

Teleskopie – díl sedmý (Centrování dalekohledů a nastavení paralaktických montáží)

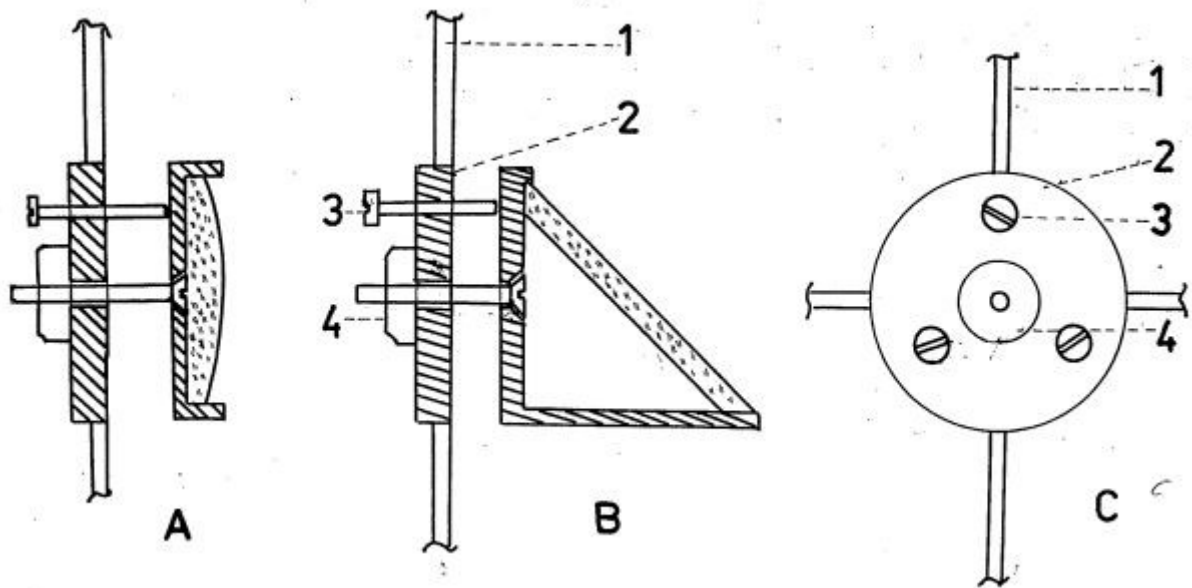
Každý astronomický přístroj může správně fungovat jen tehdy, kdy jsou všechny jeho součásti sestaveny tak, jak bylo určeno výrobcem. Tento princip se ve zvýšené míře uplatňuje v oblasti optických přístrojů a jemnomechanických zařízení. Už malá odchylka některé části dalekohledu nebo jeho montáže od původně určené polohy může způsobit velké nedostatky v kvalitě obrazu.

Centrování reflektoru typu Newton

Podmínkou správné funkce zrcadlového dalekohledu je nastavení jeho zrcadel tak, aby světelný paprsek odražený od středu hlavního zrcadla prošel i středem obrazového diagonálního zrcátka a potom postupoval dále středem okuláru do našeho oka. Jde tedy o správné vycentrování celého systému.

Aby bylo možné uvedené požadavky úspěšně splnit, musí být obě zrcadla uložena v pouzdrech, které je možné naklánět třemi regulačními šrouby. Diagonální zrcadélko v přístroji Newtonova typu musí být v dostatečné míře posouvateľné také ve směru osy hlavního zrcadla, tedy dopředu a dozadu. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, centrování je velmi problematické a následkem toho ani dobrá optika nemusí dávat dobrý obraz. Jelikož reflektory jsou na poruchy centrování velmi citlivé (hlavně u přenosných přístrojů) vycentrování soustavy by se mělo provést před každým pozorováním.

