

Teleskopie – díl první (Jaký dalekohled je vhodný pro astronoma amatéra?)



Teleskopie: Nový *seriál Jihlavské astronomické společnosti* poskytuje cenné rady o konstrukcích astronomických přístrojů v amatérských podmínkách. Autorem seriálu je doc. RNDr. Ivo Zajonc, CSc., autor mnoha publikací nejen o astronomické technice.

Většina amatérských astronomů se nespokojí s poznáváním vesmíru jen z knih a časopisů, případně s pozorováním oblohy bez využití optických pomůcek. Snaha spatřit alespoň některé objekty na vlastní oči, případně blíže se věnovat některé oblasti astronomie, mnohé vede k snaze sestavit si vlastní dalekohled. Splnění tohoto snu není v amatérských podmínkách snadnou záležitostí. I proto bychom měli při upřesňování svých představ o dalekohledu dobře uvážit veškeré okolnosti, aby naše volba byla správná a aby přístroj zodpověděl našim potřebám možnostem.

Co vše bychom měli uvážit při výběru dalekohledu? Je to především charakter naší budoucí pozorovatelnosti. Pokud budeme pozorovat z města a jedinou naší pozorovatelnou bude okno bytu, můžeme použít jen malý dalekohled. Za těchto okolností se můžeme věnovat pozorování pouze Slunce, Měsíce, planet a jasných hvězdných objektů. Městské pozorování ruší při pozorování a nedovoluje nám tak spatřit méně jasné mlhoviny, hvězdokupy, apod.

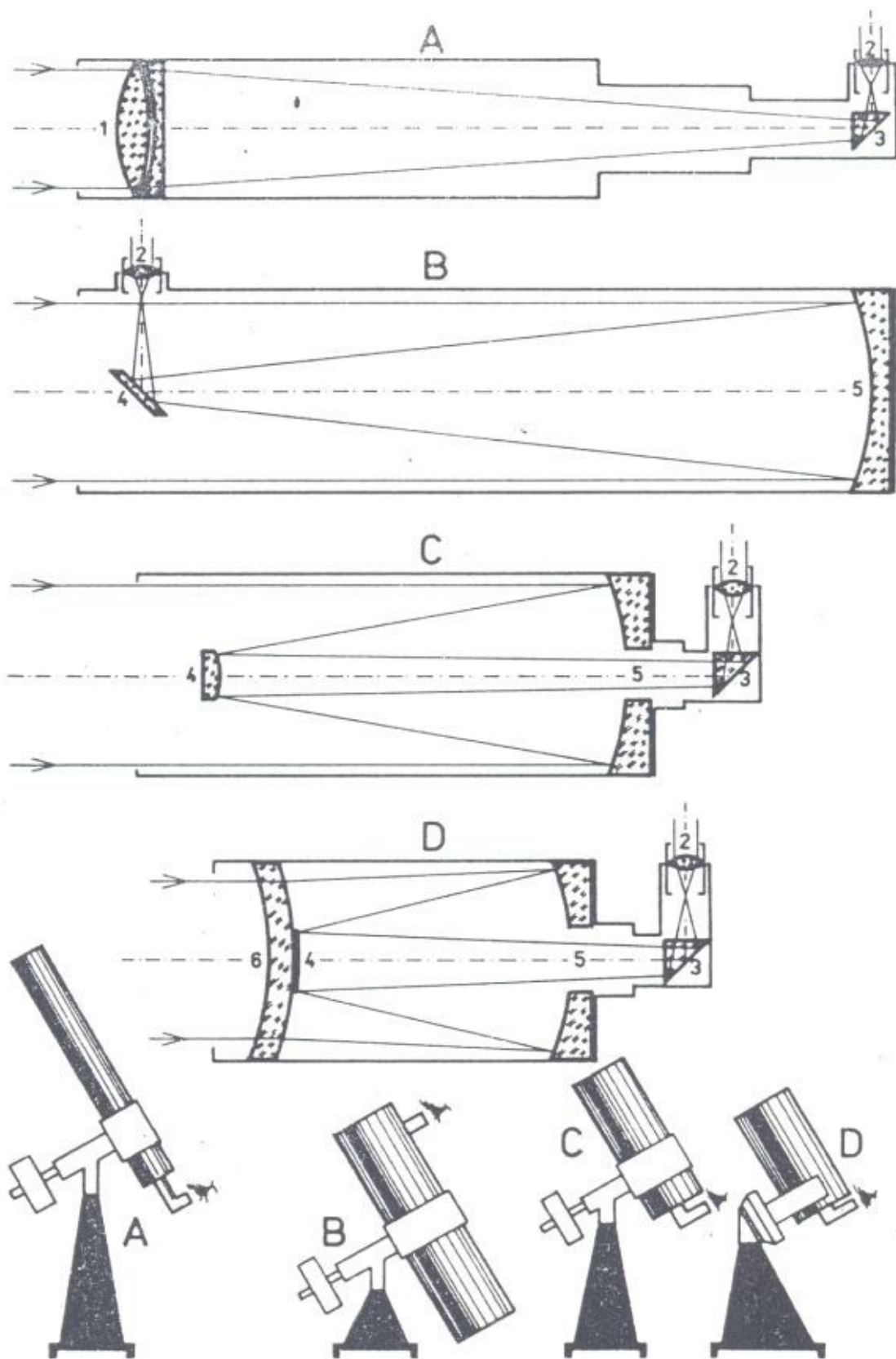
Máme-li k dispozici místo, kam neproniká světlo pouličních lamp, a kde je možné dalekohled upevnit nastálo (nebo alespoň jeho nosný sloup), můžeme pomýšlet na instalaci většího přístroje. Takový dalekohled nám pak za dobrých pozorovacích podmínek ukáže i méně jasné objekty, případně umožní i fotografovat oblohu.

