen v těsném okolí optické osy

a s přibývajícím vzdáleností od optické osy rychle rostou vady, zejména koma. U velmi světelných zrcadel může záviset doslova na milimetrových odchylkách optické osy zrcadel od optické osy okuláru. Vzhledem k nastavitelnému uložení primárního i sekundárního zrcadla se vzájemná poloha časem rozladí, hlavně při transportu a manipulaci. Také si uvědomte, že zejména čínští výrobci netráví před prodejem dalekohledu kolimací příliš mnoho času. Proto někteří pozorovatelé seřizují své Newtony před každým pozorováním. Seřadit zrcadlový dalekohled bez pomůcek, pouze odhadem, je nemožné. Postup seřízení se liší podle použitých pomůcek, princip ale zůstává stejný. Popíšeme zde seřízení dalekohledu pomocí laserového kolimátoru. Kolimátor má tvar okuláru, ale namísto optiky obsahuje laserovou diodu, jejíž paprsek je přesně rovnoběžný s optickou osou. Kolimátor upněte namísto okuláru a zapněte laser. POZOR — i relativně slabý laser vám může poškodit zrak, pokud se u velmi špatně seřízeného dalekohledu paprsek neodrazí zpět ke kolimátoru, ale opustí tubus. Prvním úkolem je seřadit sekundární zrcátko tak, aby laserový paprsek dopadal přesně do středu primárního zrcadla. Střed primárního zrcadla se špatně odhaduje, můžete si vypomoci papírovou maskou se soustřednými kruhy v tubusu po odmontování primárního zrcadla — tento postup ale nelze použít pro seřizování přímo na pozorovacím stanovišti. Někteří pozorovatelé si proto střed primárního zrcadla označí například lihovým fixem. „Psát“ po zrcadle vypadá nepřipustně, ale tečka ve středu zrcadla, stejně zastíněným sekundárním zrcátkem, naprosto nemá vliv na kvalitu obrazu, přitom ale výrazně usnadní kolimaci. Po seřízení sekundárního zrcátka seřadíte primární zrcadlo tak, aby odrazilo paprsek laseru přesně do středu kolimátoru, odkud paprsek vychází. Čelo kolimátoru sledujte pohledem do primárního zrcadla, kde je vidíte odrazem v sekundárním zrcátku. Pokud laserový paprsek projde vaší optickou soustavou a po třech odrazech se vrátí do místa odkud vyšel, váš dalekohled je dobře seřízen.

Při pozorování mějte na paměti ještě jeden fakt — sklo má velmi malou tepelnou vodivost. Pokud uvážíte, že dalekohled o průměru 15 cm má zrcadlo tlusté alespoň 20 mm a 20cm zrcadlo bude mít tloušťku 25 mm, bude doba tepelného vyrovnání takových zrcadel po přenesení do chladné noci více jak hodinu. Až poté zrcadlo opět dostane parabolický tvar. Do té doby bude jeho plocha deformována a dalekohled nebude dobře kreslit. Při používání i skladování dalekohledu a při manipulaci s ním nutně dochází ke znečištění optických ploch. Jejich čištění je velmi obtížné a problematické. Vždy mějte na mysli, že znečištěná optika je stále jen znečištěna a potenciálně ji lze vyčistit, ale poškrábaná optika je poškrábaná navždy. Proto nejlepší způsob, jak udržet optiku co nejčistší, je maximálně omezit její znečištění. Vždy používejte kryty objektivů a zrcadel a ochranná pouzdra na okuláry. Na čištění okulárů můžete použít čisticí sady na optiku dostupné v prodejnách foto-kino. Čelní plochu objektivu můžete oprášit speciálním štětečkem, plochy zrcadel se ale raději vůbec nedotýkejte a jejich čištění přenechte odborníkům. Kovový povlak zrcadla pomalu stárne a dalekohled slepne. Dříve nebo později bude zrcadlo potřebovat opětovné pokovení a s tím je vždy spojeno jeho vyčištění. Nikdy se nesnažte odstranit prach z optických ploch foukáním ústy! Sliny jsou poměrně agresivní a jejich drobné kapénky mohou optiku vážně poškodit.

## **Fotografování, CCD a vědecká pozorování**

Dalekohledy se ale nepoužívají jen k „dívání se“. S dalekohledem je možno spojit fotoaparát nebo CCD kameru. Zvládnutí techniky fotografování ať již na klasický film nebo elektronickými CCD prvky a následné zpracování snímků ale předpokládá velké zkušenosti a kvalitní technické vybavení a přesahuje rozsah tohoto článku.

