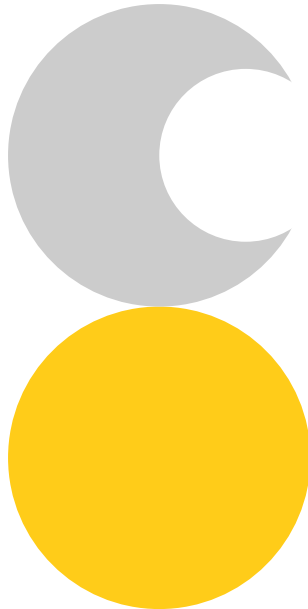


Hvězdářské pomůcky

technické vybavení pro poznávání vesmíru na vlastní oči

Jan Hollan

20. května 2001



Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně
Kráví hora 2, 616 00 Brno, Czech republic

e-mail: Hollan@Ped.MUni.cz

Obsah

1 Úvod	3
2 Literatura	3
3 Svítlna	4
4 Triedr	5
4.1 Pořídte si svůj binar	6
4.2 Montáž binaru	7
4.3 Držák binaru	8
4.4 Rosnice	8
5 Měření úhlů	10
6 Větší dalekohled	11
6.1 Okuláry	12
6.2 Montáž většího dalekohledu	14
6.3 Hledáček	15
6.4 Jiné mířidlo	15
6.5 Vyhřívání	16
7 Údržba dalekohledů	17
7.1 Obnova optických ploch	17
7.2 Jak se pozná seřizovaný dalekohled	18
7.3 Neseřizovaný dalekohled	20
7.4 Okulárová trubička a centrální tečka	20
7.5 Vlastní seřizování	21
7.6 Správné umístění sekundárního zrcátka	22
7.7 Praktická kontrola a doladění	23
7.8 Dalekohledy Cassegrainova typu	23
7.9 Čočkové objektivy	25
7.10 Binary	25
7.11 Podrobnější informace	26
8 Jak získat zrcadlový dalekohled	26
9 Další pomůcky	28
9.1 Filtry na pozorování Slunce a mraků	28
9.2 Promítání Slunce	29
9.3 Počítač	29
10 Závěrem	30

Předmluva

Potřebu textu, který by se podrobněji zabýval i praktickými věcmi, které nejsou zrovna astronomie a některé hvězdáře vůbec nezajímají, znám už dlouho. Dlouho po něm také mnozí volají, zvláště od doby, kdy jsem vyhlásil, že bude co nevidět vydán.

Jeho příprava se ale pořádně zdržela, shodou různých okolností. Jednou z nich bylo, že jsem si uvědomil (a byl důrazně upomínán), že je takový text bez obrázků skoro na nic. A já nejsem v přípravě obrázků zrovna zručný, radši použiju tisíc slov...

Nu, už jsem se obrázky trochu kreslit naučil, alespoň čarové (píši na to programky v PostScriptu), kolegové z Instantních astronomických novin mají digitální fotoaparát, takže obrázky postupně doplníme.

Jsou ale možná technicky nadaní čtenáři, kteří mohou text alespoň zčásti využít i v této syrové formě. Pro ně nyní vystavuji alespoň koncept brožurky v elektronické formě.

Je dostupný ve třech formátech – jako pdf pro pohodlné čtení na obrazovce, jako dvojice Postscriptových souborů pro tisk brožurky na laserové tiskárně a také jako html pro čtení na počítačích zvláště málo vybavených.

V dohledné době doplním snad ještě alespoň čerstvější (hypertextové) literární odkazy a nejnnutnější obrázky. Někjaké zatím asi najdete na rady.astronomy.cz, adrese pro praktické hvězdáře a zájemce o poznávání vesmíru

Jeník Hollan, 20. května 2001

1 Úvod

Kdo chce začít poznávat noční nebe, potřebuje postupně řadu věcí. Některé si koupí, jiné zhotoví. Další pomůcky využijí zkušenější hvězdáři, kteří si prohlížejí oblohu pro potěchu či pro získání vědeckých dat nebo s ní seznamují jiné. V textech o astronomii se pomůcky zmiňují jen letmo, už proto, že mnozí hvězdáři mají daleko k tomu, aby si něco sami vyráběli, nebo i pouze udržovali. Technické vybavení ale bývá nezbytné nebo alespoň velmi užitečné. Možná k ruční práci odpor nemáte a můžete některé následující náměty využít. Hodit se mohou i tomu, kdo jen zvažuje nějakou koupi.

2 Literatura

Tou nejdůležitější pomůckou každého hvězdáře jsou hvězdné mapy a inspirující knížky. I kdyby neměl nic více, může s jejich pomocí s porozuměním vzhlížet k nebi a důkladně je poznat. Uvádím zde takové, které jsou nebo bývaly u nás na hvězdárně v prodeji a mohu je vřele doporučit.

Zajímavým a účinným úvodem do astronomie je kniha *Záludné otázky z astronomie* [1]. Nemáte-li dosud otočnou hvězdnou mapku, dobře využijete *Mappu Coeli* [2], snad trochu složitou pro úplné laiky, ale podnětnou pro vás. Asi ji už ale nekoupíte, a tak vám přijde vhod některá mapka jednodušší [3]. Do podoby kužele si můžete

slepit mapku, nabízenou jako přílohu této brožury, a k ní i masku [4], čímž získáte věc podobnou ploché otočné mapce, ale s menším zkreslením (otočná je v tomto případě spíše maska než mapka). Podrobným průvodcem po nebi je výborný atlas příručního formátu A5 od Ericha Karkoschky [6].

Potřebná je i větší čtveřice map [5], kterou lze užít jako nástěnnou. Jsou sice méně podrobné než předchozí atlas, ale zobrazují velké souvislé oblasti nebe a na bohatosti jim přidává barevný tisk. Jedna kruhová mapa zobrazuje hvězdné nebe severně od rovníku, druhá jižně od rovníku a dvě obdélníkové mapy pak zachycují okolí rovníku. Sada se prodává se jako dvoustranný plakát a je proto obvykle potřeba koupit alespoň dva kusy. Lze je jednoduše připevnit na stěnu, ale mnohem lepší je vyrobit z nich trojici mobilních map — v této podobě se velmi osvědčují i mně. Potřebujete k tomu tři čtverce tuhého lehkého kartonu (z obalu od nějakého kusu nábytku) o hraně 63 cm. Čtyři mapy oddělte od sebe a nalepte je okrajem (disperzním lepidlem, kterým šetřete) na ony kartony, přičemž obě obdélníkové mapy se vejdou na jediný karton. Kartony s kruhovými mapami je výhodné oříznout do kruhového tvaru, abyste mohli snadno natočit k sobě vždy tu část, kterou si prohlížíte. (Karton ořezávejte velmi ostrým tenkým nožem na hraně stolu, nebo ještě lépe ve škvíře mezi dvěma stejně vysokými stoly.)

Knížka *Hvězdné nebe bez dalekohledu* [9] je výjimečným průvodcem po nočním nebi. Zdůrazňuje poznávání na vlastní oči, které je dnes velice opomíjeno. Už od Galileových dob se jaksi bere za základ pohled dalekohledem — jako kdybychom poznávali přírodu mikroskopem místo pěšimi vycházkami krajinou. Své místo zaujme podrobné zkoumání pomocí přístrojů až tím, že navazuje na pozorování bezprostřední, na to, co vnímáte rovnou svými smysly.

Užívání malých dalekohledů může samozřejmě poznávání vesmíru obohatit, stejně jako mikroskop studium živé přírody (ostatně pro ornitologa je triedr stejně důležitý jako pro hvězdáře). Chcete-li viditelný vesmír poznat důkladně a poměrně rychle, postupujte podle příručky *Báječný svět hvězd* [8]. Věřím, že se vám to bude dařit ještě lépe než těm, co postupovali podle velmi stručného předchůdce této knihy zvaného *Rady (nejen) začínajícím pozorovatelům* nebo si koupí novější brožurku *Návod na použití vesmíru* [10]. Více viz rady.astronomy.cz.

3 Svítlna

Díváte-li se do map v noci při pozorování noční oblohy, potřebujete úplně jiné světlo, než obvykle. Nesmí totiž moc kazit působení zraku tmě.

Nejvhodnějším zdrojem světla jsou červené svítící diody (Light Emitting Diodes, LED). Svítlny s červené zářící diodou (či diodami) jsou běžné na trhu a určitě si oba hlavní typy kupte. Ten první svítí hodně a prodává se jako zadní světlo k bicyklu, druhý typ je slabší a je vhodný při pozorování slabých objektů za temných nocí (a navíc je výhodně miniaturní). Dostane se coby přívěsek ke klíčům (asi hlavně v prodejnách „elektro“).

V nouzi si ale můžete LED-svítilnu snadno zhotovit. Dioda se rozsvěcuje, je-li na ní napětí přes 1,5 V. K napájení diody proto nestačí jediný elektrický článek, potřeba jsou alespoň dva. V ukázce na obrázku se užívá baterie tří článků. Diody jsou zapojeny sériově, *proud přes ně je omezen rezistorem*. Vynechání rezistoru by znamenalo velké zvýšení proudu při malém zvýšení svítivosti a silné ohřívání až zničení diody. Bez rezistoru (aneb odporu) raději nezkoušejte průchodný směr LEDky ani třívoltovou baterií, natož 4,5voltovou! Místo ploché baterie lze užít malé baterky nebo pouzdra se dvěma články po 1.5 či 1.2 V. Dvojici LED lze nahradit jedinou diodou s vysokou svítivostí. Součástky lze spojovat dokonale pájením, ale šikovně ruce je dostatečně pospojují i pouhým kroucením drátků.

V suchém prostředí, kde je k dispozici elektrická síť, se dá dobře svítit i doutnavkou na ohebné elektrické šňůře. Přidáním červeného filtru se stane doutnavka stejně dobrá jako svítící dioda. Pevně instalované doutnavky jsou dobré pro noční osvětlení interiéru. Doutnavky se prodávají buď se závitem (tím tenčím, pak se našroubují do objímky místo žárovky), nebo na ně vodiče lze přiletovat a patiči pak zaizolovat páskou nebo i zcela vodotěsně pomocí lepidla na gumu (např. Chemoprén). Pamatujte přitom, že zařízení, ve kterých bude 230 V, je potřeba připravovat pečlivěji než ta pro napětí pod 10 V.

4 Triedr

Slovo *triedr* by mohlo znamenat „trojstěn“, ale protože takové těleso neexistuje (existuje až čtyřstěn), rozumí se tím *trojboký hranol*. Stručně se tak označuje i každý dalekohled, v němž se trojbokých hranolů užívá k dosažení vzpřímeného obrazu. Většinou jde o dvojici spojených dalekohledů (ve hvězdářské hantýrce se jí říká binar), ale může jít i o dalekohled jediný (monar). Označení triedru v sobě zahrnuje zvětšení a průměr objektivu: například 7×50 znamená sedmkrát zvětšující dalekohled s objektivem o průměru padesát milimetrů.

Zvětšení dalekohledu můžete poznat i dříve, než se skrz něj podíváte — svazek světla prošlého přes dalekohled je tolikrát tenčí než svazek vstupující (než průměr objektivu), jaké je zvětšení dalekohledu. V našem případě je tedy sedmkrát tenčí a má průměr zhruba 7 mm ($50 \text{ mm} / 7$). Vystupující svazek světla vidíte za okulárem dalekohledu i z dálky jako malý světlý kruh, tzv. výstupní pupilu (pupila = otvor)¹ Přiložíte-li takový binar 7×50 těsně k očím, takže jeho výstupní pupily splývají s našimi zorničkami (očními pupilami), vaše zřetelnice se jakoby sedmkrát rozšíří — z dané hvězdy se do vašich očí dostane padesátkrát více světla než předtím (přesněji jen asi čtyřicetkrát, vinou odrazů na optických plochách v dalekohledu).

Binar je v noci opravdu mocným rozšířením možností našeho zraku, téměř toliknásobným, jako je poměr ploch jeho objektivů a našich zorniček. Lidské zorničky mají ve tmě průměr až osm milimetrů, u starých osob většinou trochu méně. U triedrů

¹Výstupní pupila je obraz vstupní pupily dalekohledu, vytvořený okulárem. Vstupní pupila je zhruba řečeno objektiv, přesněji tzv. aperturní clona, kterou je ale většinou objímka samotného objektivu.

7×50 a 10×50 je tento poměr asi padesát — na další padesátinásobné zvýšení sběrné plochy bychom museli mít dalekohled o průměru objektivu padesát centimetrů (nebo binar s objektivy o průměru 35 cm).

Na nočním nebi lze binarem uvidět ohromné množství pozoruhodných věcí, a kchat se těmi, které jsou slabě patrné i bez dalekohledu. S běžnými binary se konají i vědecká pozorování: jsou základními přístroji pro odhadování jasností komet a sledují se s nimi slabé meteory. Binar s alespoň čtyřcentimetrovými objektivy by měl mít za jasné noci po ruce opravdu každý hvězdář.