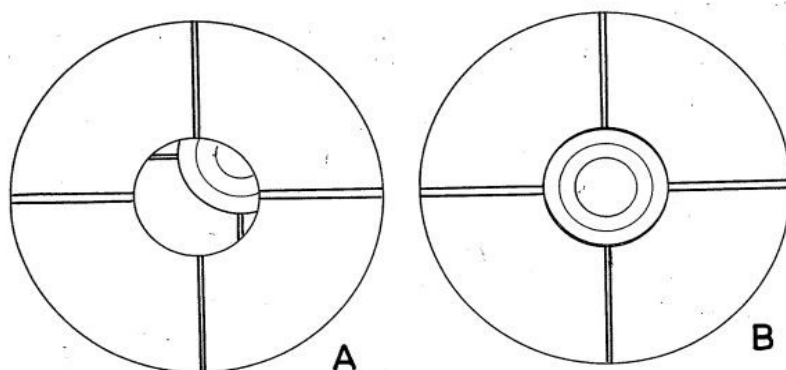
První úlohou při centrování je správné nastavení diagonálního zrcátka. Nejprve upevníme na hlavní zrcadlo kruhovitý disk z tužšího papíru, jehož střed souhlasí se středem hlavního zrcadla. Na papírovém disku narýsujeme několik soustředných kružnic. Potom přikročíme k centrování diagonálního zrcátka s tubusem okulárového výtahu. K tomuto účelu nasadíme zvenku na okulárovou trubici papírové (nebo plechové) víčko, které má přesně uprostřed otvor o průměru přibližně 1 mm.



Obr. 1: šroubky pro centrování sekundárního zrcátka Cassegrainu (A), Newtonu (B) a refraktoru (C); 1 - nosník sekundárního zrcátka, 2 - těleso zařízení, 3 - centrážní šroubek, 4 - matice podélného posuvu

Podobnou clonu s otvorem 1,5 mm umístíme k vnitřnímu konci okuláru tubusu. Centrování bude přesnější, když na diagonální zrcadélko umístíme dvě kolmé nitě ve směru velké a malé osy, které se budou křížit v jeho středu. Potom se podíváme do otvoru vrchního víčka a posouváme zrcátko ve

směru osy tubusu dopředu a dozadu, až se bude střed zrcadélka nacházet ve středu okulárové trubice. Nakláněním zrcátka pomocí jeho regulačních šroubů se snažíme dosáhnout takové polohy, při které uvidíme kružnice clony na hlavním zrcadle symetricky rozložené podle středu a okrajů zrcátka. Tím je zabezpečena správná poloha zrcátka ve středu osy okulárové trubice.

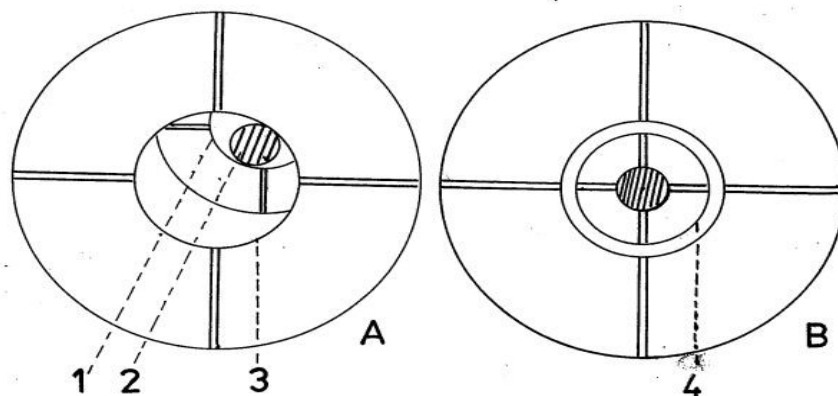


Obr. 2: pohled do okulárového tupusu: nevycentrované sekundární zrcátko (A), vycentrované sekundární zrcátko (B)

Potom přistoupíme k nastavení hlavního zrcadla. Nejprve odstraníme clonu s koncentrickými kruhy a v okulárovém tubusu pozorujeme diagonální zrcátko s jeho nosníky, které se odrážejí v hlavním zrcadle. Tento obraz nebude pravděpodobně symetrický podle středu diagonálního zrcátka. Regulačními šrouby hlavního zrcadla nastavíme obraz diagonálního zrcátka tak, abychom ho viděli symetricky umístěný podle středu. Tím je centrování dokončeno a je zabezpečen předpoklad, že dalekohled bude dávat kvalitní obraz.