Nejdůležitější vlastností dalekohledu je průměr jeho objektivu. Právě průměr primární optické plochy (čočky, nebo zrcadla) rozhoduje o množství světla a o možnosti rozlišit i jemné detaily na pozorovaných objektech. Zdálo by se tedy, že bude vždy nejlepší použít dalekohled s co největším průměrem optiky. S průměrem objektivu se však rychle zvyšuje i celková hmotnost přístroje, snižují se tedy i nároky na přenosnost přístroje a jeho montáže (stojanu a pohybových zařízení). Proto bude vhodné blíže si povšimnout vlastností jednotlivých typů dalekohledů, abychom posoudili veškeré důležité okolnosti, a abychom jsme se rozhodli co nejlépe.

Reflektor, nebo refraktor?

Dalekohledy rozdělujeme na dvě základní skupiny podle toho, zda přístroj využívá jako objektiv soustavu čoček, nebo zrcadel. V prvním případě se obraz v dalekohledu vytváří následkem lomu světelných paprsků na skle objektivu. Tyto dalekohledy nazýváme refraktor (nebo též čočkový dalekohled). Ve druhém případě se světelné paprsky soustřeďují do obrazové roviny následkem odrazu na povrchu dutého zrcadla. Takový dalekohled označujeme jako reflektor (nebo též zrcadlový dalekohled). Názvy optických soustav jsou odvozeny z latinských slov: *frangere* = lámat; *reflectere* = odrážet zpět.

Refraktory se dnes používají na astronomických observatořích převážně jako pomocné zařízení větších zrcadlových teleskopů a slouží víceméně jen pro vyhledávání objektů, nebo kontrolu jejich polohy při fotografování.



Obr. 1: hlavní typy amatérských astronomických dalekohledů: A - refraktor; B - Newtonův reflektor; C - Cassegrainův reflektor; D - reflektor typu Maksutov-Cassegrain. 1 - objektiv refraktoru; 2 - okulár; 3 - zenitový hranol; 4 - sekundární zrcátko; 5 - primární duté zrcadlo (objektiv) reflektoru; 6 - korekční meniskus.