4.1 Pořídte si svůj binar

Pokud ještě takový binar nemáte, brzy si jej kupte. Jako univerzální doporučujeme binar 10×50 . Pozorujete-li ale často v místech, kde je velmi temné nebe, je výhodnější typ 7×50 , který má výstupní pupily stejně velké jako noční lidské zorničky a nesnižuje nadbytečným zvětšením jas mlhovin a komet. Pokud chcete mít binar téměř kapesní, můžete dát přednost typu 8×40 , i když s ním neuvidíte tak slabé hvězdy. Všechny tyto binary lze nové koupit za cenu pod dva tisíce korun (v roce 1996), pokud se nechcete vyhnout výrobkům z východní Evropy nebo neznačkovým. Vyhýbat se jim není vůbec potřeba, protože si binar před zaplacením vyzkoušíte.

Zkoušet je potřeba jen dvě věci: ostření a sousost. Při pohledu do dálky musí být obě stupnice optických mohutností na nule, máte-li normální zrak. Pokud nosíte brýle, platí to pro pohled přes ně; pak si je ale sundejte a nastavte na stupnicích optickou mohutnost svých brýlí (u binaru s centrálním ostřením nastavíte mohutnost levé čočky a případnou odchylku čočky pravé pak na pravém okuláru). Do dálky byste měli binarem vidět stejně ostře, jako předtím (výjimku tvoří případ astigmatismu většího než jedna dioptrie).

Velmi špatnou sousost obou polovin binaru poznáte hned, pohled přes binar do dálky je velmi nepříjemný, nebo dokonce vidíte dvojitě, když vaše oči nedokáží šilhavost binaru kompenzovat. I když se vám ale zdá pohled před binar v pořádku, zkontrolujte, zdali předměty v dále mizí ze zorného pole současně v obou dalekohledech, a to za levý, pravý, horní i dolní okraj. Abyste okraje zorného pole dobře viděli, může být nutné sejmout tzv. očnice, zpravidla gumové kroužky na okulárech, které opíráte o obličej. Očnice totiž bývají příliš vysoké a u vlastního binaru se vyplatí je poněkud snížit², abyste pohodlně viděli plné zorné pole.

Velmi přesnou zkouškou sousosti je vzdalovat oči od správně rozevřeného binaru (dle vzdálenosti vašich očí) položeného na okně a namířeného na výrazný předmět v dále. Předmět musí zůstat uprostřed obou výstupních pupil, tj. v obou pupilách má být stále vidět totéž. Abyste případné „svislé šilhání“ nekompensovali postupným nakláněním hlavy, můžete v půli cesty od očí k výstupním pupilám držet (nebo položit, je-li na co) vodorovně průhledné pravítko. Leží-li při pohledu jedním okem obě výstupní pupily na jeho okraji, mají tam ležet i při pohledu okem druhým.

²nejlépe obroušením na brusce, to ale nechte na tom, kdo s ní opravdu běžně zachází

Při nočním používání binaru asi zjistíte, že původní řemínek, vyhovující lovcům, je příliš dlouhý. Binar se s ním špatně schovává do tepla pod kabát. Je vhodné nahradit řemínek tlustou bílou šňůrou, bílou proto, abyste ji v noci viděli. Ostatně i celý binar (a každý dalekohled) by měl být ze stejného důvodu pro noční užívání bílý. Výhodně se dá bělosti dosáhnout zabalením dalekohledu do bílé pěnové hmoty — ta jej chrání před chladnutím a v nouzi i před poškozením při pádu.

Chcete-li využít triedr co nejvíce, bude vám často vadit, že se vám třesou ruce. Ke triedru se tehdy hodí stativ. Většinou nemůže jít o stativ běžného typu, protože se díváte vysoko a v místě, kde by pod triedrem byl takový obyčejný stojan, potřebujete mít svou hlavu a tělo. Mé řešení je takové, že triedr spočívá na přibližně vodorovném rameni, sahajícím dále než rameno vaše. Rameno je zakončeno svislým čepem o průměru šest milimetrů, na který se nasazuje triedr prostřednictvím malé „montáže“.

4.2 Montáž binaru

Jako *montáž* se označuje pohyblivé spojení dalekohledu s pevným stojanem. S některými binary se prodává i úchytka, která je umožňuje připevnit na pohyblivou hlavu fotografického stativu, ale to hvězdářům málokdy stačí. Taková soustava totiž neumožňuje dívat se vysoko na nebe, tedy pozorovat binarem oblasti s velkou úhlovou výškou. Právě tam se ale v noci asi nejčastěji díváte — hledíte tak do vesmíru přes co nejtenčí vrstvu ovzduší. Jako hvězdáři proto budete potřebovat montáž jinou.

Astronomicky plně vyhovující montáž binaru může být velmi jednoduchá. Stačí tyto součástky: kovová trubička, dvojice kožených podložek, tvarovaný plechový držáček připevněný ke střední ose binaru a šroubek se dvěma matkami.

Trubička má délku asi šest centimetrů a světlost šest milimetrů, nahoře je splácnutá a provrtaná. Po stranách splácnutého konce trubičky jsou kožené třecí podložky a dále provrtané výběžky plechového držáčku; souvrství je staženo šroubkem jen tak moc, aby trubička kladla vhodný odpor naklánění (druhá matička je tzv. kontra-matka, je zatažena proti první a dvojice matek se pak už nepovoluje).

Plechový držáček se připevňuje zpravidla na přední konec osy binaru. Pod plastovou krytkou tam bývá šroub se širokou hlavou³, kterým držáček připevníte. U starších binarů se střední trubkou může mít držáček podobu objímky střední trubky (mezi trubku a držáček je potřeba dát vrstvu kůže).

Obecně musí být držáček tak tvarovaný nebo upevněný v takovém místě, že se mezi jeho výběžky musí nacházet těžiště binaru. Těžiště se ale poněkud přesouvá podle toho, jakému obličejí se přizpůsobí, tj. jak se jeho poloviny binaru rozevřou od sebe. Slouží-li binar více lidem, je vhodné držáček zhotovit pro rozevření odpovídající vzdálenosti optických os okulárů asi šest centimetrů, jinak jej zhotovte prostě „pro sebe“. Držáček musí být možno pootočit kolem osy binaru, aby mohly být okuláry vodorovně vedle sebe při každém rozevření binaru.

³hlava je obvykle nestandardní, opatřená dvěma otvory. Užívá se k ní zvláštní klíč, lze ji ale povolit a dotáhnout i kládívkem a tupým hřebíkem.

Správně dotažená montáž (nasazená na držáku) umožňuje ustavení binaru v náklonu šikmo dolů až svisle vzhůru. Binar v každé poloze dobře drží, a jeho náklon lze hladce měnit. Sklopená montáž (odpovídající pohledu binarem do svisle vzhůru, do zenitu) je docela nenápadná a nijak nepřekáží běžnému užívání binaru. Binar lze i s ní vložit do pouzdra.

4.3 Držák binaru

Držák může sestávat jen z jediného ramene, které lze připevnit na tyčku v plotě, sloupek ve vinohradě nebo tenký kmen. Rameno je ale pak dost složité.

Nejjednodušší kvalitní provedení ramene využívá dvou „skob“ s dlouhou částí délky asi 15 cm a krátkou částí asi 5 cm. Ony „skoby“ musí být dost tuhé — lze je zhotovit z velmi tvrdého drátu o průměru pět milimetrů (tzv. patentovaného drátu, užívaného pro předepínání betonu), nebo z běžného materiálu větší tloušťky. Skoby se zasouvají do sítě otvorů na konci ramene, tak, aby byly ve vzájemné vzdálenosti odpovídající průměru daného sloupku a aby poskytovaly vhodný sklon ramene (zpravidla šikmo vzhůru). Nemají-li se skoby v otvorech brzy viklat, má být rameno z tvrdého dřeva (užil jsem kdysi polovinu bukového prahu rozříznutého podle uhlopříčky) nebo překližky.

Na druhém konci ramene je čep o průměru šest milimetrů, na nějž se nasouvá trubička montáže binaru. Jelikož náklon ramene bývá různý (podle vaší volby a průměru sloupku), musí být možné čep naklánět tak, aby byl vždy svisle. Docílíte toho tak, že spodní konec čepu prochází otvorem v hlavě šroubu, který je prostrčen koncem ramene. Povolněním šroubu, pootočením a opětným utažením se nastaví svislost čepu. Šroub musí mít tak velkou hlavu, aby v ní mohl být šestimilimetrový otvor — natěsno to splní vratový šroub⁴ o průměru 8 mm.

Jiný držák, nezávislý na plotech, sloupcích či stromcích v okolí, je stojan z více částí. Jeho rameno je místo řady děr pro „skoby“ zakončeno otvorem, kterým samosvorně drží kolmo ke svislé tyči. Na opačnou stranu tyče pak trčí rameno s protizávažím. Svislá tyč má mít na jedné straně ohoblovanou plochu a ramena triedru a protizávaží do svých otvorů naopak vlepeny kruhové úseče, aby se na tyči nemohly otáčet. Svislá tyč musí být otočná, zasunutá v zaslepené trubce nebo v patě a objímce. Taková trubka (nebo pata a objímka) je připevněna k stabilnímu podstavci — nejlépe k boku křesla, ve kterém při pozorování sedíte.

4.4 Rosnice

Při západu Slunce poklesne zářivý příkon dopadající na zem asi na polovinu. To, co zůstane, je infračervené záření ovzduší. Je-li jasno, jde o záření z výšky průměrně několik kilometrů, kde je vzduch až o desítky stupňů chladnější než zem. Teplejší zem vyzařuje více a tím se ochlazuje. Ochlazuje se tím rychleji, čím je menší příkon shora, tedy čím větší je odkrytá část „studeného“ nebe nad ní — nanejvýš může jít

⁴nevíte-li, co to je, v železářství to asi vědět budou

o celý poloprostor. Není-li vzduch velmi suchý, začne se brzy na vystydlých odkrytých vodorovných plochách, srážet vzdušná vlhkost — orosí se. Svislé plochy se ochlazují pomaleji, protože na ně září z poloviny zemský povrch a z oblohy na ně přichází záření hlavně z nižších (teplejších) vrstev ovzduší (z malých úhlových výšek). I ony se ale mohou při vysoké vlhkosti vzduchu k ránu orosit. Ostatně, v rovinaté krajině se může i vzduch nad zemí ochladit od ní a vlastním vyzařováním až pod „rosný bod“ a vznikne pak přízemní mlha.

Objektivy binaru namířeného vzhůru stydnou velmi rychle a patří k prvním předmětům, které se orosují. Dalekohled se studeným oroseným objektivem se dá znovu použít, teprve až se znovu ohřeje a oschne. To se dá docílit v teplé, velmi suché místnosti, rychleji pak fénem či elektrickým topidlem poskytujícím proud horkého vzduchu. Fén je neocenitelnou pomůckou i k ohřátí okulárů, které se v mraze rosivají od teplých vlhkých očí (viz též odstavec Vyhřívání).

Stydnutí objektivů zpomalíte, když je před studeným nebem zakryjete. Když je zrovna nepoužíváte, tak to můžete provést úplně. Ale i když se přes triedr díváte, stačí nechat odkrytou jen malou část nebe. Tubus dalekohledu se zkrátka prodlouží ještě kus před objektiv — tomuto prodloužení se říká *rosnice*. Vnější konec rosnice má mít o něco větší průměr než objektiv, tak aby nestínil ani na okrajích zorného pole dalekohledu. Jestliže má triedr zorné pole velké šest stupňů a rosnice sahá deset centimetrů před objektiv, musí být otvor na jejím předním konci o jeden centimetr větší, než průměr objektivu.

Pokud binar nenosíte na delší cesty a nevádí nám jeho zvětšené rozměry, můžete na něj připevnit pevné rosnice. Je snadné navinout na tubus (čili trubici) každého dalekohledu lepenkový kužel. Vystříhnout správně lepenku jako plášť takového kužele je hezká geometrická úloha — zkuste chvíli počítat a rýsovat, než se do střihání pustíte. Je ale možné mít i rosnice válcové (z pevných plastových trubíc), nasunuté na objímky objektivů. Pevné rosnice by měly být vyloženy černou plstí, pak se dá s binarem dobře pozorovat i obloha v blízkosti Měsíce. Na konce rosnic bychom měli mít víčka. Pokud nepasují víčka původní, mohou se hodit víčka z nějaké sklenice či kelímku.

Jsou-li kuželové rosnice dlouhé, může být vhodné zmenšit jejich přední otvory lepenkovou clonou. Vezměme jako příklad triedr 7×50 se zorným polem velkým sedm a půl stupně a s rosnicí sahající dvacet centimetrů před objektiv. Vnější konec rosnice má pak mít průměr jen

$$5 \text{ cm} + 20 \text{ cm} \times 7,5^\circ / 57,3^\circ \doteq 7.6 \text{ cm}$$

(přitom využíváme přibližného, ale úplně dostatečně přesného počítání s malými úhly: $7,5^\circ$ je málo oproti jednomu radiánu rovnému $57,3^\circ$). Pokud by kužel navinutý na tubus vyšel na konci široký devět centimetrů, vyplatí se jeho průměr zmenšit clonou na oněch necelých osm centimetrů.