Centrování reflektoru typu Cassegrain

Naším prvním úkolem bude nastavit sekundární zrcátka do správné vzdálenosti od hlavního zrcadla. Postupujeme přitom tak, že dalekohled namíříme na Slunce (nebo na Měsíc) a za prázdným okulárovým tubusem přidržíme stínítko z hrubšího bílého papíru. Posouváním zrcátka dopředu a dozadu najdeme také jeho polohu, při které se na stínidle objeví ostrý obraz pozorovaného tělesa.

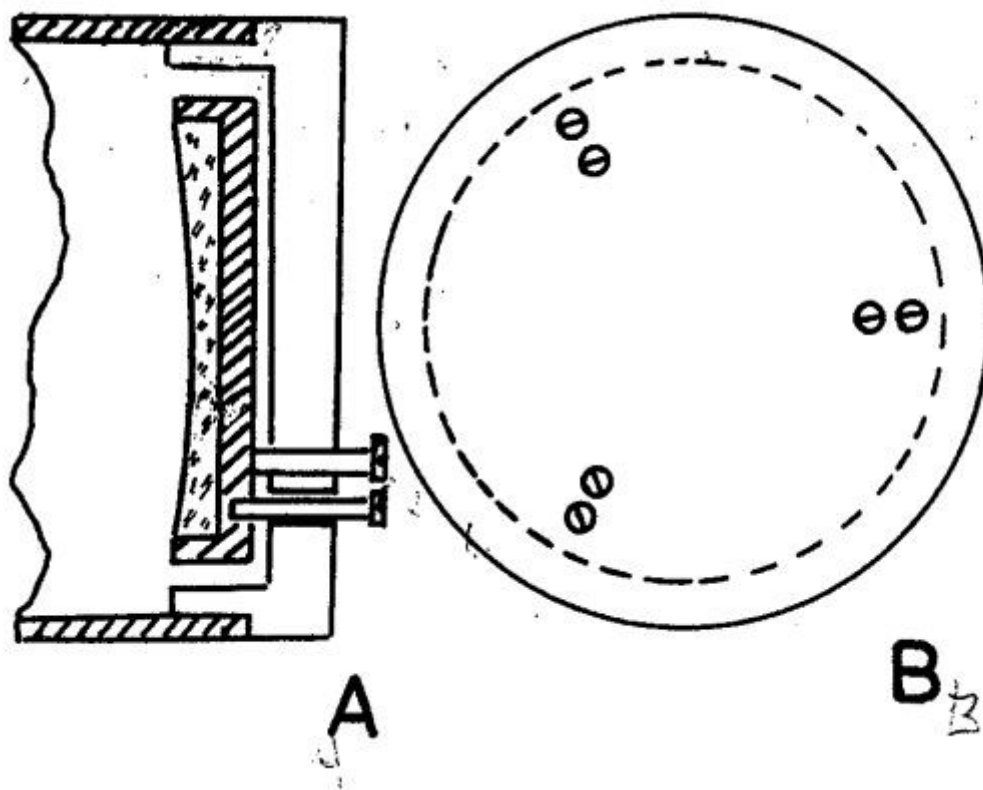


Obr. 3: centrování hlavního zrcadla; pohled do tubusu při nevycentrovaném zrcadle (A), pohled do tubusu při vycentrovaném zrcadle (B); 1 - objímka sekundárního zrcadla, 2 - okulárový tubus, 3 - objímka sekundárního zrcátka, 4 - hlavní zrcadlo

Nastavení je ukončeno tehdy, když získáme ostrý obraz u střední polohy okulárového výtahu. Rovina stínidla je v tomto okamžiku totožná s ohniskovou rovinou zrcadla. Potom přitáhneme šroub, který upevňuje sekundární zrcátko na ose jeho nosníku. Správnost nastavení si potom ověříme tak, že postupně pozorujeme např. Měsíc všemi okuláry, které chceme používat. Když se nám podaří ve všech případech získat ostrý obraz, je nastavení správné a ohnisková rovina přístroje je ve vyhovující poloze. V opačném případě musíme podle potřeby posouvat sekundární zrcadélko blíže, nebo dále, od hlavního zrcadla tak, aby poloha ohniskové roviny byla v potřebné poloze.

