

Építsünk kanyartávcsövet!

Hadd kezdjem egy szép felsorolással: a tengerentúlon egykor közkedvelt Unitron 75 mm f/16-os, a legendás 150/2250-as Zeiss–Coudé refraktor, vagy a Zeiss 8" f/15-ös Semiapo refraktora, egy házi készítésű 70/2800-as, egy 154/1800-as RR akromát, egy 9"-es TMB Apo f/9, vagy a kevéssé közismert 30" f/12-es John Wall Telescope. Mi a közös bennük? Gondolom, sokan kitalálták: mindegyik ún. „folded”, azaz összehajtott refraktor.

Erősen megoszlanak a vélemények arról, hogy érdemes-e összehajtani egy refraktor sugármenetét. A fő ellenérv, hogy a fényútba helyezett bármilyen tükör – sőt tükrök – jelentősen ronthatják a kép kontrasztját. Mi a helyzet a reflektorokkal? Ezek majd' mind egyike (Newton, Cassegrain, Makszutov, és az összes katadioptrikus rendszer) legalább egy segédtükrökkel dolgozik, amely kitakarja az objektív bizonyos felületét, és ezáltal a fókuszszikban leképezett Airy-korong diffrakciós gyűrűi kisebb-nagyobb mértékben fényesebbé válnak. Az eredmény valóban kontrasztvesztéses lesz, amit lehet minimalizálni, de teljesen megszüntetni lehetetlen. Kivételt képeznek a kitakarásmentes, speciális felületkialakítású, döntött segédtükrökkel szerelt tükrös rendszerek, pl. a Yolo.

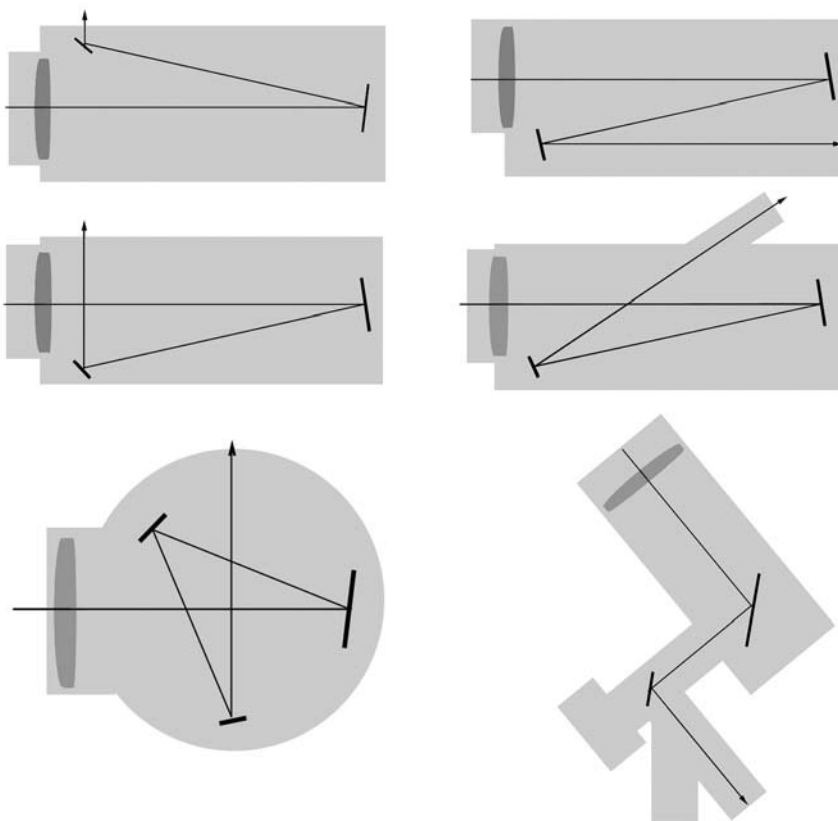
Egy összehajtott refraktor – függetlenül a beépített segédtükrök számától – szintén tökéletesen kitakarásmentes rendszert képez! Számos előnye van egy hagyományos refraktorhoz képest, pl. a tubushossz felére-harmadára csökkenthető. Közismert, hogy bármely parallaktikus mechanika biztonságban hordozza a rövidebb tubust, mivel a tehetlenségi nyomatéka jóval kisebb.