Chcete-li mít možnost nosit binar v původním pouzdře, můžete jej vybavit rosnicemi vysouvacími. V zasunutém stavu nepřečnivají přes původní tubus a vejdou se s binarem do pouzdra, po vysunutí sahají téměř o délku původního tubusu před

objektivy. Takové rosnice mohou být rovněž vinuté z lepenky, lze ale využít kuželové části plastové láhve (například od nějakého saponátu). Z láhve odříznete takovou část, aby zbylý plášť komolého kužele šlo s určitou námahou přetáhnout přes konec tubusu.

Rosnice nejen zpomalují chladnutí objektivů, ale také je chrání před nechtěným dotekem. Jestliže binar zapínáte o přestávkách do své bundy, nemusíte objektivy přikrývat víčky, rosnice je chrání před znečištěním dostatečně.

5 Měření úhlů

Abychom se doopravdy vyznali v rozsáhlé oblasti astronomických objektivů a okulárů, potřebujeme dobře zvládnout svět úhlů. Je to náš každodenní svět, ale nějak se na to ve škole zapomíná.

Kolem sebe vidíme věci v různých směrech. Jde-li o blízké předměty, vidíme je každým okem v poněkud jiném směru a náš zrakový systém z toho vykouzlí stereoskopický obraz. Tehdy skutečně vnímáme prostorové rozměry, můžeme například odhadnout, jak velká je matice a vzít si patřičný klíč. Jde-li ale o předmět vzdálený, kde se neuplatní stereoskopie, pak všechno, co můžeme o jeho rozměrech přesně říci, co skutečně vidíme, jsou jeho rozměry úhlové. Můžeme například říci, jak moc se liší směr od našich očí k levé straně vzdáleného domu a směr od našich očí k pravé hraně domu, tedy jaký úhel svírají obě polopřímky. Můžeme udat úhlovou šířku budovy v radiánech nebo ve stupních. Jaká je její šířka jakožto délková míra, tedy kolik je to metrů, záleží na vzdálenosti budovy od nás (a na tom, jak je budova vůči nám natočená, hledíme-li na ni z průčelí).

Výpočty s úhly nepřevyšujícími třicet stupňů jsou velmi jednoduché. Díváte-li se kolmo na střed průčelí budovy, tvoří průčelí základnu rovnoramenného trojúhelníku, jehož nejostřejší úhel leží ve vašem oku. Úsečku-základnu můžete nahradit částí kružnice — jejich délky se budou lišit jen velmi málo. A s délkami oblouků kružnic je snadné počítat. Aby byl oblouk tak dlouhý, jako je poloměr kružnice r , musí být příslušný úhel s vrcholem ve středu kružnice velký jeden radián. Obvod celé kružnice je ovšem $2\pi r$, a tedy plný úhel je 2π rad. Protože je to také 360° , je jeden radián $360^\circ/2\pi \doteq 57,3^\circ$. Pro přibližné výpočty to klidně zaokrouhlete na šedesát stupňů. To se dobře pamatuje, protože jeden stupeň je šedesát minut a jeden radián je (i když necelých) šedesát stupňů. Jestliže je budova vidět široká šest stupňů, tedy asi desetinu radiánu, a je daleko (jak víte třeba dle mapy) půl kilometru, je její lineární šířka desetina její vzdálenosti od vás, tedy asi padesát metrů.

Jak ale odhadnout oněch šest stupňů? Podržíme-li ve vzdálenosti 57 cm od oka pravítko (a držíme je přibližně kolmo ke svému pohledu), odpovídá každý centimetr na něm právě jednomu stupni. Oněch 57 cm není tak těžké dodržet, protože to je běžná délka paže (máte-li delší paži, nakloníte ruku na jejím konci poněkud k sobě). Máte-li palec široký 2,5 cm (čili jeden palec), je na natažené paži úhlově široký asi dva a půl stupně. Takové hodnoty si zjistíte pro různé části své vlastní ruky na natažené paži — získáte tak úhломěr, který nikdy nezapomenete vzít s sebou.

Vzdálenost ruky od oka nejvýhodněji změříte „svinovacím metrem“. S tím můžete konat i velmi přesná úhlová měření. Na krabičku „metru“ přiložte proužek lepenky známé délky (např. deset centimetrů), volný konec „metru“ přidržte na své lícni kosti a ruku s krabičkou vzdalte tak daleko od oka, až bude proužek právě zakrývat měřený předmět (průčelí budovy, nebo třeba dvojici hvězd). „Metru“ zabrzděte a odečtěte jeho vysunutí. Dělením zjistíte hodnotu úhlu v radiánech a pak i ve stupních.

Svinovací metr a proužky lepenky různé délky jsou moderní obdobou starobylého úhlového měřidla, zvaného Jakubova hůl. Dokonalou náhradou Jakubovy hole získáte, přidáte-li na začátek metru vizír. To je klínovitá škvíra vystřižená například v kousku lepenky. Když budete při měření hledět přes ni, vyloučíte nejistotu, vznikající tím, že proužkem lepenky, který vzdalujete od oka, odkrýváte svou zorničku postupně, aneb že okraje proužku lepenky vidíte neostře. Budete vidět okraje pruhu lepenky rovnoběžné se škvírou stejně ostře jako budovu v dálce a měření bude přesné.

Takovou svinovací moderní Jakubovou hólí můžete provést i triangulaci svého okolí a vytvořit jeho mapu. Opakovaným pozorováním můžete také zjistit, kolik zemských poloměrů je od nás vzdálen Měsíc (ale to už je trochu složitější).

6 Větší dalekohled

Dalekohled, který dokáže víc než dobře vybavený lehký binar, si nepořizujte, dokud nemáte všechno uvedené výše a dokud se dobře nevyznáte na Měsíci i na nočním nebi. Než si větší dalekohled pořídíte, měli byste strávit pár jasných večerů na nějaké hvězdárně, kde se většími dalekohledy naučíte pozorovat. Pak se teprve můžete rozmyslet, k čemu a jak mnoho chcete větší dalekohled používat.

Ke stejně velkému kroku od binaru dál, jako byl krok od pohledu bez dalekohledu k pohledu lehkým binarem, se asi nerozhodnete — jak jste už četli, potřebovali byste k tomu dalekohled s asi půlmetrovým objektivem. Rozumný krok je poříditi si dalekohled s objektivem o průměru patnáct až dvacet pět centimetrů.

Takový dalekohled sice může mít objektiv čočkový, podobně jako váš triedr, ale pak je velmi drahý a nepříliš skladný — takové dalekohledy nechte hvězdárnám. Lépe vám poslouží dalekohled se zrcadlovým objektivem, jaký vynalezl Isaac Newton. Objektiv Newtonova typu se skládá z hlavního zrcadla, jehož pohliníková odrazná plocha má tvar rotačního paraboloidu, a z malého rovinného zrcátka, které posílá obraz na bok, kousek vně od horního okraje tubusu. Tam (do ohniskové roviny) lze umístit filmové políčko a obraz na něj zachytit, nebo si lze obraz prohlížet okulárem (vlastně silnou lupou). Optiku k objektivu Newtonova typu lze snadno koupit, i když jsou i nadšenci, kteří si zrcadla sami brousí a leští. Domácí výroba zrcadel je zdlouhavá a nestačí na ni běžné řemeslné dovednosti a znalosti. Zájemce odkazujeme na knihu [12] nebo na kurs broušení astronomických zrcadel v Rokycanech [13].

Chcete-li dobře porozumět optice dalekohledů, musíte si přečíst příslušné optické pasáže v nějaké odborné knížce, a pak si opakovaně různé malé dalekohledy poskládat. Nejsnazší je využít nějaké hotové sady optiky. Výborná (jako učební pomůcka pro vás, ne jako hračka pro děti) je kdysi velmi rozšířená stavebnice Astro-Cabinet.

Chodíte-li dosud do školy, určitě byste si po dohodě mohli zapůjčit něco z fyzikálního kabinetu nebo si tam po vyučování hrát (čili experimentovat) společně se svým učitelem fyziky. Plně funkční dalekohled získáte patričním umístěním čoček do dvojice lepenkových trubek — z lepenky jsou vinuty i tubusy poměrně velkých prodávaných dalekohledů.

6.1 Okuláry

Okuláry poskytují různá zvětšení, která vypočítáte jako poměr ohniskové délky objektivu a okuláru. U astronomických okulárů bývá ohnisková délka udána, u mikroskopových (pokud je z nouze užíváte) ji spočítáte ze „zvětšení okuláru“, definovaného stejně jako se udává konvenční zvětšení lupy, totiž jako 25 cm děleno ohniskovou délkou.

Úloha dalekohledů je sbírat světlo (o tom viz začátek oddílu Triedr) a současně zvětšovat úhly. Zvětšení úhlů ale má své meze — spodní je daná vašimi očima, horní vlnovou povahou světla.

Nejmenší zvětšení, při kterém už využijete celou plochu objektivu, je dáno velikostí vašich očních panenek. Změřte si proto jejich velikost, je to důležitý údaj. Přejděte ze světlé prostory do šera před zrcadlo, nebo raději hleďte stále do něj a ztlumte přitom silné světlo. Uvidíte, jak se vaše zorničky roztáhnou. Přidržíte-li si těsně před očima průhledné měřítko, snadno na něm odečtete, jak jsou vaše zorničky velké. Abyste měřili přesně, pravou panenku pozorujte pravým a levou levým okem. Zvětšení dalekohledu, při kterém se jeho výstupní pupila právě vejde do vaší zřítelnice, je rovno podílu průměrů objektivu a vaší zorničky. Jestliže užijete zvětšení ještě menší, díváte se už jen částí objektivu. Dalekohled se stává vlastně menším, což může být výhodné, jestliže tím získáte větší zorné pole. U zrcadlových dalekohledů se zastíněným středem objektivu můžete ale mít v malém zvětšení problém s tím, že vaši zorničku skoro celou vyplňuje obraz této slepé části objektivu.

Největší užitečné zvětšení je takové, že se vinou konečné délky světla body zobrazují již jako kruhy o postřehnutelném úhlovém průměru. To rozhodně platí pro výstupní pupilu velkou půl milimetru, stejně jako pro půlmilimetrovou díрку, kterou vytvoříte jehlou ve staré disketě — zkuste se přes takovou díрку podívat na obrazy Slunce v baňce žárovky (ta je tak vypouklá, že je zdálky odraz Slunce v ní dokonale bodový). Ostatně, zkuste dířky různých průměrů, od stěží patrných až do jednoho milimetru. U velkých dalekohledů bývá ale obraz rozmazán už při větších výstupních pupilách než je ona půlmilimetrová, a to neklidem vzduchu.

Dobře vybavený dalekohled by měl mít sadu okulárů, které poskytují výstupní pupily s průměry od sedmi či alespoň pěti milimetrů až do půl milimetru (či alespoň 0,7 mm). Pro dalekohled s průměrem objektivu 20 cm to konkrétně znamená zvětšení zhruba od třiceti do čtyř set. Po sobě následující zvětšení by neměla být v poměru větším než dva, a tak je potřeba pět okulárů (v nouzi čtyři). Počet okulárů je možné snížit na polovinu, pokud máte k dispozici tzv. Barlowovu čočku, složenou

rozptylku (aby měla potlačenou barevnou vadu) sloužící k prodloužení ohniskové délky objektivu na dvojnásobek.

Okuláry jsou tím cennější, čím větší zorné pole poskytují. Zorné pole okuláru poznáte snadno: vezmete okulár do ruky a podíváte se jedním okem přes něj a druhým obyčejně. V okuláru sice nevidíte žádné předměty, ale jasně vnímáte okraje světlého kruhu, jeho zorného pole. Díváte-li se přitom na zeď, úhlovou velikost kruhu spočítáte z toho, jak velký kus zdi zorné pole okuláru vytíná a jak jste od zdi daleko (můžete si to místo počítání nakreslit a změřit úhloměrem). Nejlepší okuláry mají zorné pole až devadesát stupňů, při pohledu jimi v noci ani nevnímáte okraj zorného pole. Naproti tomu mikroskopové okuláry mívají zorné pole i menší než třicet stupňů, je to jako dívat se úzkou trubkou, což ale vůbec nevadí při pozorování úhlově malých objektů, jako je třeba Jupiter (jen je obtížnější se naň strefit).

Okulár obsahuje kromě čoček (dvou až třeba sedmi) také clonku, která leží v ohniskové rovině objektivu a dalekohledu dává přesně ohraničené zorné pole (proto se jí říká polní clona). S výjimkou okulárů Huyghensova typu, kde leží mezi čočkami okuláru, je přístupná měření a zorné pole dalekohledu lze pak zjistit velmi přesně — je to (v radiánech) podíl průměru polní clonky a ohniskové délky objektivu. Současně je to i zorné pole okuláru (zjištěné přibližně dle předchozího odstavce) dělené zvětšením. Ostatně zorné pole okuláru samého je dáno také podílem průměru polní clonky a ohniskové délky okuláru. Teď je možná srozumitelnější, proč je okulár s velkým zorným polem dražší: musí mít větší polní clonu a také větší všechny čočky.

(Přesně vzato bývá polní clona stále v ohniskové rovině objektivu jen u triedrů. Výměnné okuláry ji mívají v sobě, takže nejde zaostřovat. Dioptrická vada zraku na úrovni pěti dioptrií nijak nepřekáží při zaostřování hvězd, ale okraje zorného pole pak už ostré nejsou.)