Potom se přesvědčíme o tom, jestli je okulárový tubus správně vycentrovaný tak, aby se obraz sekundárního zrcátka nacházel přesně v ose trubice okulárového výtahu. Pomáháme si tu opět víčkem s malým otvorem, které nasadíme na okulárovou trubici. Na hlavní zrcadlo upevníme clonu s koncentrickými kruhy, jako bylo uvedené při centrování Newtonova reflektoru. V dalekohledu přitom vidíme systém soustředných kružnic. Otáčením šroubů regulujících sklon sekundárního zrcadélka musíme docílit toho, aby byl systém kružnic symetricky rozložený podle středu a okrajů sekundárního zrcátka.

Centrování hlavního zrcadla začneme tím, že papírový disk s kruhy odstraníme. V tubusu okuláru potom vidíme hlavní zrcadlo a na něm obraz sekundárního zrcátka s nosníky. Tento obraz vycentrujeme regulačními šrouby za hlavní zrcadlo tak, aby se obraz sekundárního zrcadélka nacházel ve středu.



Obr. 4: šroubek pro nastavení hlavního zrcadla - podélná řez (A); pouzdro zrcadla a jeho miska s regulačními šrouby (B)

Přesnější centrování podle hvězd

Centrování dalekohledů, které jsme si popsali, je možné zdokonalit pozorováním obrazu jasnějších hvězd. Použijeme k tomu silnější okulár, který dává na 1 mm průměru objektivu (zrcadla nebo čočky) 1,5 až 2-násobné zvětšení. Vybereme si hvězdu přibližně 2. magnitudy. Obraz hvězd v dalekohledu, který je správně vycentrovaný nám dává obraz hvězd při rozostření v podobě systému soustředných kružnic, které nemusí být souvislé a nesmí být protáhlé (tvaru komety) nebo jinak deformované. Obraz se snažíme vyregulovat do žádané polohy tím, že opatrně otáčíme regulačními šrouby hlavního zrcadla.

Dosáhnout symetrie kružnic obrazu hvězd, které vznikají při zasouvání a vysouvání okulárového výtahu se nám podaří v případě, že zrcadlo je opticky bez závady. Má-li zrcadlo špatný tvar, který vznikl následkem asymetrické deformace při broušení a leštění jeho plochy, centrování se nám nemůže podařit.

Protáhlé, nebo jinak deformované obrazy hvězd však vznikají i tehdy, když je oko pozorovatele postihnuté astigmatickou vadou. V tomto případě pozorovatel neuvidí dokonalý obraz, dokud nepoužije správné okulary. V případě, že je oko jen krátkozraké, nebo dalekozraké, pozorovatel nemusí při práci s dalekohledem používat brýle, jelikož tyto vady se kompenzují doostřením obrazu - vysunutím, nebo zasunutím okulárového výtahu.

Popsané vycentrování dalekohledu podle vzhledu difrakčních kružnic rozostřeného obrazu hvězdy je možné použít i v refraktorech. Podmínkou však je, aby objímka objektivu byla vybavená rektifikačními kroužky. Tato podmínka však bývá obvykle splněna jen u refraktorů většího průměru.

Centrování objektivu refraktoru

Amatérské refraktory s objektivem do průměru okolo 70 mm nemají většinou zařízení, které by umožňovalo korekci nastavení objektivu vzhledem k podélné ose přístroje. Objektivy o průměru nad 100 mm mají pravidelně jejich objímky konstruované tak, že objímka, ve které je vložen napevno objektiv má širší okraj, který spočívá na vnitřním kruhovém mezikruží, kterým je spatřena objímka, spojená s tubusem dalekohledu. Obě uvedené části jsou spojené třemi dvojicemi šroubů. Jeden z nich volně prochází otvorem v objímce objektivu a je upevněný závitěm v objímce na tubusu, druhý je upevněný závitěm v objímce objektivu a je upevněný závitěm v objímce objektivu a o druhou objímku se jen opírá. Tyto dvojice, které nesou tzv. tažný a tlačný šroub mohou v omezené míře naklánět objektiv s jeho miskou a umožňují tak co nejpřesněji zabezpečit, aby osa objektivu procházela středem okuláru. U menších přístrojů se předpokládá, že tato podmínka je dostatečně zabezpečena již z výroby přesnými součástkami dalekohledu a jejich přesnou montáží.