Přednosti refraktorů spočívají ve stabilitě jeho optického systému, která se tak snadno nenaruší ani při silnějších otřesech. Takové dalekohledy si nevyžadují tak častou justáž objektivu. Tubus je uzavřený, což snižuje nepříznivé účinky proudícího vzduchu při pozorování a znesnadňuje vnikání nečistoty do optiky. Soustava nemá žádné části, které by stály v cestě světlu, které přichází do objektivu, takže je obraz kontrastnější. Chromatická vada, která je charakteristická pro čočkové systémy je u moderních objektivů v podstatě odstraněná, zvláště při nižších světelnostech, kdy je ohnisková vzdálenost objektivu 12x až 15x větší, než je jeho průměr ($f/12$ až $f/15$). Refraktor dává velké zorné pole dobré optické kvality. Při pozorování Měsíce, Slunka, planet a dvojhvězd dávají refraktory větších rozměrů lepší výsledky než reflektory.

Nevýhodou refraktorů jsou vysoké náklady spojené s výrobou objektivu. Při jeho broušení je nutné opracovat minimálně čtyři plochy (za předpokladu, že je objektiv refraktoru složen ze dvou čoček. Velké bloky bezchybného skla potřebného pro zhotovení čoček jsou drahé, jejich cena s rozměry objektivu rychle narůstá. Částka, kterou potřebujeme pro pořízení refraktorického objektivu by vystačila pro zakoupení zrcadla přibližně dvojnásobného průměru. Na každé optické ploše objektivu se ztrácí odrazem přibližně 4% světla, zatímco u reflektorů ztráta tohoto druhu nepřipadá v úvahu. Refraktory jsou poměrně dlouhé a těžké, vyžadují tedy i těžkou montáž. Mechanické části přístroje se snadno rozechvějí vlivem větru, nebo jiných nárazů. Abychom při pozorování v zenitu nemuseli zaklánět hlavu, musíme použít tzv. zenitový hranol, který však ukazuje obraz stranově převrácený, což znesnadňuje identifikaci objektů podle mapy. Nakolik je výroba objektivů pro refraktory příliš složitá a náročná, s jejich amatérskou produkcí se prakticky nesetkáme (na rozdíl od výroby zrcadel).

Reflektorům se věnuje v poslední době stále vzrůstající pozornost. Největší dalekohledy na světě patří k tomuto typu dalekohledů. Reflektory však velmi často nalezneme i u amatérů. Hlavní příčinou tohoto faktu je možnost získat při nižších nákladech výkonnější přístroje (v porovnání s refraktory). Mimo toho je výroba zrcadel natolik jednoduchá, že ji může po náležité přípravě zvládnout téměř každý zájemce. Platí to především o reflektorech Newtonova typu se světelností okolo $f/10$, kde vystačíme se zrcadlem kulovitého tvaru bez parabolické korekce.

Předností reflektorů je především nižší cena, kterou zaplatíme za každý centimetr průměru objektivu. Newtonův reflektor má jen dvě optické plochy (mimo okuláru), které svou kvalitou mohou ovlivnit kresbu a kontrast obrazu. Obě optické součásti - duté primární zrcadlo (objektiv) i ploché sekundární odrazové zrcátko je možné vybrousit ručně bez zvláštních zařízení. Zrcadlový systém nemá chromatickou vadu a nenastávají v něm střety světla odrazem a absorbcí, jak jsme zjistili v čočkových objektivěch.

Newtonův teleskop vyžaduje nízkou montáž, takže jeho odolnost vůči chvění je větší než u refraktorů. Obraz tohoto dalekohledu není zrcadlově převrácený. Do okuláru hledíme ve směru kolmém k optické ose dalekohledu, takže pozorování je pohodlné i tehdy, kdy je dalekohled namířen do zenitu. Protože je zrcadlový objektiv umístěn až na konci tubusu, při nižších teplotách dochází k dalece menšímu orosení.

K nevýhodám reflektoru patří především to, že si vyžadují větší opatrnost při používání. Otřesy se snadno poruší vzájemná správná poloha jeho optických částí. Do otevřeného tubusu snadno vniká prach a usazuje se na zrcadlech. Podle kvality ovzduší je zapotřebí každých 5 až 10 let obnovit hliníkovou reflexní vrstvu na zrcadlech.