Naše oči vidí ostře jen velmi malou oblast, velkou asi jeden stupeň. Čím dál od této ostře patrné oblasti, tím menší úhlové rozlišení náš zrak poskytuje. Při pozorování proto určitě dáte přednost velkému zornému poli dalekohledu, i když na okraji neostrému, před zorným polem ohraničeným na nevelkou oblast zobrazovanou zcela ostře. Škoda, že na trhu nejsou levnější okuláry velkého průměru (tedy s velkým zorným polem). Výrobci si zřejmě netroufají nabízet okulár, který by mohl být předmětem (jakkoliv nekvalifikované) kritiky. Levné okuláry s velkým zorným polem si někteří hvězdáři zhotovují sami, dokonce si i sami tvarují čočky, ale to je věc až pro zkušené optiky.

Jak jsem naznačil už výše, pro míření dalekohledu může být užitečný i okulár o velkém průměru, dávající výstupní pupilu větší než jeden centimetr. Nevadí, že přitom dalekohled stává vlastně menším (do oka se dostává světlo jen ze zlomku plochy objektivu), hlavně že se zvětší zorné pole.

Zaostřování okulárů se často řeší důmyslným tzv. okulárovým výtahem. Je přitom výhodné, když na konci výtahu může být ne jediný okulár, ale soustava všech okulárů, které lze snadno měnit (tzv. revolverová okulárová hlava), aniž byste přeastřovali. Ve skutečnosti ale stačí často jen otvor, v němž můžete okulár hladce posunovat (kroutit s ním a přitom jej zasunovat či vytahovat). Hladkost pohybu a přitom dostatečná

tuhost se docílí třetí vložkou v otvoru — textilií, kůží, plastem, nebo i pružícím plechovým jazýčkem.

6.2 Montáž většího dalekohledu

Větší dalekohled, zejména s objektivem Newtonova typu (ve hvězdářské hantýrce se takovému dalekohledu říká prostě newton), už nelze užívat tak, že jej podržíte v ruce nebo opřete o okenní parapet. Potřebujete k němu montáž, která vám umožní jej namířit na kterékoliv místo na obloze a jemně a hladce s ním pohybovat, když s ním pozorujete něco ve velkém zvětšení. A musíte mít i možnost do dalekohledu pohodlně hledět, ať míří kamkoliv na nebe.

Klasické montáže bývaly na vysokém stojanu, s hlavní osou rovnoběžnou s osou Země, složité, drahé a často i velmi nepraktické. Dalekohled, určený k pozorování a ne k fotografování (o tom dále) takovou montáž nepotřebuje. Hlavní osa může být klidně svislá, důležité je jen, aby dalekohled byl dokonale vyvážený a stojan s montáží se nechvěl (chvění vadí ale jen ve velkém zvětšení).

Newtony mají okulár na horním konci a při pozorování mohou jejich montáže stát rovnou na zemi, nepotřebují tedy zvláštní stativ. Dokonalou a jednoduchou montáž k nim vyvinul v sedmdesátých letech John Dobson z Kalifornie. Dnes je takových dobsonovských montáží po světě ohromné množství; dobson, jak se dalekohledu Newtonova typu na montáži podle Dobsona říká, se stal standardem pro všechny pozorovatele, kteří si pořizují velký dalekohled. Dobsony se staví s hlavními zrcadly i většími než půl metru, nejobvyklejší jsou ale dvaceticentimetrové (tj. s hlavním zrcadlem o průměru dvacet centimetrů). Lze si je koupit hotové, montáž Dobsonova typu je ale snadné postavit si i doma. Nepotřebujete k tomu víc než překližku, pilu, pár kousků teflonové fólie a kus „umakartu“. Ukázky dobsonů, podle kterých lze montáž vyrobit, můžete nalézt ve Sky and Telescope[11], nejdůležitějším přehledovém astronomickém časopise.

Dobsonovskou montáž můžete doplnit lankem, které fixuje deklinaci (vlastně zeměpisnou šířku) místa, kam dalekohled míří. Dalekohledem pak lze na nebi sledovat jen zvolenou rovnoběžku a je pak ještě lehčí dohánět zvolený objekt při jeho cestě po nebi. Horní konec lanka je upevněn ideálně na ose dalekohledu vně od sekundárního zrcátka, spodní konec lanka se upevní k podstavci v místě, kde jej protíná rovnoběžka s osou Země procházející středem vodorovné osy montáže. K připevnění lze užít svorku umožňující volit různé délky lanka a tím i různé deklinace.

Luxusním doplňkem je paralaktický stůl, na který lze dobson postavit. Je to dvojice desek, přičemž horní klouže nad dolní tak, že jde o otáčení podle osy procházející nad horní deskou a mající sklon osy zemské. Nastavíte-li paralaktický stůl do jedné krajní polohy, je pak schopen až jednu hodinu dobson přesně naklánět tak, že se daná hvězda v zorném poli nehýbe. Paralaktický stůl je stejně nákladný, jako kompletní dobson bez něj, ale na druhé straně jde o věc, kterou si je šikovný řemeslník schopen postavit sám. Informace o tom viz opět časopis Sky and Telescope.

6.3 Hledáček

I když jde jen o binar se zorným polem velkým šest stupňů, nebude se vám zpočátku vždy dařit namířit jej v noci tam, kam chcete. Spolehlivé noční míření s binarem vyžaduje určitý trénink, podobně jako střílení pistolí od boku. Míření většími dalekohledy je o to těžší, že jejich zorné pole je mnohem menší.

Pohodlné užívání většího dalekohledu vyžaduje, aby k němu byl připevněn malý dalekohled s velkým zorným polem (alespoň tři stupně), takzvaný hledáček. V ohnisku objektivu hledáčku musí být vlasový kříž — vlasy v ohniskové rovině okuláru jsou dostatečně tlusté, aby byly vidět i v noci. Hledáček musí být dobře seřiditelný, aby byl přesně souosý s hlavním dalekohledem. Umístěn má být tak, abyste mohli snadno střídát pohled do obou dalekohledů.

Kupujete-li celý nový dalekohled, trvejte na tom, aby byl takovým hledáčkem vybaven. Může jít o hledáček docela levný (rozhodně pod tisíc korun), protože nemusí mít nijak dokonalou optiku: jen aby nebyly hvězdy uprostřed jeho zorného pole rozmazané.

K dalekohledu, který už máte, musíte hledáček přidat sami. Zabere to mnohem méně času než zbytečné noční bloudění po nebi dalekohledem, který ani zkušený hvězdář prostě nedokáže namířit. Nejsnadnější je použít malý monar — koupit by jej mohlo být možné tam, kde prodávají běžnější binary. Dobrý hledáček si ale snadno zhotovíte i sami, třeba s využitím plastových čoček z odložené stavebnice. Pro vytvoření zaměřovacího kříže potřebujete prstýnek (uříznutý z trubky vhodného průměru, v nouzi navinutý z papírové lepicí pásky), který bude přesně držet v ohniskové rovině objektivu. Do něj pak vložíte další prstýnek, na který nalepíte křížem tmavé vlasy. Lepení vlasů není snadné, ale po čase se vám povede, i když třeba kříž nebude přesně kolmý či přesně uprostřed. Hledáček pak zkrátka seřídíte na takový kříž, jaký jste zhotovili.

Obvyklé upevnění hledáčku je takové, že tubus většího dalekohledu na sobě má dvojici kruhových objímek a každá objímka je opatřena trojicí šroubů. Hledáček lze v objímkách pomocí nich naklánět. Protože ale pevné objímky na tubusu mohou u přenosného dalekohledu dost překážet, jsou možná i jiná řešení. Stačí mít například na tubusu velkého dalekohledu úhelník (L-profil) a na hledáčku nastavitelně připevněný jiný úhelník, který se do prvního vkládá. Připevnění úhelníku na hledáček může zajistit dvojice gumových kroužků ze staré motocyklové duše (nebo zavařovací guma), pro nastavení stačí dvojice odtlačovacích šroubů. Gumami či pásky lze pak přichytit i hledáček k většímu dalekohledu. Možné je ale i připevnění řemeslně náročnější, totiž místo úhelníků tlačných na sebe užít tzv. rybinu.

6.4 Jiné mířidlo

Pro dvacetimetrový dalekohled nebo menší (tj. s objektivem o průměru pod dvacet centimetrů) je ale ještě jiná možnost míření, než s pomocí hledáčku. Jde o optické mířidlo, které se v USA prodává pod názvem Telrad Reflex Sight. Jeho princip je ale tak jednoduchý, že si obdobné mířidlo můžete zhotovit sami.

Optické členy může mít jen tři: červenou diodu se zabíleným vrškem jako prstenový světelný zdroj, lupu s ohniskovou délkou asi 6 cm umístěnou tak, aby světelný zdroj byl v jejím ohnisku, a rovinnou skleněnou destičku (např. polovinu podložního sklíčka k mikroskopu). Při míření se pak díváte oběma očima na nebe, z toho jedním okem přes tuto destičku. Odrazem v destičce současně vidíte přes lupu červený prstýnek. Ten, protože je v ohnisku lupy, se vám jeví stejně v nekonečnu, jako hvězdy. I když pohnete hlavou, prstýnek se na obloze neposune — pohledem přes kteroukoliv část destičky jej vidíte stále na stejném místě nebe. Pokud je zaměřovač seřízený tak, že střed prstýnku je právě tam, kam míří osa dalekohledu, je míření dalekohledem velmi rychlé a přesné.

Aby bylo možné mířidlo užívat za různých světelných podmínek, musí být jas prstýnku regulovatelný. O napájení diody platí totéž, jako v oddílu Svítidla, navíc ale do obvodu zapojte reostat (proměnný odpor) s rozsahem do čtvrt megaohmu.

6.5 Vyhřívání

Za chladných nocí je pozorování dalekohledem velmi ztíženo tím, že se pára z vlhkých teplých očí sráží na okulárech. Okuláry lze sice opakovaně ohřívat fénem, ale jedinou skutečně dobrou obranou proti jejich orosení či dokonce ojínění je mít je stále ohřívání. Ohřívání levný okulár je často mnohem lepší, než sebedražší, ale studený. I lehounké orosení, které ještě hvězdy na pohled nerozmažává, takže jej nepostřehneme, totiž hvězdy podstatně zeslabuje.

K vyhřívání okulárů se užívá tenkého drátku, navinutého kolem okuláru (případně přes tenkou elektroizolační vrstvu). Vnější ohřívací rukávku je tepelně izolován. Napětí na drátku je jen několik voltů, příkon může být i v mraze jen čtvrt wattu (pokud je okulár zasunut v nekovové objímce). Na to dobře stačí dvojice tužkových akumulátorů, například těch, které napájejí optické mířidlo zmíněné výše, které pak přes den znovu nabijete. Větší příkon je lepší, okulár se po zapnutí rychleji ohřeje, ale je pak nutná možnost regulace (aby okulár nebyl horký).

Příklad: vezmeme drátek.... (z lícny, ocelového lanka, ... musím změřit a zkusit...)

U kovového revolverového okulárového konce není nutné vyhřívání jednotlivé okuláry, stačí hřát samotnou revolverovou hlavu. Je-li totiž zvenku (a pokud možno i zevnitř) tepelně izolovaná, vedení tepla kovem stačí na ohřev všech okulárů. Potřebný příkon je několik wattů, dle velikosti hlavy a tloušťky izolace.

Čočkové objektivy se sice dají dost účinně chránit proti chladnutí rosnicemi, ale za vlhkých nocí to nemusí stačit. Vyhřívání stačí vnitřek rosnice blízko objektivu, zářivým přenosem se udržuje i objektiv nad teplotou rosného bodu. Občas je vyhřívání potřebné i u newtonů. Platí to, co výše: vyhřívání rozhodně neškodí, zato slabé orosení vadí častěji, než si uvědomujeme.

I dalekohled, který nemá vyhřívání části, může vydržet dostatečnou dobu teplý, pokud je zpočátku o hodně teplejší než okolí, a tím spíše, pokud jej lze občas ohřát. Pokles teploty zrcadla, pokud není z málo roztažného skla, sice může zhoršit obraz ve

velkém zvětšení, ale jakékoliv orosení jej zhorší mnohem víc. Dalekohled ale nemůžete ohřívat v obytné místnosti — tam je totiž obvykle až několikrát vyšší absolutní vlhkost než venku, a dalekohled přinesený zvenku se tam hned orosí. Po delším pobytu uvnitř se pak do dutin dalekohledu (např. i do okulárů) dostane onen vzduch s vyšší absolutní vlhkostí a venku pak začne v dutinách vlhkost brzy kondenzovat. Dalekohledy je nutno ohřívat v prostoru, kde je venkovní vzduch, jen ohřátý a tím se sníženou relativní vlhkostí.