A német parallaktikus mechanikát használók jól tudják, hogy már egy közepes (100–120 cm-es) távcsőtubus is meglepő térbeli pozíciókat képes produkálni. A zenit közeli égeterületek vizsgálatakor az okulár akár térdmagasságba is kerülhet, és ezen a problémán a zenittükör sem segít!

A rövidebb tubust sokkal könnyebb szállítani. A probléma illusztrálására hadd idézzek röviden Gyulai Pál cikkéből:

„...igaz, hogy az összehajtás kb. 30–50%-ára csökkenti a tubus fizikai hosszát, de ennél sokkal többet nyerünk a szállíthatóságban... Jó példa erre, hogy egy 1 m hosszú tubust levinni az autóhoz és berakni a csomagtartóba gyakorlatilag problémamentes feladat. Egy kétméteres tubus esetén azonban már „csőstül” jönnek a bajok. A tubust vagy a plafonba verjük be rendszeresen, vagy a lépcsőfordulóban verjük a végeit a falhoz. Az ajtón nem tudunk vele kimenni, mert vízszintesen tartva nem érjük el a kilincset, függőlegesen tartva pedig nem fér ki az ajtó nyílásán. És amikor mi már végre kint vagyunk az ajtón, a tubus vége még javában bent van az előszobában. Murphy törvénye szerint pontosan ebben a pillanatban a bejárati ajtó elkezd nagy sebességgel becsapódni a huzat hatására, és ha nem ugrunk hirtelen ki a tubussal az utcára, akkor az ajtó a tubus oldalába csapódik, amit kénytelenek vagyunk tehetetlenül végignézni... Ha mégis leérvük vele a kocsihoz, akkor a csomagtartóba nem fér bele, de ha előzőleg nem hajtottuk előre a hátsó ülés támláját, akkor ezt már nem tudjuk megtenni, mert egy olyan „villanyoszlop” van a kezünkben, ami sok esetben többet ér, mint az autó, tehát nem akarjuk a földre tenni addig, amíg az utasteret átrendezzük...”

A refraktor fénymenetét sokféleképpen összehajthatjuk, pl. „bicskaszerűen” – amikor a tubus egy Newton-reflektorhoz lesz hasonló, és Dobson-állvánnyal használva kényelmes okulárpozíciót eredményez még a zenit közelében is. Vagy megépíthetjük – a hagyományos refraktor tubushoz legjobban hasonlító – „Z” alakban, de ehhez is kell egy zenittükör a magasabban lévő égrészek vizsgálatához. Létezik ún. „körbehajtott refraktor” is (lásd Emmanuel M. Carreira cikkét a Sky and Telescope 2002. októberi számában).



Variációk egy témára: összehajtott refraktorok

Végül ne feledkezzünk meg a coudé szerelésű refraktorról sem, ahol a fényút a parallaxikus mechanika tengelyeiben halad, fókusz-síkja a rektatengely végénél van, és ezáltal az okulár teljesen fix helyzetű, függetlenül attól, hogy milyen égboltrészt vizsgálunk. A fenti ábrásor néhány lehetséges fénymenet elvét szemlélteti.

Hogy éppen melyiket választjuk, azt befolyásolja az objektív mérete, tömege, nyílászóránya, az is, hogy milyen méretű síktükrök állnak rendelkezésre, és persze egyéni ambícióink, kényelmi szempontjaink is. A fénymenet összehajtása nem öncélú, hiszen a végeredmény a saját elképzelésünknek megfelelően testreszabott, a hagyományos

szerelésű refraktorról gyakorlatilag azonos teljesítményű, de viszonylag kisméretű műszer lesz.

Több „megrögzött távcsőösszehajtogató” leírta, hogy egy ilyen optikai eszköz elkészítése és beszügyelése – bár alaposabb előzetes tervezést, a megépítés pedig nagyobb körültekintést kíván –, nem sokkal nehezebb, mint egy jó Newton-tubus elkészítése. Ezt a vélekedést magam is megerősítem.

Mindeddig három összehajtott refraktort készítettem. Fialat amatőrként számos nyári táborban tartottam csillagászati bemutatókat. A napfoltok bemutatásához legtöbbször egy 50/540-es Zeiss távcsövet használtam okulárkivetítéssel, „békebeli” NDK fa fotóállvány-

nyal. Talán meglepőnek tűnik, de először ez a refraktor jutott az összehajítás sorsára. A „Z” alakban kialakított sugármenet elért egy lapos dobozban, úgy nézett ki, mint egy kisebb videokamera (ami akkor még nem is létezett)! A kivetített Nap – sőt időnként a Hold - képe nagy sikert aratott a gyerekek körében. A kis távcsövet ma már „normális” refraktorként használom, de az akkori tubus vázát még ma is őrzöm...