Obr. 5: ohybové kroužky rozostřeného obrazu hvězdy při vycentrovaném (A) a nevycentrovaném (B) objektivu dalekohledu

Nastavení (rektifikace) paralaktické montáže

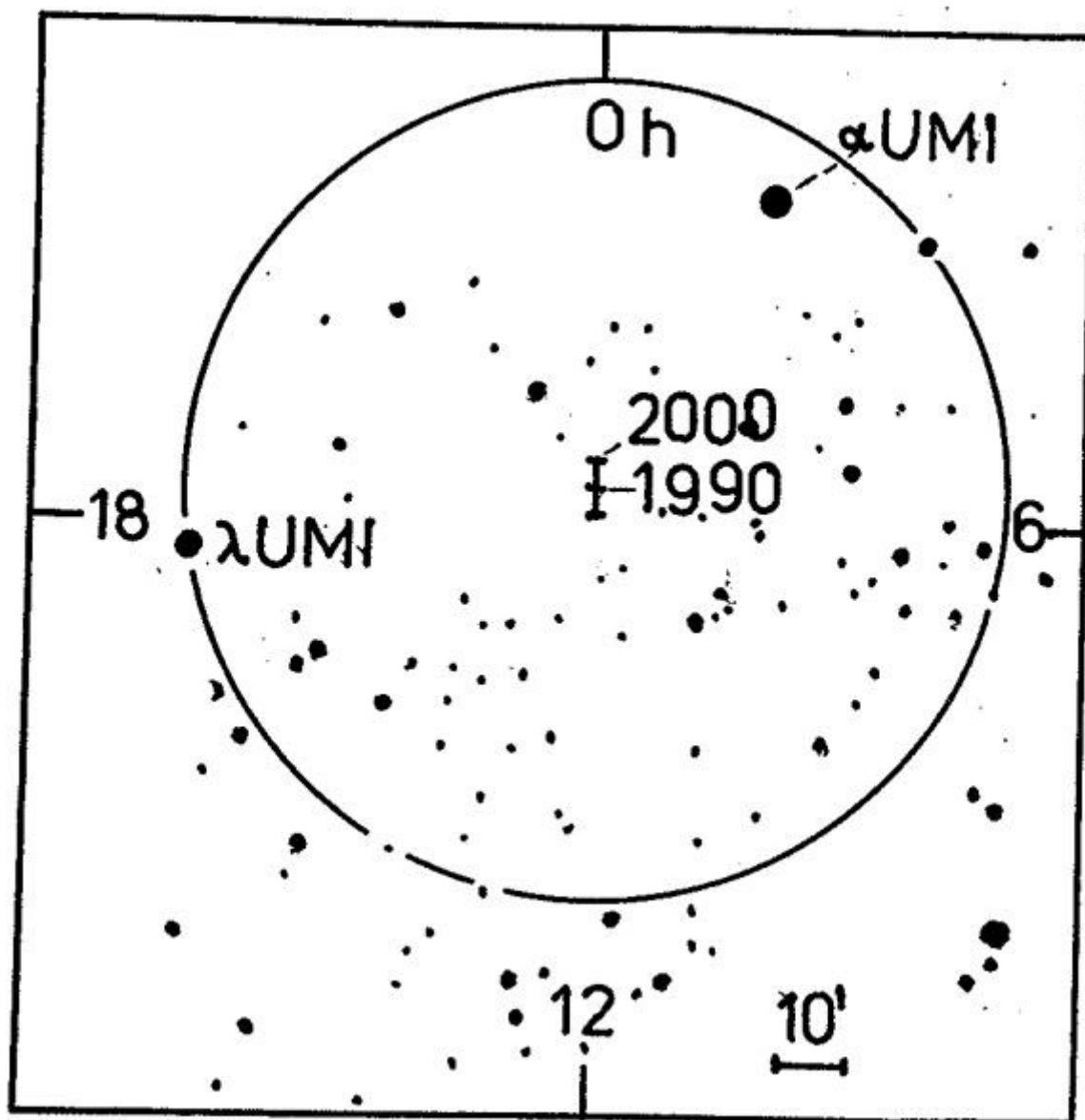
Kromě malých dalekohledů, které jsou vybavené azimutální montáží, pro astronomické teleskopy se nejčastěji používá ekvatoreální, tedy paralaktická montáž. Azimutální montáž má osy otočné ve vodorovné i svislé rovině a proto při sledování astronomických objektů je nutné pohybovat dalekohledem v obou těchto rovinách. Paralaktická montáž má jednu osu namířenou na světový pól (tzv. polární či hodinová osa), zatímco druhá osa (osa deklinační) je na ni kolmá a zabezpečuje pohyb teleskopu do potřebné výšky nad a pod nebeským rovníkem. S orientací azimutální montáže nejsou žádné problémy.