Ideální pro skladování a ohřívání dalekohledů je venku pod střechou umístěná skříň, jejíž vnitřek lze vyhřívat a kterou může zvolna proudit vzduch vzhůru. Skříň je vhodné mít po stranách a nahoře tepelně izolovanou, čelní strana ale může být průhledná či průsvitná, aby se skříň ve dne ohřívala světlem. Dalekohledy, po nočním pozorování často důkladně mokré, v ní tak přes den pořádně a zadarmo vyschnou. Na noc ale taková skříň potřebuje ještě jiný zdroj tepla než Slunce, např. elektrický ohřev malého výkonu. Zdola může být skříň otevřená a nahoře by měla být opatřená regulovatelnou škvírou či klapkou (za slunečného dne úplně otevřenou, v noci při slabém zdroji tepla jen pootevřenou).

7 Údržba dalekohledů

Dalekohled, který není dobře seřízený, může vcelku fungovat, ale pouze při malých zvětšeních. Při velkých zvětšeních dalekohled již neukazuje další podrobnosti, neboť nezobrazuje ostře. U čočkových objektivů špatné seřízení není obvyklé, naopak u všech typů zrcadlových objektivů je pravidlem. Chcete-li užívat zrcadlový dalekohled, musíte alespoň umět poznat, je-li dobře seřízený nebo ne.

Nechcete-li být bezmocní, když zjistíte, že seřízení dalekohledu není dokonalé, musíte mít alespoň tu nejjednodušší pomůcku, totiž okulárovou trubičku (viz dále). Pak si prostudujte následující návod a pusťte se do seřizování. Není to o mnoho obtížnější než seřídít si přední brzdu bicyklu, opotřebují-li se její gumičky.

Dobrý dalekohled je nejen seřízený, ale má i čisté okuláry. Zatímco prach na objektivu jen ubírá světlo a trochu snižuje kontrast, nečistý okulár opravdu velmi kazí obraz. Očistit okulár je stejně snadné jako očistit brýle (tedy alespoň jejich optické plochy) — i když se k nim nedodává návod k použití a údržbě a skutečně si je někteří uživatelé nechávají čistit jen od optika.

7.1 Obnova optických ploch

Návod na čištění brýlí je stručný, ale asi ne všeobecně známý. Přichystejte si čerstvě vypranou (nezamaštěnou a nezaprášenou) bavlněnou plenu (tričko, dětskou plenu, atp.). Pokud sklo není zaprášené, dýchněte na něj a vzápětí z něj otřete vzniklou rosou. Případně to opakujte, můžete i dost přitlačit. Pokud sklo zaprášené je, buď jej nejprve lehce jiným kouskem obdobné látky omeťte, nebo (mohou-li v prachu být částice křemene nebo ještě tvrdší) opláchněte proudem vody a případně přitom omývejte hubkou. Po okapání postupujte jako u nezaprášeného skla.

Optické plochy dalekohledů by se neměly špinit tolik jako brýle, protože jsou před nečistotami zčásti nebo úplně ukryté. Čistit je potřeba většinou jen vnější plochy okulárů, které bývají zamaštěné od očních řas. Postupuje se u toho jako u brýlí, ale protože jde o malou plošku, vezměte si na pomoc raději kousek čisté vaty namotané na párátku. Volně motanou vatou lze plochu nejprve omést. Proudem vody se zde rozumí leda ostré ostříknutí vodou destilovanou (malou injekční stříkačkou bez jehly). Na rozdíl od obyčejných brýlí jsou optické plochy moderních dalekohledů opatřeny zelenavou či fialově se jevící vrstvičkou snižující množství odraženého světla (antireflexní vrstvou), která bývá méně odolná než samotné sklo. Čištění dobře snáší, snadno ji ale poškrábou už i živcová⁵ prachová zrna.

Pozor, orosený okulár není nečistý a jediným správným způsobem jeho „umělého čištění“ je ohřát jej, viz odstavec Vyhřívání. Stírání vodního povlaku vede časem k poškrábání okuláru a neodstraňuje příčinu rosení, totiž nízkou teplotu okuláru.

Zrcadla na sobě mají velmi měkkou hliníkovou vrstvičku a nelze je vůbec otírat, dokud z nich není zcela odstraněn i mikroskopický prach. Jen velké prachové částice ale dají odstranit pouhým ofukováním vhodnou „ruční foukačkou“, např. polyetylenovou nádobkou, v jaké dostanete nosní kapky namíchané v lékárně (účinnější jsou speciální nádobky se stlačeným suchým vzduchem). I dost malé částice lze odstranit ostrým proudem vody (získáte jej např. přitlačení prstu na ústí vodovodu). Aby po uschlých kapkách vody nezůstaly na zrcadle krystalky solí, opláchněte zrcadlo nakonec vodou destilovanou, postavte na hranu na sající ručník a větší kapky sfoukejte dolů. Lihem nebo teplou vodou se saponátem lze ostříkat i mastné skvrny, ve zcela bezprašném stavu je nakonec lze přitom i mechanicky otírat podobně jako čisté sklo.

Hodně špinavá hliníková vrstva ale bývá současně i zkorodovaná. Ověřte si to pohledem skrz ni — není už alespoň místy průhledná? Jestli ano, vyrobte si trochu slabého roztoku louhu sodného či draselného (pozor, je to nebezpečná žíravina!) a nalijte jej na hliníkovou vrstvu. Přes noc se vrstva rozpustí a čisté sklo pak omyjete vodou (nakonec destilovanou)⁶. Když usoudíte, že je sklo už dokonale čisté a rovnoměrného vzhledu, odnesete zrcadlo někam k pokovení, např. [14]. Noste jej přitom optickou plochou dolů v takové salátové míse, která vyloučí mechanický kontakt optické plochy s okolím (hlavně až bude znovu pokovená). Vlastně jde vždy ne o jedno zrcadlo, ale o dvě — to druhé, vypuklé či rovinné, odleptávejte v padnoucí skleněné misce.

7.2 Jak se pozná seřízený dalekohled

Seřízený dalekohled dosahuje svého „difrakčního limitu“, čili dokonalost soustředění světla hvězdy je omezena jen ohybem (difrakcí) světla jakožto vlnění. Ověřit si to znamená prohlédnout si difrakční obrazec a posoudit, jestli odpovídá pupile dalekohledu. Dává-li dalekohled ideální difrakční obrazec, je v pořádku.

⁵Pamatujte si ještě Mohsovu stupnici? 1: mastek, 2: halit, 3: kalcit, 4: fluorit, 5: apatit, 6: živec, 7: křemen, 8: topaz, 9: korund, 10: diamant. Optické sklo má tvrdost větší než 6.

⁶Pozor, silný luh by za dlouhou dobu naleptal i sklo. Pokud kovová vrstva nechce zmizet, možná se jedná o starou vrstvu stříbrnou a její sejmutí nechte na odbornících, kteří zrcadla pokovují.

Podívejte se seřízeným dalekohledem na jasnou stálici (u dalekohledu bez pohonu užijte Polárku) ve velkém zvětšení, totiž velkém pro daný dalekohled — takovém, že výstupní pupila dalekohledu je velká jen asi půl milimetru. Tehdy už není hvězdu vidět jako bod, ale jako jako malý světlý kruh, zvaný Airyho skvrna, o viditelném úhlovém průměru tři minuty (to je tisícina radiánu). Airyho skvrna je obklopená tenkým temným mezikružím, pak světlým mezikružím, atd. Viditelnost (jas) těchto tzv. difrakčních kroužků směrem od Airyho skvrny pryč rychle klesá. U zrcadlových dalekohledů můžete vidět ještě něco dalšího, totiž paprsky vybíhající z Airyho skvrny, pozorujete-li velmi jasnou stálici — ty vznikají difrakcí (ohybem světla) na úchyty sekundárního zrcátka. Až na ně je difrakční obrazec zcela rotačně symetrický, jelikož jde o difrakci na stejně symetrickém kruhovém či prstencovém otvoru, Neklidem vzduchu se v něm jas stále přelévá, ale na žádnou stranu od Airyho skvrny nejsou oblouky difrakčních kroužků v průměru světlejší.

Jde-li o dalekohled s dvouočkovým objektivem, bývá difrakční obrazec zelenkavý, ponořený v purpurové mlze. Tak se projevuje nedokonalé odstranění barevné vady objektivu, kdy okraje viditelného spektra jsou již fokusovány do poněkud jiné ohniskové roviny. Při přestření lze naopak vidět purpurovou Airyho skvrnku se zelenavým kruhem či širokým prstencem kolem. Tříočkový objektiv může dát difrakční obrazec téměř dokonalý (bezbarvý), zato u jednoočkového můžete ladit barvu Airyho skvrny do všech barev spektra.

Pro srovnání si prostudujte vzhled vzhled různých difrakčních obrazců i bez dalekohledu. Jako umělá hvězda vám poslouží obraz Slunce v žárovce, ve vánoční baňce nebo prostě ve zprohýbaném kusu skla (např. masívním skleněném popelníku). Řadu malých otvorů, přes které budete hledět, si vyrobte jehlou v málo průhledné fólii — ideální je stará disketa o průměru pět a čtvrt palce. Malé otvory docílíte, když fólie bude na na tvrdé podložce. Kulatost otvorů se dá zlepšit, když jehlou při propichování otáčíte, ale nejmenší otvory budou stejně mít dost nepravidelné okraje. To se při pohledu přes ně výrazně projeví. Dívat se přes malé otvory je vůbec zábavné a poučné, nejen pro hvězdáře.

Jestliže místo jedné hvězdy pozorujete těsnou dvojici hvězd, uvidíte ji seřízeným dalekohledem jako dvojici tehdy, když budou Airyho skvrnky obou hvězd oddělené. To bude zřejmě tehdy, když bude úhlová vzdálenost obou hvězd větší než $3' \times 0,5 \text{ mm}/D$, kde D je průměr objektivu dalekohledu, aneb než $3'/Z$, kde Z je tzv. největší užitečné zvětšení (jak vidno, $\frac{Z=2D}{1 \text{ mm}}$). Hodnota $3'$ zde vystupuje proto, že to je zhruba limit toho, co právě začínáme rozlišovat od pouhého bodu. Pro dalekohled o průměru objektivu devět centimetrů to tedy bude už pro hvězdy vzdálené od sebe přes jednu vteřinu.

Při hodně neklidném vzduchu (když na vás daná hvězda moc silně bliká) a velkém dalekohledu může být difrakční obrazec tak neklidný, že jej téměř nepostřehnete. Můžete si pak prohlížet alespoň difrakční obrazec mírně rozostřené hvězdy (ať již při více zasunutém či vysunutém okuláru), který by měl být rovněž zcela rotačně souměrný. Užijte k tomu menšího zvětšení s výstupní pupilou nad 1 mm. I když se

ale zdá takový rozostřený difrakční obrazec dokonalý, nedává jistotu o dokonalém seřizení dalekohledu, důležitém pro chvíle s klidným obrazem.

7.3 Neseřizený dalekohled

Špatně seřizený dalekohled poskytuje špatný difrakční obrazec. Difrakční kroužky mohou být na jednu stranu od Airyho skvrny jasnější, nebo mohou být patrné jen jejich segmenty na jedné straně od Airyho skvrny. Někdy ani Airyho skvrna nemusí být vůbec patrná a může být vidět jen řádka světlých čárek, což jsou vlastně segmenty difrakčních kroužků. Místo do malinké Airyho skvrny je pak světlo hvězdy soustředěno na řádově větší plošku. Tím je omezena pozorovatelnost slabých hvězd, u nichž jinak využíváme zmenšení jasu oblohy velkým zvětšením při současném zachování „bodovosti“ hvězdy. Každý bod objektu je v obrazu představován zbytečně velkou ploškou a zmizí tak i kontrast detailů na planetách a na Měsíci.

Špatný difrakční obraz málokdy znamená, že je špatný objektiv či jiný optický člen dalekohledu. Když už, tak může jít o to, že (dobré) hlavní zrcadlo je zakřiveno špatným uložením. Nejspíše jde ale jen o to, že hvězda leží velmi daleko od optické osy objektivu dalekohledu, i když je uprostřed zorného pole. To je obvyklá situace u většiny zrcadlových dalekohledů — seřizený zrcadlový dalekohled je spíše výjimkou. Odtud zřejmě plyne mylný názor, že čočkový objektiv vždy dává „mnohem lepší obraz“ než zrcadlový stejné velikosti. Jde ale jen o to, že čočkové objektivy bývají mnohem lépe seřizené.

7.4 Okulárová trubička a centrální tečka

Při seřizování dalekohledu chcete docílit toho, aby splývaly optické osy objektivu a okuláru. U nejběžnějších zrcadlových objektivů Newtonova typu, kterým se budeme dále věnovat, jde o osu objektivu i po odrazu na sekundárním zrcátku. Na kontrolu a zviditelnění optických os potřebujete alespoň dvě pomůcky.