A következő egy 70 mm-es légréses akromát volt, de ennek megépítése jóval nagyobb feladatot jelentett. Ha jól emlékszem, valamikor a 80-as évek legelején – egy Kulin Gyurka bácsinál tett látogatás után – örömmel mutatva új szerzeményét Papp Sanyi barátom. A mindenféle jelzés nélküli esztergált foglalat keveset árult el az optikáról, a lencse meglepően kis nagyítású lupeként viselkedett, ami alapján másfél-két méter között becsültük a fókuszát, de alaposan meglepődtünk, amikor az objektív mögött közel 3 méterre kaptunk éles képet! Végül egy ideiglenesen összerakták – elrettentő méretű – tubusba szerelve kipróbáltuk. Nem volt könnyű a hatalmas dióverő látómezőjében tartani az objektumokat, de a pár másodperces intervallumok alatt biztatóan szép Airy-korongokat és színi hibától mentes képet mutatott. (Sajnos a „Hevelius korabeli őstubusról” nem maradt fenn dokumentáció).



Az 50/540-es ős-kanyartávcső doboza (vagy tubusa?)

A 70/2800-as objektív közel két évtizedig dobozban pihent, míg nem elszántam magam egy rövid, használható méretű összehajtott tubus megépítésére. A lehetséges optikai

elrendezések közül a „Z” alakú fénymenet mellett döntöttem, ami közel harmadára csökkentette a megépíthetetlen méretű hagyományos tubus hosszát. Egy részletes, 1:1 arányú tervrajz jelentette mindvégig az építés vezérfonalát.

Egy 20 cm átmérőjű, 80 cm hosszú, 5 mm falvastagságú PVC-csőből alakítottam ki a tubust, melynek végeit rétegelt lemezből kivágott korongok zárják le. Az objektív felőli korongot még egy fehérre festett alumínium lap is burkolja, amely a huzamosabb napészlelésnél csökkenti a tubus túlzott felhevülését. Az 1. sz. segédtükrő 65 mm átmérőjű (Unioptik), a 2. számúnál már jóval kisebb a sugárkúp, ide egy 50x70 mm-es nyolcszögletű tükröt építettem be egy 45 mm-es diafragmával.

Technikai megfontolásból mindkét segédtükröt a tubuson kívül helyeztem el. Ezáltal sokkal könnyebb volt a tükrök beszerelése és juszტიrozása, és nem kellett külön „szervizelő ajtók” kialakításával megbontani a tubus falát. A segédtükrők tükröző felülete kb. 50 mm-rel a tubuson kívül helyezkedik el. Az optimális tubushossz kialakításához az optikai tengely mentén történő elmozdításukkal értékes centimétereket nyerhetünk a többszörös fényvisszaverődés miatt. (Pl. ha a két tükröt 10–10 mm-rel közelítem egymáshoz, a fókuszcsík 40 mm-rel kerül távolabb az alapbeállításához képest).

A káros reflexiók kiküszöbölésére a tubust és a segédtükrök tartódobozainak belső falát matt feketere festettem, az okulárkihuzat elé (a tubuson belül) egy 40 cm hosszú árnyékoló csövet készítettem. Végül a tubust egy masszív, könnyen kezelhető Dobson-állványra szereltem. A jól bevált ekvatoriális platform gondoskodik a megfigyelés kényelméről. A 2”-os okulárkihuzatot többféle átmérőjű okulárral (50,6 mm, 31,7 mm, 24,5 mm) használom, így a kényelmes betekintésű hosszú fókuszú okulárokkal is terjedelmes nagyítástartományt lehet átfogni (pl. 50 mm = 56x, 32 mm = 90x, 20 mm = 140x). A viszonylag kis átmérőjű refraktor kevésbé érzékeny a légköri nyugtalanságra. Többször tapasztaltam, hogy közepesen nyugtalan



70/2800-as refraktorom tubusa

léggörnél a 20 cm-es Newtonban már 48x-os nagyítás mellett (hiába jóval nagyobb a felbontása) változó intenzitással, a részletek megfigyelését zavaró mértékben hullámzik a kép, míg ugyanakkor a refraktorral 112x-es nagyítással még vígan lehet barangolni a Hold alakzatai között.