Prvním problémem při pokusech o fotografování se stane montáž dalekohledu. I pokud máte rovníkovou montáž s motorovým pohonem, naprosto to ještě neznamená, že je automaticky vhodná k pořizování snímků s delšími expozicemi. Montáže na přenosných stativěch se i při jemném doteku nebo závanu větru roztrhají a zničí expozici. Dalekohledy a montáže vhodné k pořizování delších expozic jsou mnohonásobně dražší (ale také těžší a robustnější) než i velmi kvalitní „vizuální“ přístroje. I pokud takový přístroj vlastníte, během pořizování delších expozic je nutno korigovat chybu montáže ať už ruční pointací (vedením dalekohledu za hvězdou) na základě sledování kontrolní hvězdy v pointačním dalekohledu nebo automatickým CCD pointerem.

Možná se vám po čase začne na mysl vtírat otázka, jestli vaše pozorování nemůže být přínosné pro

současnou astronomii, jestli nemůže mít nějakou vědeckou hodnotu. Na takovou otázku je obtížné jednoznačně odpovědět. Každopádně je dobré vést si o vašich pozorováních záznamy. S velkou pravděpodobností budou sloužit jenom vám, když například budete někdy potřebovat popsat, jak vypadá ten či onen objekt v dalekohledu, třeba při psaní nějakého článku ☺.

Pořád ale existuje malá pravděpodobnost, že budete svědky nějakého významného jevu, například dopadu velkého meteoritu na Měsíc, explozi supernovy či optického protějšku gama záblesku nebo náhlého zjasnění efektem gravitační čočky. Vaše záznamy s přesným časem a popisem jevu pak budou mít opravdovou vědeckou hodnotu. Způsob pořizování záznamů je věcí osobních preferencí — někdo píše rovnou „na čisto“ do pozorovacího deníku, někdo si v noci píše zpravidla ne příliš čitelné poznámky a pak si je za dne přepisuje. Jiný naopak dává přednost nahrávání poznámek ať už na kazetový nebo elektronický diktafon.

Řada astronomů-amatérů se chce do vědeckého výzkumu zapojit aktivně a systematicky. V takovém případě vyhledávají pozorovací programy s profesionálními astronomy. Je nutno si ale uvědomit, že možnosti profesionální astronomie dramaticky vzrostly. Vysoce citlivé CCD detektory spolu s počítači řízenými robotizovanými dalekohledy komunikujícími přes Internet poskytují obrovská množství hodnotných dat. Například robotizovaný dalekohled KAIT každých 30 sekund fotografuje jednu galaxii a detekuje případné supernovy až do 18 mag. Dokáže tedy prohlédnout asi 100 galaxií za hodinu, zcela bez zásahu lidské obsluhy! Připomeňme, že KAIT není zdaleka jediný robotizovaný dalekohled s podobným programem. V praxi to znamená, že kupříkladu hodnota klasického vizuálního pozorování proměnných hvězd, založená na řadě odhadů vzájemných jasností proměnné a srovnávacích hvězd, se blíží nule. Obecně lze říci, že systematické vizuální pozorování pozbývá vědecké hodnoty.

Přesto existují amatérské pozorovací programy s velkou vědeckou hodnotou. Nárůst možností způsobený technologickým pokrokem se totiž nevyhnul ani amatérské astronomii. Celosvětové programy např. monitorují kataklyzmatické proměnné hvězdy (CBA — Center for Backyard Astrophysics) nebo hledají vzdálené supernovy (Tangera Observatories) apod. Amatéri pracující na těchto programech jsou ale vybaveni robotizovanými dalekohledy s průměrem kolem 25–40 cm a ani 60–80cm dalekohledy nejsou výjimkou. Pracují s CCD kamerami vybavenými standardními fotometrickými filtry (UBVRI) a pro zpracování dat používají profesionální programové vybavení. Svá pozorování jsou schopni koordinovat doslova během několika minut prostřednictvím Internetu mezi sebou i s profesionálními kolegy. Technika ale není vše. Od pozorovatelů taková práce vyžaduje nejen značné finanční prostředky (často desítky tisíc USD), ale především spoustu času, odhodlání a energie.

Že takový program zůstává mimo vaše finanční i časové možnosti? To rozhodně není důvod ke smutku. Studium vesmíru pro vlastní obohacení, zvláště pokud jej můžete sdílet s přáteli a blízkými, je i tak velmi krásné. Přeji vám Jasně Nebe!

*Pavel Cagaš (pc@mii.cz), Zlínská astronomická společnost, Hvězdárna Zlín*