Pokud však má paralaktická montáž plnit svou úlohu, musíme její polární osu co nejpřesněji namířit na světový pól, okolo kterého se zdánlivě otáčí celá obloha. Její výhodou je, že při sledování zdánlivého pohybu vesmírných objektů způsobených rotací Země, postačí, když otáčíme přístrojem okolo polární osy. Paralaktická montáž proto umožňuje delší nerušené pozorování a především fotografování oblohy.

Je potřebné připomenout, že údaje o pohybu hvězd v zorném poli odpovídají astronomickému dalekohledu, který má v porovnání se skutečností obrácené zorné pole. Jak při uvedených úkolech použijeme pravouhlý zenitový hranol, nebo jinou převracející soustavu, musíme si tuto skutečnost uvědomit a pozorované jevy hodnotit s ohledem na použitý optický systém.

Při nastavování paralaktické montáže do správné polohy se snažíme co nejpřesněji namířit na světový pól, který se nachází na obloze nedaleko Polárky v souhvězdí Malé medvědice. Přitom se musíme především snažit o to, aby se polární osa dostala do roviny místního poledníku. Druhým požadavkem potom je nastavit tuto osu do správného úhlu vzhledem k vodorovné rovině.

Pro splnění podmínek správné orientace montáže se používají různé způsoby, jednak podle toho, jakou přesnost v orientaci požadujeme a jednak podle technického vybavení montáže. Pro práci s malými přenosnými přístroji postačuje, když hodinovou osu namíříme přibližně do směru k pólu, nebo alespoň na Polárku. Tento způsob nastavení polární osy nám zabezpečí, že při pozorování malým dalekohledem budeme moci vybraný objekt dlouho sledovat otáčením dalekohledu okolo polární osy bez oprav v deklinaci. Jednoduchou kontrolu správné orientace polární osy vykonáme pozorováním hvězd na okolí nebeského pólu. Postupujeme přitom tak, že dalekohled namíříme přesně ve směru polární osy, takže v zorném poli slabšího okuláru (potřebujeme zorné pole přibližně s průměrem 2°) uvidíme Polárku a podle ostatních hvězd najdeme i světový pól, který se snažíme umístit do středu zorného pole a to regulací polohy celé montáže, nebo podstavce. Postupnou regulací osy se snažíme dosáhnout toho, aby při pohybu dalekohledu v rektascenzi (podle polární osy) Polárka opisovala v zorném poli přístroje soustřednou kružnici vzhledem na okraj zorného pole okuláru. Správnou polohu polární či hodinové osy jemnými změnami ve sklonu oproti vodorovné rovině a otáčením montáže okolo svislé osy.