Vzduch, který proudí mezi otvorem tubusu a okolím (nejznatelněji na začátku pozorování, než se vyrovná teplota teleskopu s teplotou okolí) způsobuje chvění obrazu, neostrost jeho okraje a často znemožní pozorování úplně. Musíme proto někdy dlouho čekat na vyrovnání teplot.

Kvalitně vykreslené zorné pole je částečně omezené, obrazy hvězd při jeho okraji bývají zkreslené. Odrazové zrcátko snižuje účinnou odrazovou plochu primárního zrcadla, protože zakrývá jeho střed.

U Newtonova reflektoru se zvláště projevuje vliv jeho světelnosti (poměr průměru objektivu a jeho

ohniskové vzdálenosti) na kvalitu obrazu. Čím je světelnost nižší, tím je obraz lepší. Při vysoké světelnosti (1:5 a víc) nabývá zrcadlo většího průměru, zakrývá objektiv a zároveň snižuje kontrast obrazu. Zároveň se výrazněji projevují optické vady především na krajích zorného pole a celý systém je citlivější na nedokonalosti v optických a mechanických součástech.

Při světelnosti větší jak 1:8 parabolizace primárního zrcadla. Newtonův dalekohled s velkou světelností (1:4) nikdy neudělá takový obraz, jako přístroj s delší ohniskovou vzdáleností a nižší světelností (1:8), je však lehčí, snadněji ovládatelný a přenosný.

Reflektor typu Maksutov - Cassegrain a příbuzné druhy (např. Schmidt - Cassegrain) vycházejí z klasického Cassegrainova reflektoru, jehož optický systém tvoří především duté primární zrcadlo a vypuklé sekundární zrcadlo. Hlavní zrcadlo je provrtané a výsledné ohnisko soustavy se nachází za ním, což umožňuje pozorování ve směru osy dalekohledu, podobně jako je tomu u refraktorů. Systém Maksutov má však navíc vepředu tubusu umístěnou velkou meniskovou čočku. Vzniká tak dalekohled s malou (fyzickou) délkou i při velkých průměrech zrcadla a velké výsledné ohniskové vzdálenosti celého systému. Celý přístroj je proto snadněji přenosný a ovládatelný.

Předností dalekohledu je především nižší hmotnost a fyzické rozměry. Transport Newtonova dalekohledu o průměru 20cm je již vždy spojen s nebezpečím jeho poškození. Naproti tomu 20cm dalekohled typu Maksutov - Cassegrain (Schmidt - Cassegrain, apod.) se ještě vejde do příručního zavazadla (přirozeně bez montáže a stativu). V autě zabere velmi malou část zavazadlového prostoru. Korekční meniskus chrání vnitřek tubusu před prouděním vzduchu a před nečistotou. Kompaktní tubus snižuje i nebezpečí porušení správné vzájemné polohy jednotlivých částí optického systému. Zorné pole je větší, než u Newtonova typu a je bez deformací obrazu na okrajích. Veškeré plochy optických členů tohoto reflektoru mohou být kulového tvaru, což umožňuje i zjednodušení amatérskou konstrukci tohoto dalekohledu.

Nevýhodou tohoto systému je, že světlo se v něm střetává hned se šesti optickými plochami. (tedy za předpokladu použití zenitového hranolu; plochy okuláru nepočítáme), zatímco u Newtonova reflektoru byly jen dvě plochy. Větší počet optických členů komplikuje též správné nastavení celé optické soustavy. Též cena je vyšší než u obyčejného reflektoru stejného průměru. Obraz při použití zenitového hranolu zůstává zrcadlově převrácený.

Jaký dalekohled použít při amatérských pozorováních?

Pokud jste se již rozhodli, co chcete na obloze pozorovat, bude váš výběr dalekohledu jednodušší. Měsíc, Slunce, planety a dvojhvězdy vyžadují dalekohled se silným zvětšením a velkou rozlišovací schopností. Tyto podmínky nejlépe plní refraktor, případně reflektor se světelností nižší než 1:12. Naproti tomu pozorování mlhovin, galaxií, hvězdokup a komet si vyžaduje krátkoohniskový přístroj s velkou světelností, vyšší než 1:6.