Pro všechny typy dalekohledů je potřeba záměrná okulárová trubička. Má stejný vnější průměr jako užívaný okulár, ale místo čoček má uvnitř jen clonu a kříž. Vhodná délka trubičky je deset centimetrů. Na jednom konci je opatřena clonou, totiž téměř zaslepena, až na otvor o průměru půl až jeden milimetr přesně uprostřed. Takovou clonu vyrobíte jako pružné či přesně padnoucí „těsnění“, které vsadíte do trubičky. Na druhém konci má trubička drátěný kříž, křížící se opět přesně na její ose. Na výrobu takového kříže potřebujete prstýnek (krátkou trubičku) vysoký asi půl centimetru, jehož vnější průměr je asi o jeden milimetr menší než vnitřní průměr trubičky. Přes průměr prstýnku připevníte drát o tloušťce asi půl milimetru, a to tak, že jej ohnete přes přední i zadní okraj prstýnku. Kolmo na něj připevníte druhý drát. Průhledným měřítkem kontrolujete, zdali jdou oba dráty přesně přes osu prstýnku. Dost dobře je možné zkontrolovat polohu drátku i pohledem (prstýnek přitom otáčejte do různých poloh), stejně jako kolmost drátků. Když je kříž v pořádku, obtáhněte prstýnek s křížem několika závitů lepicí pásky a vsaďte jej do trubičky. Je dobré jej vsadit křížem napřed, aby byl kříž poněkud schovaný a méně náchylný k poškození.

Okulárová trubička použitá místo okuláru zviditelňuje jeho optickou osu. Ta má mířit na střed objektivu, který je ale přibližně vidět jen u vrтанého hlavního zrcadla, např. u objektivu typu Cassegrain. U objektivů Newtonova typu je nutné střed zrcadla nejprve označit.

Každé primární zrcadlo newtonovského dalekohledu musí mít ve svém prostředku nalepenou či nakreslenou značku, bez ní nelze dalekohled dobře seřadit. Značkou může být kroužek z papíru či nakreslený tmavým lihovým fixem, o průměru půl až jeden centimetr. Zrcadlo bez značky, zamontované v tubusu, je projevem diletantismu a vy je musíte nejprve z tubusu vyjmout — všimněte si přitom, jak bylo připevněno. Značku musíte obnovit také po každém pokovení zrcadla. Pokud litujete tohoto kousku zrcadla, uvědomte si, že leží vždy ve stínu sekundárního zrcátka. Střed zrcadla najdete nejdříve přibližně pomocí dvou průhledných pravítek a označte jej světlým lihovým fixem. Až jej znáte spolehlivě s přesností lepší než jeden milimetr, nakreslete kolem něj tence čtyři body kroužku nepatrně většího než budoucí značka. Mezi ně pak tmavou značku umístěte.

Než označené zrcadlo znovu zamontujete do tubusu, prostudujte si, jak přesně funguje jeho naklání pomocí tří či šesti šroubů na dně dalekohledu.

7.5 Vlastní seřizování

Dalekohled namířte na světlé pozadí, nejspíše denní oblohu. Nejprve se věnujte sekundárnímu zrcátku. Jeho naklání docílíte toho, abyste na ose okulárové trubičky, tedy na kříži, viděli střed zrcadla primárního. Současné pozorování kříže a značky je ztíženo tím, že kříž je blízko a značka daleko — nevidíte je současně ostře. Ostrosti pomáhá malý otvor, přes který hledíte, a pro viditelnost nezaostřeného kříže je důležité, aby byl dost tlustý. Kříž možná neleží přesně na ose trubičky, přesnou polohu osy ověřujte tak, že trubičkou otáčíte. Drobnou odchylku osy trubičky od kříže si můžete zapamatovat (k tomu se hodí mít ramena kříže označená, například jednou až čtyřmi kapkami lepidla), lépe je ale kříž poopravit, aby byl zcela v ose. Obecně řečeno, střed značky na primárním zrcadle má ležet na ose otáčení okulárové trubičky. Tehdy je sekundární zrcátko správně nakloněné.

Pak zkontrolujte optickou osu hlavního zrcadla. Pokud je velmi odkloněno, snažte se nejprve dostat zhruba na kříž trubičky obraz kříže, držícího sekundární zrcátko, či prostě obraz sekundárního zrcátka, je-li upevněno jinak. Pro přesnější seřízení potřebujete vidět obraz kříže okulárové trubičky v hlavním zrcadle, či dokonce obraz otvoru na jejím opačném konci nebo kousku vaší zorničky za ním. Obrazy mají ležet na ose okuláru, tedy na kříži samém. Problém je ale v tom, že obraz kříže okulárové trubičky není bez vhodného osvětlení takřka vidět. Zviditelnit jej můžete tak, že namíříte dalekohled na temné pozadí nebo před ním podržíte tmavý předmět a na kříž okulárové trubičky si posvítíte baterkou. Obraz kříže můžete centrovat stejně dobře i na značku na primárním zrcadle, kterou vidíte spolu s obrazem kříže ostře — značka na zrcadle je už totiž, díky správnému náklonu sekundárního zrcátka, přesně na ose okulárové trubky.

7.6 Správné umístění sekundárního zrcátka

Máte-li již sekundární i primární zrcadlo seřizené, tj. všechny významné body při pohledu okulárovou trubičkou splývají, můžete se věnovat poslední maličkosti — tomu, kde se protínají osy primárního zrcadla a okuláru. Ideální stav se zdá být jasný, mělo by to přece být uprostřed sekundárního zrcátka. Opravdu je to tak, ale je to třeba upřesnit — jde totiž o střed úhlový. Má to být *napohled uprostřed, díváte-li se z ohniska*. Při malé světelnosti dalekohledu je to i délkově vzato téměř přesně uprostřed zrcátka, ale u hodně světelného newtonovského dalekohledu je to už trochu jinde. Pokud to není váš případ, následující pasáž, která se tímto problémem zabývá, klidně přeskočte.

Nejjednodušším ověřením správné polohy zrcátka je skutečně se podívat z ohniska. Nejprve najdete ohniskovou rovinu objektivu promítáním vzdálené krajiny na matnici (tedy na průsvitnou plochu, například průklepový papír). Je-li natolik vně tubusu, abyste do ní mohli umístit svou zorničku, můžete pokračovat dál. Protože dalekohled už je seřizený, je ohnisko tím bodem ohniskové roviny, který leží na ose okulárové části dalekohledu. Zorničku na této ose udržíte tak, že použijete další pomůcku, stejnou jako je vyčnívající část okulárové trubičky — vlastně jde jen o clonku s otvorem na ose. Pokud z ohniska uvidíte okraje zrcátka, máte vyhráno. Je ale dost možné, že okraje zrcátka vidět nebudou, neboť budou zakryty okraji okulárové části dalekohledu. Tehdy musíte postupovat podle dalších odstavců.

Jde o to, aby sbíhavý svazek odražených paprsků hvězdy, ležící na optické ose primárního zrcadla, byl správně „sečen“ rovinným zrcátkem. Okraj rovinného zrcátka, bližší k primárnímu zrcadlu, musí tedy sahat dále od osy dalekohledu, neboť tam je svazek světla širší. Budiž P bod, kde se osa primárního zrcadla odráží na rovinném zrcátku a mění se v osu okulárové trubičky. Pak vzdálenost b bodu P od kraje zrcátka bližšího k hlavnímu zrcadlu a jeho vzdálenost c od opačného kraje (tedy od kraje bližšího k okuláru) mají být v poměru

$$b/c = \sin(\pi/4\omega) / \sin(\pi/4 - \omega) .$$

Zde ω je polovina úhlu sbíhavosti svazku, tj. zhruba (v radiánech) polovina tzv. světelnosti zrcadla d/f (d je průměr zrcadla a f jeho ohnisková délka). Přibližně platí též, že $b/c = 1 + 2\omega$. Např. pro světelnost 1:3 je b/c rovno 4/3, pro 1:8 je to už jen 9/8. Jak vidět, pro nízké světelnosti se správná poloha bodu P opravdu blíží ke středu zrcátka.

Pro kontrolu vzdáleností bodu P od opačných okrajů zrcátka užíjte průhledného měřítka, které přiložíte těsně podél zrcátka. Jak je těsně u něj, uvidíte podle toho, nakolik stupnice měřítka a její obraz v zrcátku splývají. Bez okulárové trubičky odečtete polohy vnitřního a vnějšího okraje zrcátka a s okulárovou trubičkou pak polohu bodu P.

Odhálíte-li, že bod P neleží ve správném místě zrcátka, máte tři možnosti — použijte takovou, kterou nejlépe umožňuje konstrukce dalekohledu:

- Rovinné zrcátko posuňte podél jeho roviny a případnou nechtěnou změnu jeho náklonu pak napravte.

- Změňte vzdálenost zrcátka od hlavního zrcadla. Přiblížením malého zrcadla k velkému, nakloněním osy velkého kousek směrem k okulárové trubičce, a nakloněním rovinného zrcátka ke hlavnímu zrcadlu (tak, aby dalekohled byl opět seřízen pokud jde o souhlas optických os) posunete bod P směrem ke vnějšímu okraji rovinného zrcátka.
- Posuňte či nakloňte podél osy tubusu dalekohledu okulárový výtah. Nakloněním rovinného zrcátka namířte odraženou osu okulárové trubičky opět na střed primárního zrcadla a pak správně nakloňte i primární zrcadlo.

7.7 Praktická kontrola a doladění

Máte-li dalekohled takto „laboratorně“ seřízený, zbývá jej vyzkoušet při nočním pozorování a velkém zvětšení — prohlédnout si, jaké difrakční obrazy dává. Jsou-li úplně špatné, přestože je dalekohled seřízen, je asi v nepořádku jeho optika. Vadný okulár můžete někdy odhalit, když s ním otáčíte. Může se také stát, že okulár má příliš malé čočky, menší než je šířka dopadajícího svazku světla hvězdy; tak tomu bývá zejména u dalekohledů s velkou světelností a u hvězd mimo střed zorného pole. Zdánlivě vadná zrcadla zase mohou mít jen tu smůlu, že jsou uložena nikoliv volně (ač s vůlí velmi malou), ale silou přitažená a zkřivená.

Jsou-li difrakční obrazy hvězd dosti dobré, ale přece jenom ne dokonalé, můžete se snažit velmi jemným nakláněním některého ze zrcadel je ještě zlepšit. Dost možná to spíš pokazíte a budete se muset znovu vrátit k seřízení „laboratornímu“. To lze s okulárovou trubičkou, baterkou a listem papíru jako „světlou oblohou“ provést i v noci venku za pouhých několik minut. Podaří-li se vám nakonec docílit krásných souměrných difrakčních obrazů hvězd s malinkou jasnou Airyho skvrnkou uprostřed, budete možná při dalším pozorování překvapeni, jak skvělý dalekohled máte.

7.8 Dalekohledy Cassegrainova typu

Předešlé pokyny se vztahovaly především k seřizování dalekohledů Newtonova typu. Mnohé z toho ale platí i pro dalekohledy s provrtaným hlavním zrcadlem a zakřiveným zrcadlem sekundárním. U nich je základní pravidlo ještě jednodušší: Snažte se při pohledu okulárovou trubičkou docílit soustřednosti všech obrazů primárního i sekundárního zrcadla.

Je-li toto zrcátko vypuklé, jde o objektiv Cassegrainova typu, objektivy podle Gregoryho mají sekundární zrcátka dutá. Objektiv ale může začínat i korekční skleněnou deskou, a pak jde o objektiv katadioptrický (tj. odrazně-lámový). Korekční deska může být jen málo odlišná od rovinné a umístěná ve středu křivosti hlavního zrcadla (Schmidtův objektiv), nebo tvaru kulové vrstvy (menisku) a umístěná v ohniskové rovině zrcadla (Maksutovův objektiv).

Na rozdíl od newtonů u těchto dalekohledů velmi záleží na vzdálenosti sekundárního zrcadla od primárního. Už malinkou změnou vzdáleností zrcadel se hodně

posune výsledná ohnisková rovina soustavy, takže si její polohu v rozmezí až několika milimetrů můžete svobodně zvolit, aniž přitom znatelně omezíte dokonalost objektivu. Pokud ale někdo před vámi posunul ohniskovou rovinu od ideální polohy více (třeba ji vysunul dále za hlavní zrcadlo, aby dalekohled mohli zaostřit i velmi krátkozrací diváci), může tím být objektiv dost znehodnocen. V každém případě správnost momentálního nastavení objektivu ověřte.

K ověření potřebujete pomůcku, hustou mřížku. Vhodná perioda (rozteč) mřížky je 0,2 mm. Jako vhodná čtvercová mřížka se dají použít některé tenké tkaniny s neroztřepenými vlákny, nejspíše nylonové. Mřížka stačí malá, o průměru třeba jen jeden centimetr, ale musí být rovinná. V praxi tomu může vyhovět napnutý větší kus tkaniny.

Dívejte se objektivem (dalekohledem bez okuláru) na jasnou hvězdu. Přibližujte oko zdálky tak dlouho, až se vám hvězda, kterou udržujete stále svým zrakem uprostřed objektivu, rozostří a postupně vyplní celý objektiv. Tehdy máte zorničku téměř v témže místě, kde objektiv vytváří obraz hvězdy. Vsunete-li pak před své oko hustou čtvercovou mřížku, nevidíte již světlý kruh (vlastně prstenec, protože střed hlavního zrcadla je zastíněn sekundárním zrcátkem), ale jen síť světlých bodů, odpovídajících okům mřížky.