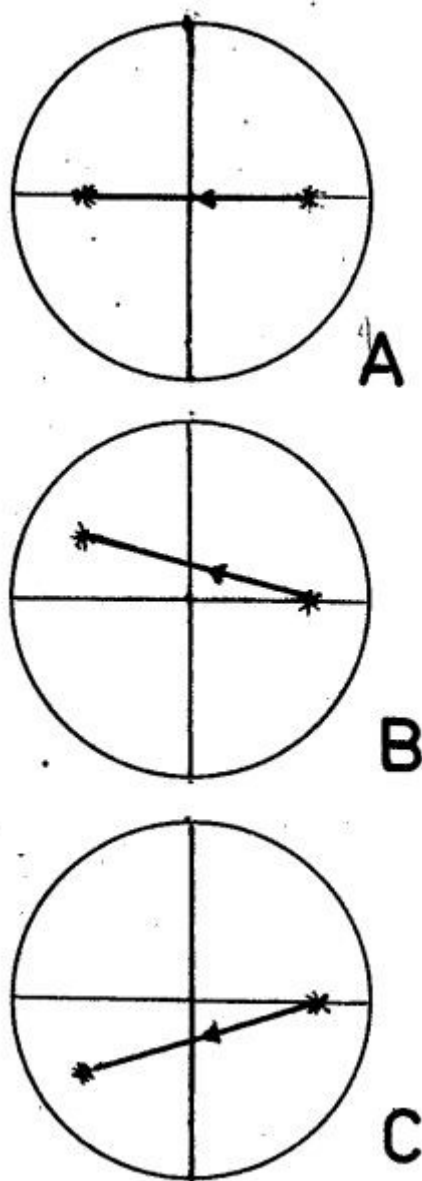
Obr. 6: mapka okolí světového pólu

Velmi jednoduchý a rychlý způsob orientace paralaktické montáže umožňuje malý dalekohled, který je namontovaný do duté polární osy. Při orientaci takovéto montáže nastavíme celé zařízení tak, aby oblast pólu byla v zorném poli pomocného dalekohledu a rektifikací montáže a podstavce dalekohledu postupně nastavíme světový pól na střed zorného pole. Tím je tato přesná orientace hotova.

V případě, že chceme přesněji orientovat montáž většího přístroje, použijeme Scheinerovu metodu. K tomuto účelu budeme potřebovat okulár s vláknovým křížem, který otočíme tak, aby jeho vlákna byla orientována podle osy montáže. Potom si vybereme v okolním terénu vhodný bod, vzdálený nejméně 1 km. Při otáčení okolo polární osy se musí zvolený objekt pohybovat podle jednoho vlákna (tzv. hodinového) a při otáčení podle deklinační osy poběží objekt podle druhého (deklinačního) vlákna. Otáčením okuláru okolo jeho osy nastavíme vlákna do správné polohy. Vlastní nastavení montáže uskutečníme v noci. Montáž postavíme tak, aby polární osa byla orientována na Polárku. Potom si vyhledáme hvězdu blízko poledníku v dostatečné výšce nad obzorem a nastavíme si ji do průsečíku obou vláken kříže. Potom sledujeme otáčení podle polární osy (ručním, nebo jiným pohonem) a udržujeme ji na průsečíku vláken. Podle deklinační osy však

přístrojem nehýbáme. Sledujeme, zda se po uplynutí několika minut hvězda nezačne posouvat v zorném poli směrem na sever, nebo na jih, od hodinového vlákna. Když nastane odchylka, znamená to, že polární osa není přesně v rovině poledníku. Jestliže se hvězda odchyluje směrem na jih (v astronomickém dalekohledu směrem nahoru), jižní konec polární osy je potřebné pootočit směrem k východu. Když se hvězda pohybuje směrem na sever (v dalekohledu směrem dolů) musíme pootočit konec polární osy směrem k západu. Uvedený úkon několikrát opakujeme. Když už nezjistíme žádnou odchylku, orientace montáže do roviny poledníku je ukončena.