A 70/2800-as összehajtott refraktor alkatrészei

Igazán jó észlelési körülmények között a 2005-ös szentléleki táborban volt lehetőségem először végigpásztázni ezzel a távcsővel a déli Tejutat, egészen a horizontig. Magam is meglepődtem, hogy az ismert objektumok (nyílt- és gömbhalmazok, Tejút-felhők, diffúz ködök, aszterizmusok) milyen formagazdagságot mutatnak egy 70 mm-es refraktorral, s mindezt $f/40$ -es fényerő mellett!

Mindig vágytam egy „nagy” refraktorra. Így a sikeren felbuzdulva elkezdtem élére

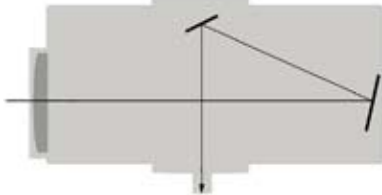
rakni „zsebpénzmozskáimat”, hogy megépíthessem 152/1200-as refraktoromat. „Nagy távcső = nagy élvezet” – pláne, ha mindez egy kompakt tubussal párosul. A hagyományos tubus a harmatsapkával és az okulárkihuzattal, legalább másfél méter hosszú lett volna. Én viszont egy rövid, ekvatoriális platformra telepített, Dobson szerelésű – és persze kényelmes betekintésű – refraktort akartam építeni, így az optika sorsa eleve elrendelgetett: összehajtott refraktor lesz belőle.



A 70/2800-as refraktor Dobson-állványon

Így született meg a „kvázi-coudé fénymenet”. Tudom, hogy sokakat elborzaszt, ha egy refraktor nem hengeres tubusban, hanem egy zömök téglatestben lakik. Az

optikai elrendezés egyszerű: a doboz egyik végén van a (jusztrórozható) objektív, míg a másik végében található a 13 fokkal döntött nagyobbik segédtükör. A második, 32 fokkal megdöntött tükör pontosan a doboz felénél található, és az objektív optikai tengelyére merőlegesen vetíti a tubus falán kívülre a fénysugarat. Így az objektíven át belépő fénysugár eltérítése: $13+32=45 \times 2=90^\circ$. Tehát az okulárkihuzat nem csak „egyszerűen” merőleges a tubus falára, hanem pontosan a Dobson-állvány vertikális tengelyében fekszik. Talán ez a legnagyobb előnye ennek a szerelésnek, hiszen a zenitől a horizontig bármilyen távcsőállásnál az okulárkihuzat változatlan magasságban marad!



A 152/1200-as refraktor optikai fénymenete felülnézetben

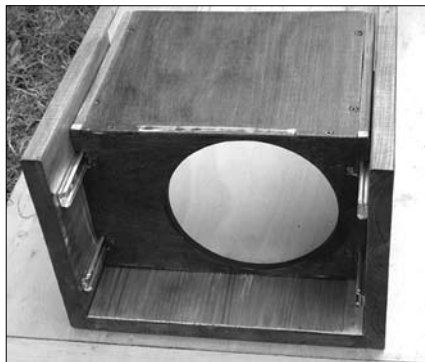
A „tubust” 18 mm vastag 200x600-as, illetve 250x600-as, ún. tömörözött fenyődeszkából készítettem. A refraktorok elterjedt okulárkihuzatának fényúthossza 118 mm, ami alaphelyzetben belenyúl a objektív sugárkúpjába, ezért egy 38 mm-es fényútú 2”-os reflektor-kihuzatot szereltem fel. Ez viszont túl kevés állítási lehetőséget enged széles fókusztartományú okulárok, barlow lencse és binokuláris benéző használata esetén.

Az egyetlen kézenfekvő megoldás, ha az objektív is állítható! Ezért terveztem egy, a doboz belső méretének megfelelő „fiókot”, amely az objektívet tartja, de egyben lehetővé teszi az optikai tengely mentén történő elmozdítást is. A fiók oldalsó falaira, és a doboz belső falára egy-egy pár – a kereskedelemben kapható – golyós fióksínt csavaroztam. (Nem volt egyszerű logisztikai feladat). A sínek belsejében lévő acélgolyók nagyon finom és zökkenőmentes elmozdítást biztosítanak. Az objektív előre-hátra történő mozgásáról a fiók első lapjához rögzített

(1 mm-es menetemelkedésű) csavarorsó és a hozzá kapcsolódó fókuszmotor gondoskodik. Mivel az okulárkihuzatot is elláttam fókuszmotorral, valóban könnyen, két határok között lehet beállítani az éles képet.