Světelná síť, kterou vidíte, má být stejně přesně čtvercová, jako samotná mřížka. Je-li soudeckovitě zkreslená (tj. má vyboulené strany) nebo polštářkovitě zkreslená (má vytažené rohy), je nutné sekundární zrcadlo posunout a zkoušet to tak dlouho, až síť světlých bodů vidíme bez deformace. Při tomto zkoušení je vhodné mít oko až za ohniskovou rovinou a mřížku kousíček před ní. Čím je ten kousíček menší, tím má pozorovaná síť méně bodů a tím je řidší (takže je obtížnější postřehnout její zkreslení), ale tím je také citlivější na odchylky od dokonalosti objektivu.

Pokud jste nikdy nezkoušeli zrcadla laboratorně Foucaultovou či Ronchiho metodou, bude pro vás takového noční testování objektivu zprvu dost obtížné. Už jen opětovné hledání, kam máte přesně umístit oko, abyste viděli objektiv zalitý světlem hvězdy, je obtížné. Mřížka vám přitom může pomoci. Obraz hvězdy, promítaný na ni objektivem, je vidět už zdálky a je pak snadnější „chytit do oka“ tenoučký svazek světla hvězdy v blízkosti ohniskové roviny.

Když jsou již správné vzájemné vzdálenosti zrcadel, je načase zabývat se ztožněním optických os. Náklon sekundárního zrcadla seřídte dle pohledu okulárovou trubkou — na kříži trubky má být vidět jak střed otvoru hlavního zrcadla, tak i obraz trubky v sekundárním zrcadle. Hlavní zrcadlo se ale seřizuje nejpřesněji pohledem z opačné strany, jen musíte mít možnost dívat se do něj podél jeho osy z čím dál větší dálky až do nějakých patnácti metrů. To je snadné u přenosného dalekohledu stojícího na rovině a namířeného vodorovně — u dalekohledu skrytého za stěnami pozorovatelný to může být obtížné (asi proto jsem o takovém způsobu nikde nečetl).

Vzdalujte postupně hlavu od zrcadla tak, aby oko, kterým se díváte, bylo stále na ose hlavního zrcadla. Obraz vaší hlavy se postupně zvětšuje, až v okamžiku, kdy máte oko ve středu křivosti zrcadla, vyplní obraz vaší zorničky celé zrcadlo. Zrcadlo bude tehdy tmavé jako vaše zornička. Pokud se vám to nedaří, dívejte se při vzdalování

od objektivu přes malou díрку v bílém archu papíru, abyste zvětšili kontrast mezi zorničkou a jejím okolím.

Když máte zorničku ve středu křivosti hlavního zrcadla, všimněte si, zdali je objímka sekundárního zrcadla vidět uprostřed primárního. Pak jděte dál. Postupně uvidíte odraz objímky sekundárního zrcadla v primárním, a pak i odrazy vyšších řádů. Jde o to, aby byly všechny pěkně soustředné s okrajem primárního zrcadla, s okrajem tubusu a objímkou zrcadla sekundárního. Vidíte-li nějaké odchylky od soustřednosti, zapamatujte si je (raději nakreslete a запиšte) a běžte mírně naklonit primární zrcadlo. Odchylky od soustřednosti soustavy kruhových objímek a jejich obrazů se určitě změny. Uvědomte si jak, a usudte, jak je potřeba zrcadlem dále pohnout. Po několika (méně než deseti) pohybech zrcadlem by mělo být všechno v úplném pořádku. Z pohledu do objektivu zepředu ani zezadu by neměly být vidět žádné odchylky od souměrnosti. Pokud nějaké zbývají, mohou být způsobeny nesousým tubusem, jeho okulárové či naopak přední části.

7.9 Čočkové objektivy

Čočkový objektiv se skládá zpravidla alespoň ze dvou čoček, a ty ovšem musí být správně sestavené. V jedné sestaveném objektivu se zpravidla už nemůže nic pohnout a není proto ani potřeba jej seřizovat. Jen je potřeba dbát na to, kterou stranou má být objektiv v tubusu dopředu. Může být ale potřeba jeho polohu v tubusu i drobně seřídít, přesněji, docílit toho, aby jeho optická osa procházela středem okuláru.

Ke kontrole osy si vystrihněte lepenkový nebo plastový terčík s osazením, které přesně sedne do otvoru okulárového konce dalekohledu. Ve středu terčíku zhotovte otvor pro svítící diodu a poblíž okraje druhý otvor, kterým budete hledět. Zakrytý objektiv dalekohledu představuje při pohledu z okulárového konce vlastně soustavu kulových zrcadel. Svítí-li dioda, máte druhým otvorem vidět všechny její obrazy v jedné řádce, která směřuje přesně od středu objektivu. To má platit při všech otočeních terčíku, tedy při polohách prohlížecího otvoru na všech stranách od osy dalekohledu. Není-li to tak, je objektiv poněkud nakřivo a je nutné s ním pohnout, pravděpodobně jen o malý kousek.

7.10 Binar

Ověřování sousosti obou dalekohledů tvořících binar je věnován již odstavec v části Pořídte si svůj binar.

Ještě přesnějším testem je podívat se do něj ne rovnou očima, ale přes další binar, tentokrát ale tvořený jen dvojicí rovných dalekohledů, které mají v ohniskových rovinách svých objektivů alespoň vláknové kříže, lépe pak úhlové stupnice (vodorovnou a svislou). Takovou pomůcku lze vytvořit i z dětské stavebnice. Pro kvalitní seřízení binaru je nezbytná.

Seřizování binarů není tak jednoduché, jako seřídít zrcadlový objektiv, přinejmenším je to více montování. Některé binary mají alespoň jeden z objektivů v takové

dvojici excentrických objímek, že jejich otáčením (po případném vyjmutí zajišťovacích šroubů či kolíčků) lze objektivem mírně pohnout do stran. Tím lze drobnou nesouosost odstranit. Velké „šilhání“ bývá ale způsobeno změnou polohy některého hranolu uvnitř binaru a tak nezbyvá, než binar otevřít a správnou polohu obnovit. K tomu už návod nedávám — šikovní mechanik to dokáže, jen musí dbát na to, aby vazelína, která v binarech bývá, nepřišla do kontaktu s optickými plochami (když se takové neštěstí stane, musí optické plochy umět bez poškození očistit, nejen nepoškrábat, ale zbavit všech šmouh)⁷.

7.11 Podrobnější informace

Věřím, že výše uvedené stručné informace vám stačí k tomu, abyste své dalekohledy úspěšně seřizovali. Nejsou to pokyny nové, ve stručnějším znění jsem je uveřejnil už v někdejší časopise úpické hvězdárny [16]. Nestačí-li vám, dejte si pozor, odkud berete další. V české literatuře jiné spolehlivé neznám, zato znám dost pokynů matoucích. Já sám jsem se poučil až z dvoudílného článku optika Paula Valleliho [15] v již doporučovaném časopise *Sky and Telescope*. Knihy inzerované v tomto časopise by snad měly také obsahovat jen kvalifikované pokyny — kterou knihu ale doporučit, nevím, neznám je.

8 Jak získat zrcadlový dalekohled

Když už teď víte, co jako uživatelé většího dalekohledu máte umět a jaké vlastnosti a vybavení má dalekohled mít, můžete být zralí k tomu, abyste si jej skutečně pořídili.

Seznamte se ale nejprve s většími dalekohledy na nějaké hvězdárně, aby se vaše znalosti doplnily zkušenostmi. Když zjistíte, že některý dalekohled nemají seřizený, nabídněte, že to napravíte. A nerozpakujte se požádat o to, abyste u dalekohledu mohli strávit i nějaký čas mimo hodiny, kdy je určen veřejnosti. Má-li být vaše žádost přesvědčivá a úspěšná, musíte ji doložit svým pozorovacím deníkem, kde máte záznamy o tom, co jste dosud dělali při užívání triedrů a případně i jiných menších dalekohledů. Jestli pak hvězdárně například věnujete kopii své kresby Jupiteru, kterou pořídíte s pomocí jejího dalekohledu, bude spokojenost jistě na obou stranách.

Není-li pro vás existující hvězdárna (třeba i neveřejná, patřící nějakému vašemu lépe vybavenému kolegovi) málo dostupná, zkuste, zdali vám nestačí využívat tamní vybavení. Vaše činnost na hvězdárně může být užitečná i ostatním — řada hvězdáren totiž trpí chronickou nemocí, že jim chybí praví hvězdáři, a právě vaše činnost může být tou nejlepší léčbou.

Pokud ale pozorujete tak mnoho, že dojížděním na hvězdárnu ztrácíte moc času, nebo rozhodně potřebujete větší dalekohled i v místech, kde bývá nádherné nebe, ale žádná hvězdárna, pak si svůj větší přenosný (či převozný) dalekohled pořídte.

Jak už jsem zmínil výše, měl by to být dalekohled zrcadlový, protože pak může být dost velký a skladný i při nepřilíši vysoké ceně. Zrcadlový objektiv má před obvyklým

⁷Návod na čištění bych měl asi někde najít nebo napsat...

čočkovým výhodu, že je zcela prostý barevné vady. Nevýhoda běžných zrcadlových objektivů je jen ta, že vinou prstencové pupily místo kruhové dávají méně výhodný difrakční obrazec. Do Airyho skvrny padá jen 55 až 64 % světla, tím méně, čím větší je stín sekundárního zrcátka na primárním zrcadle. Minimálně třetina světla v nich připadá na difrakční kroužky kolem Airyho skvrny. U dalekohledů s kruhovou pupilou je v Airyho skvrnce soustředěno až 84 % světla hvězdy a v prvním difrakčním kroužku pak už jen 7%. Pro sledování Měsíce, dvojhvězd a planet, kde je dost světla a jde o maximální rozlišení, se proto dává přednost objektivům s nezastíněným středem. I tehdy ale může jít i o objektiv zrcadlový, se šikmo umístěným nezastíněným hlavním zrcadlem a korekční cylindrickou čočkou.

Zrcadlový dalekohled (dobson) si můžete sami vyrobit, zvládli to už mnozí i ne zrovna zruční lidé. Začnete-li od píky, čili od broušení zrcadla, zabere vám ale to hodně času. Pod odborným vedením můžete zrcadlo zhotovit spolehlivě a kvalitně asi za sto hodin práce — takové vedení poskytuje například na brněnské hvězdárně prof. ing. Petr Schneider. Zhotovit si můžete i čočky do vlastních okulárů, ale to už je i mezi amatérskými optiky výjimka. Všechny optické členy můžete místo toho koupit a dalekohled si z nich sestavit. To je dobrá volba pro zručné řemeslníky, kteří se nechtějí učit brousit a leštit optiku. Velice bohatý sortiment optických prvků nabízí sdružení ATC [14] se sídlem v Přerově, nejsou to ale prvky nižších cenových kategorií.

Chcete-li se věnovat hlavně poznávání vesmíru, může být nejrozumnější koupit hotový dalekohled. Může to být dalekohled starší, který najdete podle inzerátu nebo inzerátem vlastním. Takový starý dalekohled může být i velmi levný. Například newton se zrcadlem o průměru 20 cm s nějakou montáží, hledáčkem i několika levnými okuláry lze sehnat i levněji než za deset tisíc korun. Hlavně staří lidé, kteří už špatně vidí, rádi dalekohled přenechají mladším nadšencům, zejména takovým, kteří jsou si jisti, že jej budou umět opravit a udržovat.

Nový dobson si sice nekoupíte v obchodě (alespoň zatím a v Česku), ale můžete si jej objednat u českých optiků, nebo nechat poslat ze zámoří. Nejlevnější dobsony, mechanicky dost dobré a opticky výtečné, jsou kalifornské značky Odyssey[17], Meade[18] a Orion[19]. Jejich ceny při větších průměrech objektivů klesají až na dva tisíce korun na čtvereční decimetr plochy objektivu, při menších průměrech jsou s výjimkou dalekohledů Odyssey něco nad tři tisíce korun za každý čtvereční decimetr. To je většinou cena s pouhým jedním okulárem. Další okuláry dostanete po tisíci korunách, stejně jako hledáček. U nás je dalekohled pochopitelně o dost dražší vinou dlouhé dopravy (tubus většího dalekohledu je věru objemný a posílat překližku z Kalifornie je rovněž luxus). Můžete proto uvažovat i koupi jen optických součástek a dobsona si pak z nich postavit sami.

Z českých výrobců nabízí sdružení ATC [14] jen malý kompletní dalekohled (monar 25 × 70) a prodává malé zrcadlové dalekohledy (o průměru pod 12 cm) cizí výroby s paralaktickou montáží na stativu. Dodání větších dalekohledů, o jakých se zde opravdu jedná, lze dohodnout s Jiřím Drbohlavem [21]. Jeho zrcadla i celé dobsony mohou cenově směle konkurovat americkým, i s „obry“ o průměru ke 40 cm

jsou zkušení pozorovatelé, kteří svůj dalekohled užívají denně, spokojeni. Paralaktickou montáží s cassegrainem o průměru 42 cm a čočkovým dalekohledem o průměru 14 cm jeho výroby je vybavena hvězdárna v Pardubicích.

9 Další pomůcky

Dosud uvedený výčet pomůcek není zdaleka úplný. Přesto jich zde přidám jen několik, které mi připadly jako podstatné: prostředky na pozorování Slunce a počítač coby pomůcku hvězdáře.