Většina amatérů se však neplánuje specializovat a střídavě věnují svou pozornost různým objektům. V tomto případě je nejvýhodnější dalekohled univerzálního typu. I v tomto případě doporučujeme přístroj s nižší světelností (1:8 až 1:17), nakolik dává lepší obraz (lépe rozlišuje detaily, rozptýl světla je potlačený). Malé zvětšení a velké zorné pole může získat i v těchto případech, když použijeme okulár s dlouhým ohniskem. Nižší světelnost a delší ohnisková vzdálenost nevyžaduje použití speciálních korigovaných okulárů.

Pozorovatel a jeho dalekohled

Po skončení pozorování musí většina amatérských astronomů svůj přístroj uložit na bezpečné místo, aby byl chráněn před prachem a mechanickým poškozením. Připravují ho na pozorování zase až s nastávajícím večerem. Tato nezajímavá, ale velmi nutná činnost způsobuje, že dalekohled mnohdy nevyužijeme ve všech případech, kdy to počasí a náš volný čas dovolí, i když je náš zájem stálý. Mnoho začátečníků zapomíná na tuto skutečnost a pracně konstruuje velké přístroje, jejichž použití je spojené s rozsáhlými přípravnými pracemi.

Zkušení amatéři říkají, že 8cm dalekohled nám toho ukáže víc než dalekohled s průměrem

objektivu 30 cm, když jej můžeme častěji používat. Zkušenosti a zážitky amatérských astronomů jsou vesměs spíše víc závislé na čase stráveném při pozorování, než na průměru přístroje.

Popřemýšlejte o tom, kde budete svůj dalekohled používat a kde jej budete mít uložený. Čím více jsou tato místa od sebe vzdálená, tím menší a lehčí dalekohled byste si měli pořídit. Pokud máte v cestě ještě schodiště, raději se rozhodněte pro reflektor do průměru 15 cm. Uzavřená a suchá veranda, nebo stodola, apod. může být vhodným místem pro uskladnění většího dalekohledu. Je vždy nutné zvážit, jak obtížně budeme dalekohled dostávat na místo pozorování a jak moc se při transportu z místa uskladnění na místo pozorování změní teplota prostředí.



Obr. 2: Elektronicky řízený dalekohled LX200 GPS Meade (průměr objektivu 12" - přibližně 0,3m). **cena cca 95.000,-**

Důležité je, zda z vašeho pozorovacího stanoviště lze spatřit celou oblohu, nebo musíte náš přístroj přenášet, abyste se vyhnuli například korunám stromů, budovám, apod. Pokud máte stálé pozorovací místo (nejlépe na svém vlastním pozemku), doporučujeme zabudovat (zabetonovat) pevný pilíř, čímž se vyhneme neustálému přinášení, odnášení a seřizování trojnohého stativu. Zároveň zapuštěný pilíř je i mnohem stabilnější než stativ a zároveň i méně přenáší otřesy. Pokud okolnosti přímo nebrání, je možné na tokovém pilíři i nechávat pevně připevněnou montáž dalekohledu. V takovém případě je však nutné zajistit ochranu zařízení proti dešti, sněhu, apod. Ideálním řešením je zakrytí celého dalekohledu budkou, kterou při pozorování odsuneme. Dále se nabízí řešení vybudování menší pozorovatelný s odsuvnou střechou, případně lze pořídit cenově náročnější kopuli.

Pohodlí při pozorování je velmi důležité, přímo totiž ovlivňuje vnímání obrazu. Proto bychom měli volit konstrukci dalekohledu tak, abychom mohli u okuláru případně pohodlně sedět. Velkou výhodou při sledování objektů na obloze je paralaktická montáž dalekohledu s hodinovou osou nakloněnou ke světovému pólu. Plně ji však použijeme u stabilně umístěných přístrojích. Pokud jsme nuceni dalekohled častěji přenášet, je praktičtější jednoduchá azimutální montáž s vodorovnou a svislou osou pohybu. Nutno však poznamenat, že s azimutální montáží se již těžko sledují objekty při svém zdánlivém pohybu po obloze, obzvláště pak při zvětšení přes 150krát.