Egy összehajtott refraktorban – a fénymenettől függően – különös gondot kell fordítani a sugárkúpnak megfelelő blendék elhelyezésére. A szórt fény minimalizálása érdekében több árnyékolólemezt szereljük a tubusba – sőt a „Z” alakú fénymenetnél nélkülözhetetlen egy árnyékoló cső is az okulárkihuzat előtt. A blendék optimális méretét és formáját célszerű egy méretarányos rajzon kiszerezteszteni. A 152-es tubusában (egyelőre) csak egyetlen 125 mm-es blendét helyeztem el, 20 cm-re az objektív mögött.

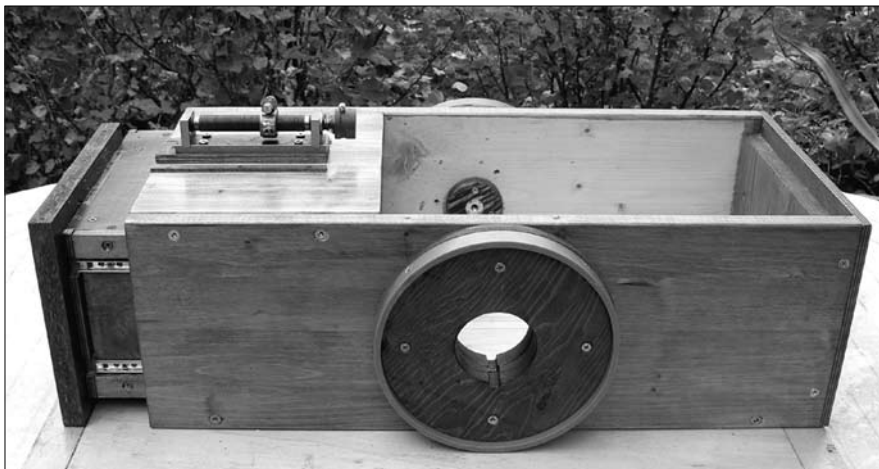
Az optikai rendszer beállítása viszonylag egyszerű, de érdemes megjelölni a síktükrök középpontját. Szereljük be a segédtükröket a távcsőbe, és állítsuk be őket, ahogy azt egy Newton-távcsőben tennénk. A síktükrök képének középpontosnak és koncentrikusnak kell látszani az okulárkihuzat belső szélével.



A beszerelt objektívmozgató fiók

Ezután szereljük az objektívlencse helyére egy vékony zsinórból készített szálkeresztet. A kihuzaton keresztülnézve addig döntjük a síktükröket, amíg a szálkereszt a tükrök középpontjára nem mutat. Ezzel a tükrök helyes beállítása megtörtént.

Szereljük be az objektívet, majd egy betekintő cső vagy beállító okulár segítségével állítsuk be úgy, ahogy azt egy standard, nem



A félig kész tubus

összehajtott refraktor esetében tennénk. A lencsesapkát a helyén hagyva a különböző levegő-üveg felületek miatti összes tükröződést fedésbe kell hozni a lencsefoglatat dőlés-szögének állításával. Ezzel a távcső szinte teljesen készen van a használathoz.



Az egyik vertikális tengely elemei

A végső ellenőrzéshez állítsunk be egy fényes csillagot. Ha a diffrakciós kép fókuszon kívül és belül nem azonos, a diffrakciós gyűrűk nem koncentrikusak, akkor már csak a lencsefoglaton szabad állítani.

Megérte a fáradságot? A válaszom határozott igen. Egyrészt a tervezés, az építés, az alkotás öröme, másrészt a távcsővel szerzett – és másokkal megosztott – megannyi élmény miatt. Kis és közepes nagytávcsövekkel fényes, részletgazdag tejútfelhők és szíporakzó csillagmezők pompáznak a látómező-



Csillagfényre várva Tárjánban, 2009-ben

ben. Binokuláris benézéssel akár órákig el lehet bolyongani a holdfelszín csodálatos alakzatai között, nem is beszélve az ember orra előtt szinte a térben lebegő Szaturnusz káprázatos gyűrűrendszeréről.

Szerte a világban ebben a pillanatban is rengeteg, a legkülönfélébb fénymenetű összehajtott refraktor gyűjti a csillagfényt, használóik legnagyobb meglepedésére....

Újvárosy Antal