Při nastavování správného sklonu polární osy si vybereme některou jasnější hvězdu na západní obloze, přibližně 6 hodin po vyvrcholení. Potom ji sledujeme už popsáním způsobem v dalekohledu, jestliže hvězda stoupá nad hodinové vlákno, nebo jestliže klesá pod něj. Když hvězda klesá pod vlákno, je potřebné změnit sklon polární osy k obzoru, když hvězda stoupá nad vlákno je nutné zvýšit úhel polární osy. Pokud to konstrukce montáže dovoluje, uvedené korekce nastavíme přímo na polární ose, případně je převedeme. Též můžeme využít regulačních šroubků, na kterých stojí podstavec.



Obr. 7: pohyb hvězd při nastavování paralaktické montáže do roviny poledníku; hvězda sleduje hodinové vlákno - montáž je správně nastavená dle poledníku (A), hvězda se vychyluje směrem nad vlákno - jižní konec polární osy je potřeba posunout na východ (B), hvězda se vychyluje směrem pod vlákno - jižní konec polární osy je potřeba posunout na západ (B)

Celý postup rektifikace polární osy několikrát opakujeme, až docílíme toho, že se hvězda neodchýlí od hodinového vlákna alespoň po dobu 20-30 minut.

Nastavení deklinačního a hodinového děleného kruhu

Větší paralakticky montované dalekohledy jsou vybaveny dělenými kruhy, které dovolují nastavit dalekohled na určitý objekt podle údajů o jeho deklinaci a rektascenze. Abychom mohli toto zařízení i využívat, musíme přezkoušet přesnost jejich funkcí a nastavit je do správné polohy.

Pokud se uspokojíme s menší přesností, můžeme použít metodu přezkoušení. Nejprve otočíme dalekohled tak, aby s polární osou svíral úhel 90° . Deklinační kruh by měl ukazovat 0° . Odchylku větší než 5° opravíme pootočením deklinačního kruhu, nebo posunem příslušné značky (indexu), ze které odečítáme údaje deklinačního kruhu.

Hodinový dělený kruh přezkoušíme tak, že nastavíme přístroj na deklinaci 50° a otáčením podle hodinové osy postavíme dalekohled do svislé polohy. Hodinový kruh by měl potom ukazovat 0, nebo 12 h, podle způsobu číslování kruhu a podle toho, zda jsme dalekohled nastavili do polohy, ve které deklinační osa následuje za dalekohledem, nebo ho předchází.

Přesnější nastavení deklinačního kruhu uskutečníme zaměřením na dostatečně vzdálený objekt (nejméně 1 km). Aby byla kontrola snadnější, nastavíme kruh přibližně na deklinaci 40° a hodinový úhel na 0, nebo 12 h. Potom se snažíme namířit dalekohled na zvolený objekt a to především otáčením okolo svislé osy. Montáž nemusí být přitom přesně orientována na severní pól oblohy. Když máme náš objekt ve středu zorného pole, odečítáme údaje deklinačního kruhu. Potom postavíme dalekohled od druhé polohy (s předcházející, nebo následující deklinační osou) a opět zamíříme na zvolené místo. Rozdíl v deklinaci v první a druhé poloze dalekohledu svědčí o tom, že deklinační kruh není správně nastaven. Opravu na deklinačním kruhu provedeme tak, že necháme přístroj ve druhé poloze a deklinační kruh nastavíme tak, aby ukazoval průměrnou hodnotu, kterou vypočítáme z údajů odečítaných v první a druhé poloze dalekohledu. Deklinační kruh by potom měl ukazovat v obou polohách stejnou deklinaci.

Při opravě polohy hodinového kruhu si nejprve vypočítáme dobu přechodu Slunce místním poledníkem. K tomu potřebujeme údaj z astronomické ročenky o kulminaci Slunce v den pozorování, který opravíme o časový rozdíl vyplývající z rozdílu v zeměpisné délce místa pozorování a místa, pro které platí údaj v ročence. Už před kulminací udržujeme obraz Slunce v zorném poli. V okamžiku kulminace by měl hodinový kruh ukazovat 0, nebo 12 hodin. Případný rozdíl potom opravíme pootočením hodinového kruhu. Současně si můžeme překontrolovat, jestli deklinační kruh ukazuje stejnou deklinaci, jako je pro Slunce v den pozorování uvedená v ročence.