Je nutné upozornit zvláště na pozornost dostatečně masivnímu provedení montáže a její celkové stabilitě. Nic nám nedokáže víc znepríjemnit pozorování než neustálé chvění obrazu. Dalekohled na dobré montáži se může nepatrně zachvět pouze tehdy, když zaostrujeme obraz a dotýkáme se rukou okuláru (okulárového výtahu).

Několik rad na závěr

Pokud jste se na základě patřičné rozvahy rozhodli pro určitý typ a velikost dalekohledu, je třeba vyjasnit, jak přístroj získat. Reflektory Newtonova typu, ale i ostatních druhů si mnozí amatéři vybrušují a staví sami. Vyžaduje to však nemalé úsilí, postupné získávání zkušeností a především velkou trpělivost. Malý dalekohled však můžeme vyrobit i při velmi nízkých nákladech.

V posledních letech je na našem trhu široký výběr astronomických dalekohledů pro amatéry. Nabízí je různé firmy, mnohé známé kvalitou svých výrobků. Pokud vycházíme ze situace skromnějšího zájemce, nabízí se refraktory s objektivem o průměru 60 až 80mm za 4 000 až 5 000 Kč.

Dalekohledy mají zenitový hranol, hledáček, 3 okuláry a paralaktickou montáž s jemnými pohyby. Stativ je třínohý, skládací. Jednodušší refraktor s objektivem o průměru 50mm, s hledáčkem, hranolem a s montáží bez jemných pohybů je už za 2 500 Kč. Reflektory Newtonova typu se zrcadlem o průměru 75 až 125 mm, s hledáčkem, montáží, stojanem a se dvěma okuláry je možné získat za 3 000 až 8 000 Kč.

Některé firmy, známé vysokou kvalitou svých výrobků připravily refraktory s objektivem o průměru 80 - 100 mm s relativně krátkým ohniskem, jejichž ceny jsou podstatně vyšší. Na druhé straně je nutné upozornit, že tzv. dětské astronomické dalekohledy (nabízené zejména ve vánočním období v obchodních domech za velmi nízké ceny) jsou většinou hromadně vyráběným zbožím s optikou z plastických hmot, které nejsou zárukou kvality.

V posledním desetiletí pronikly do amatérských astronomických dalekohledů ve velké míře elektronické prvky, které velmi usnadňují astronomická pozorování. I u nižších cenových kategorií naházíme přijímače GPS, které přesně určí přesnou polohu přístroje na Zemi a zkorigují přesný čas. Zařízení pak umožňuje automatické sledování objektů řízením pohybu elektromotorů na svislé i vodorovné ose. Databáze obsahují desítky tisíc, ale i stovky tisíc objektů, které je dalekohled schopen automaticky vyhledat do zorného pole. V těchto výrobcích je obvykle použit optický systém Schmidt-Cassegrain o průměru objektivu 125 a více mm. GPS systém lze však již nalézt na prakticky všech druzích a rozměrech dalekohledů.

Zájemci o astronomická pozorování často využívají Newtonova reflektoru, který umísťují na tzv. Dobsonovu montáž. Jde o čtyřboký hranol vyrobený většinou z dřevěných desek. V horní části se dvou protilehlých stěnách nacházejí otvory (nebo vybrání) pro uložení čepů tubusu, které umožňují pohyb dalekohledu ve vertikálním směru. Dno montáže je upevněno otočnou osou k pokud možno masivní vodorovné desce podstavce. Pokud je tubus dobře vyvážen, je montáž stabilní a dalekohled lze velmi snadno namířit na libovolnou část oblohy. Přístroj lze snadno uvolnit od podstavce a obě části pak lehce přenést na potřebné místo.

Při koupi staršího dalekohledu je nutné vyzkoušet jeho kvality na vhodných objektech přímo na obloze (pokud možno za přítomnosti zkušeného poradce).