9.1 Filtry na pozorování Slunce a mraků

I jednoduchými prostředky je na Slunci vidět dost podrobností. Hlavní pomůckou jsou filtry, propouštějící jen velmi málo světla — dle potřeby pár procent či jen zlomeček promile. Každý si asi vzpomene na otřelou radu začadit si sklíčko. V minulých staletích to opravdu byla téměř jediná možnost, technický vývoj ale přinesl několik mnohem lepších možností.

Již dávno mohou sloužit jako dokonalé filtry černě vyvolané filmy a desky. Políčka černého filmu lze umístit pro pohodlnou manipulaci do diarámečku. V jednom rámečku lze tak získat filtr o několika stupních, použitím jedné až několika vrstev filmu na sobě. Pěkný šestistupňový filtr získáte užitím dvou filmů: jeden ať má propustnost asi šestnáct procent (tj. zeslabuje světlo o dvě magnitudy), druhý jen poloviční (tj. zeslabuje o 4 mag). Vhodným položením až dvou vrstev každého filmu do políčka rámečku (předem si to nakreslete) získáte filtr zeslabující o dvě až dvanáct magnitud, což pokrývá všechny případy od Slunce na čisté obloze v zenitu až po zapadající Slunce zeslabené prachem či po pozorování světelných jevů na mracích (korona, irisace).

Abych nezapomněl, takové vícestupňové filtry se používají jen při pozorování bez dalekohledu. Nejlepší je dvojice filtrů, takže se díváte jakoby tmavými brýlemi. Na Slunci totiž dost často, hlavně v několikaletých obdobích, když je hojnost skvrn, bývají velké skvrny či spíše jejich skupiny vidět i bez dalekohledu. Je to docela pěkný zážitek a můžete si během několika dní povšimnout i toho, jak se Slunce zvolna otáčí.

Film lze umístit i před dalekohled, ale vadí, když je film prohnutý (po rozrolování prohnutý bývá). Snáze se před dalekohledem uplatní černá fotografická deska; její sklo totiž bývá velmi rovinné a obraz alespoň v případě nevelkého binaru nepokazí.

Na konci dvacátého století se ale objevily ještě dostupnější možnosti pro zeslabování Slunce. Hodí se k tomu polyesterové fólie s vrstvičkou hliníku, například ty, co vám do nich v květinářství zabalí kytici. Podle potřeby fólii můžete zdvojit. Funguje, je-li rovná, bezpečně i před dalekohledem. Stejnorodější filtr představuje CD, které není na rubu pokryté barevným potiskem. A nejlepší filtry jsou diskety — ty starší o průměru před deset centimetrů stačí často v jedné vrstvě i na Slunce vysoko na obloze a lze je po vytažení z obalu nalepit na objímku objektivu (či lépe na clonu,

kteřou na objektiv lze nasadit), menší diskety jsou průhlednější a lze je případně zdvojit.

Všechny tyto moderní filtry jsou bezpečné, to znamená, že propouštějí infračervené záření Slunce podobně málo jako světlo a dostatečně zeslabují i zbytek ultrafialového slunečního záření, prošlého atmosférou. Musíme je jen na objektiv dalekohledu připevnit tak, aby rozhodně nemohly spadnout ani ve větru. K dalšímu, již jen mírnému zeslabení Slunce, aby získalo optimální jas, se dá použít i filtru přiloženého k okuláru, například tmavých brýlí. Hlavní část světla ale až u okulárů filtrovat nelze, filtr by se příliš zahříval.

Výbornou alternativou filtru před objektivem dalekohledu je použít speciálně upravený dalekohled Newtonova typu. Takový, který nemá zrcadla pokovená, ale místo toho má jejich zadní plochy začerněné. Tím se na každém z nich odráží jen asi dvacetina světla a celkové zeslabení o téměř sedm magnitud už stačí na to, aby se filtr umístěný mezi okulárem a vaším okem zahříval jen málo.

9.2 Promítání Slunce

K promítání Slunce lze použít každý dalekohled s čočkovým objektivem, i dalekohled s malým objektivem zrcadlovým (řekněme pod dvanáct centimetrů — pokud je místo sekundárního zrcátka užito skleněného hranolu, může být ale i větší). Čistě zrcadlový objektiv totiž odráží i to neviditelné záření, které by se v čočkovém objektivu pohltilo, a to se pak pohlcuje až v okuláru, který se může i takovou malou částí slunečního záření příliš zahřívát.

V každém případě ale musí dalekohled, kterým Slunce promítáte, mít velmi čistý okulár. Ušpiněné místo okuláru se prudce zahřívá, tím více, čím je svazek slunečního světla v daném místě okuláru tenčí. V tomto ohledu se různé okuláry velmi liší a k promítání Slunce se hodí hlavně ty, kde čočkami prochází svazek co nejširší. Špína na okuláru může vést až k prasknutí čočky, v každém případě se ale zapečená těžko odstraňuje.

Aby promítání bylo pohodlné, je většinou nutné mít promítací plochu připevněnou k dalekohledu a dalekohled rozhodně nelze držet v ruce. Kromě toho musí být promítací plocha zastíněná před přímým slunečním světlem i před světlem velmi světlé oblohy kolem Slunce.

(O různých sestavách k promítání Slunce až někdy v další verzi tohoto textu.)

9.3 Počítač

Počítač vás nebe znát nenaučí, je potřeba se dívat na nebe skutečné. Mnoho vám ani nepomůžou programy nahrazující otočnou mapku hvězdného nebe — otočná mapka je totiž obvykle praktičtější, pokud jde o valnou většinu hvězd, totiž o stálice. Výhoda mapy, vytvořené pro daný okamžik počítačem, je ta, že může obsahovat i bludné hvězdy, čili planety (a ovšem hvězdy bludné vlasaté, čili komety). Nepropásnete tak možná večer, kdy lze dobře vidět Merkur. Dobrý astronomický časopis, jako je Koz-

mos, je ale asi lepší a bez počítače se obejde i uživatel hvězdářské ročenky. Oproti ročence může být užití počítače jen trochu pohodlnější, rychlejší a názornější.

Já k tomu často užívám své programy Planet, Posi, Moon a Map_BSC — první dva poskytují tabulky s údaji o planetách, zvolené kometě či planetce nebo jen o Měsíci, poslední například rychle nakreslí momentální pohled na hvězdné nebe. Všechny tyto (a další) programy jsou volně dostupné ve zdrojovém tvaru i ve tvaru spustitelných souborů (jako balík `pas_jh.zip` je získáte např. na adrese `astro.sci.muni.cz/pub/hollan`). K užívání takových programů stačí libovolný „osobní počítač“, v zásadě i typu XT bez pevného disku. Zdarma jsou i spousty programů jiných autorů (ty jsou většinou, na rozdíl od mých, opatřeny důmyslnými grafickými menu, a chvíli trvá, než se v nich „docvakáte“ k tomu, co chcete).

Podstatnou výhodu poskytuje počítač při pozorování objektů velmi slabých, buď těch ze Sluneční soustavy, které jen těžko kreslíte do podrobných map, nebo tak slabých vesmírných těles a soustav, které nemáte ve svém hvězdném atlase. Pro hvězdy slabší než deset magnitud je zkrátka k dispozici jen atlas počítačový. Takových je na trhu několik, my máme nejdelší a nejlepší zkušenosti s atlasem *MegaStar* od Emila Bonana [22]. Pro zkušenějšího pozorovatele vzdáleného vesmíru je to pomůcka nezbytná. K provozu takového atlasu potřebujete mít v počítači zařízení na čtení optických disků (CD), přičemž valně nezáleží na tom, jaká je jeho rychlost.

Konečně, počítač může sloužit prostřednictvím telefonní linky a modemu nebo rovnou připojením na síť Internet k získávání aktuálních astronomických informací. Ale je zde i jiná možnost, velmi pohodlná, kterou velmi doporučuji. Již od začátku devadesátých let vycházejí původní české *Expresní astronomické informace* [23], které zájemci dostávají poštou téměř každý týden, v každém případě ale hned potom, co se na nebi objeví něco nového a pozorovatelného.

Podrobnější přehled užitečnosti počítačů pro milovníky astronomie také nechávám na další verzi této brožury.

10 Závěrem

Když mě vnější tlak přiměl, abych oprášil staré texty o technických otázkách praktické astronomie a sestavil je do jediné brožurky, objevila se nová témata, která logicky musela být přičleněna. A jak to tak bývá, teprve při psaní jsem si důkladně uvědomil, jak má praxe (či praxe naší brněnské hvězdárny) zaostává i za nejjednoduššími požadavky — dokud je není potřeba formulovat, zůstávají zasuty v nevědomí.

To se týká hlavně ohřívání okulárů dalekohledů. Uvědomil jsem si, jak mě pokaždé chladné okuláry, na nichž kondenzuje vlhkost uvolňovaná z očí a obličje, obtěžují. Platí to i pro užívání běžných triedrů — mají-li být v noci plnohodnotné, musí mít vyhřívané okuláry. Doplnit je takovou vymožeností není složité a ušetří to ohromné množství času a roztrpčení.

Předložená brožura je stále jen hrubým konceptem, do podoby skutečně užitečného textu ji bude možné upravit až podle připomínek prvních uživatelů-pionýrů. Budu jim za ně velmi vděčný.

Tím prvním pionýrem byl kolega Ing. Antonín Stuhl. Brožuru pečlivě přečetl a navrhl spoustu zlepšení i oprav. Nějak jsem ale práci na nich přes tři roky odkládal pořád bylo dost jiných momentálně naléhavých věcí. Jsem rád, že jsem se konečně propracoval alespoň k elektronickému zveřejnění jen letmo opraveného konceptu. To, že není už úplně popletený, je velkou Tondovou zásluhou.

Reference

- [1] Mikulášek, Z., Pokorný, Z.: 220 záluďných otázek z astronomie. Rovnost, Brno, 1996. ISBN 80-85826-14-3
- [2] Helebrant, J., Hlad, O., Hovorka, F.: Mappa Coeli. Veros, Chomutov, 1991
- [3] Pokorný, Z., Patloková R., Patloka V.: Otočná mapka hvězdné oblohy. PA-RÁDA, Sibiřská 47, Brno, 1996. Průměr 17 cm, na rubu mapka Měsíce
- [4] Má kónická otočná mapka je k dispozici ve dvou souborech, např. jako <http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/programmes/images/pdf/c.pdf> a <http://astro.sci.muni.cz/pub/hollan/programmes/images/pdf/cgr.pdf> Jinak ji lze vygenerovat programem Map_BSC dávkou mb_c_ch.bat uvedenou v balíku pas.jh (v adresáři astro/map_bsc). Vše je na adrese astro.sci.muni.cz/pub/hollan/programmes .
- [5] Hlad O. a kol.: Mapa oblohy. ZES Brno, a.s. a Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 1998. 1 list 110×80 cm se třemi mapami měř. 3,1 mm/1°, katalog 20 s.
- [6] Karkoschka, Erich: Astronomický atlas hvězdné oblohy. Blesk Ostrava, 1995. ISBN 80-85606-67-4
- [7] Růkl, A.: Atlas Měsíce. Aventinum, Praha 1991. ISBN 80-85277-10-7
- [8] Dušek, J., Hollan, J., Gabzdyl, P.: Báječný svět hvězd. Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, 1996. ISBN 80-85882-03-5
- [9] Dušek, J.: Hvězdné nebe bez dalekohledu. Hvězdárna a planetárium Mikuláše Koperníka v Brně, 1996. ISBN 80-85882-04-3
- [10] Dušek J., Hollan J.: Návod na použití vesmíru. 2000. Brož. A5, 30 s. ISBN 80-85882-12-4
- [11] měsíčník Sky and Telescope vydává Sky publishing Corporation, www.skypub.com
- [12] Kolář, J., Procházka, O., Zahálka, J.: Amatérské astronomické přístroje. Hvězdárna a planetárium hl. m. Prahy, 1988
- [13] Hvězdárna v Rokycanech a její kursy viz www.oku-ro.cz/hvezdarna/

- [14] Astro Telescope Company, production association, P.O.Box 75, 750 02 Přerov
- [15] Vallesi, P.: Collimating Your Telescope. Sky and Telescope, Vol. 75, 1988, pp. 259, 264 (March), p. 363 (April)
- [16] Hollan, J.: Jak seřídít zrcadlový dalekohled. Astro 1990, číslo 10, str. 25. Vydávala Hvězdárna v Úpici
- [17] Coulter Optical, Inc., P.O.Box K, Idyllwild, CA 92549, U.S.A. Tel. +1 (909)
- [18] Meade Instruments Corp., 16542 Millikan Avenue, Irvine, CA 92714, U.S.A. Tel. +1 (714) 756 1450
- [19] ORION Telescope Center, P.O.Box 1158-S, Santa Cruz, CA 95061, U.S.A. Tel. +1 (408) 464 0466
- [20] Obsession Telescopes, P.O.Box 804, Lake Mills, WI 53551, U.S.A.
- [21] Jiří Drbohlav, 542 33 Rtyně v Podkrkonoší 143 (okres Trutnov), telefon (439) 93 63 84
- [22] E.L.B. software, 8910 Willow Meadow, Houston, TX 77031, U.S.A.
- [23] Expresní astronomické informace, Hvězdárna Vyškov, pošt. příhrádka 43, 682 00 Vyškov