

Cassegrain dióhéjban

Örömmel követtem végig a Tarjánban rögzített „Mutasd meg távcsöved” felvételét az MCSE Youtube-csatornáján, amelyben a hazai távcsőépítők is képviseltették magukat. Ezzel együtt is kicsit elszomorít, amikor belegondolok, hogy akár mint mesterség, akár mint kedvtelés, kevés kivételtől eltekintve kihalófélben van a távcsőépítési „mozgalom”, amelynek pedig Magyarországon olyan régi hagyománya van. Míg mára ritkaságszámba megy egy házilag készült komplett tubus, addig húsz évvel ezelőtt még a gyári termékek csodájára jártunk, ha egyáltalán láttunk olyat. Nekem szerencsém volt – legalábbis a távcsőépítési „előmenetel” szempontjából –, mert a kezdetektől saját építésű műszerek használatára kényszerültem, hiszen még a legszükségesebb optikák beszerzése is nagy anyagi áldozatot jelentett a családnak. Másfél évtizednyi mechanika és tubusépítési tapasztalat után jött az optikusság rögzös tanösvénye, és végül egy húsz éves álom válhattam valóra idén nyáron.

A távcső világát kamaszként olvasva elindult a fantáziám, és a több máig megépített, illetve többször átépített Newton-távcső mellett – melyeket nagyon szeretek – állandóan a Cassegrain-távcső megvalósítása foglalkoztatott. Ez a tükörcsiszolás elsajátítása után idővel kézzelfogható közelségbe került, pontosan húsz évvel a könyv első olvasása után. Mindig lebilincsel a múlt század elején, vagy még korábban készült műszerek felépítése, amikor még minden látni lehetett, hogy miből készült, és a korabeli mesterek minden szaktudása és mozdulata ma is látható ezeken a kidolgozott szerkezeteken. Elhatároztam, hogy olyan új távcsövet építsek, amin a főttebbi, mára már elfeledett elvek bontakoznak ki, és kerülni fogom a ma olyan divatos burkolatok steril megjelenését. Legyen minden úgy, mintha régen készült volna!

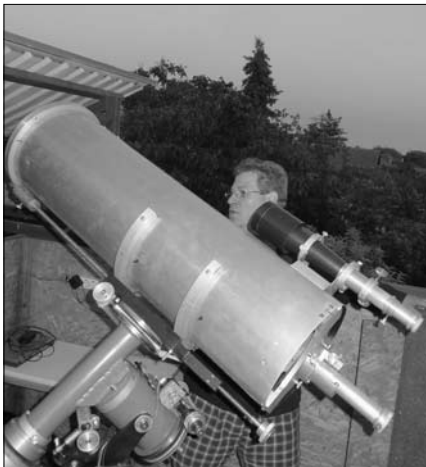
Az érdemi munkát 2012 nyarán kezdtem meg egy 254 mm átmérőjű, 22 mm vastag táblaüveg korongon, és vele párhuzamosan kezdtem el egy 100 kg-ellensúly teherbírási mechanika építését is. Mivel lehetőségem van telepített távcsövet használni, valamint egy 250/5000-es paraméterekkel tervezett Cassegrain-tubus nem feltétlenül kell, hogy hordozható legyen, nem törődtem a súly kérdésével, mindenhol a stabilitás volt az elsődleges szempont. A mechanikával szemben támasztott legfontosabb követelmény a tengelykapcsolós felépítés volt, azaz hogy a távcső bármikor, bármilyen irányba kézi erővel szabadon mozgatható legyen, de a pozícióra állás után az óragép gondjára bízott tubus pozícióban maradjon.



Látogatók a csillagdámban

Első művelet az óratengely csapágyházának elkészítése volt, meglehetősen robusztus, 120 mm-es külső átmérővel. Az 55 mm-es szerkezeti acél óratengelyen 9 db 0,01 mm pontosságú, egytengelyű illesztett felület van, amelyből egyet a szerencsétlen időpontban megszólaló telefon miatt 0,02 mm-rel rontottam el. Ez szerencsére csak mérethibát jelentett, és a legkönnyebben

szerelhető részt, a tengelykapcsoló egyik vezetőperemét érintette, amely azonban pont a vezetésbe vitt kellemetlen hibát. Nem csüggedtem, mert a tengelykapcsoló már működött, és az eredeti terv a vezetőperem helyett egyébként is egy golyóscsapágy beépítését tartalmazta, amely azonban még nem állt rendelkezésre. Tudtam viszont, hogy ennek beépítése után a vezetőváll ideiglenes funkciója megszűnik majd. 2012 decemberére a rektaszecenziós tengely két db ferde hatásvonalú golyóscsapágy jóvoltából nagyon simán, teljesen hézagmentesen forgott a házában, a végén a tengelykapcsoló szerkezettel, valamint egy 313 fogú bronz csigakerékkel, amely M20x1,5-es menetorsóhoz készült.



A keresőt egy 70/450-es orosz távcsőből alakítottam át. A hosszú fókusz távolságú féműszer szinte használhatatlan nélküle. A tubus felső végén szintén öntött merevítőgyűrű van. Erre helyezhető fel egy nyolcszögletű műanyag tálcá, amelyet porvédőnek használok

Közben a főtükör is alakult, másodjára polírozódott ki, mert elsőre egy óriási karcot szereztem – kb. 70 százalékos polírozottságnál – az egyébként mindvégig tökéletes gömbfelületre! Ennek oka a lezserség volt, ugyanis évszázados esztergám halkán surrogó és mélyen dörmögő hangja már messziről elárulja, hogy minden rendben

megy-e, ezért alkalmasint akár 15-20 percre is magára hagyhatom hallótávolságnyra, miközben a nem kevés fölösleges anyag eltávolítását végzi. Most azonban beláttam, hogy vissza kell vennem a tempóból, mert a légvonalban egymástól csak 6 méterre, de külön helyiségben dolgozó csiszológép és eszterga felügyelete még csak ment volna, ám a két tevékenység tisztasági szempontból semmiképpen nem fért össze, csak ha ruhát is cseréltem volna közben. De van jól működő távcsövem, minek annyira sietni? – tettem fel magamnak a kérdést –, és folytattam a tükröt. Nem esett több karc, de gömb se lett még egyszer magától, úgyhogy a végén gömbbé kellett alakítanom. 2013 januárjában kezdtem a parabolizálást, és március végére fejeztem be. A tükrrel nem sok idő ment el, de közben tanultam az interferométer használatát, valamint vele párhuzamosan a Dall-nulltesztel is kísérleteztem. Áprilisban 93 Strehl-nél álltam meg, az ég alatt júniusig teszteltem a tükröt, és még végeztem rajta apró módosításokat, majd gőzölni küldtem.

A mechanika alkatrészei tovább gyarapodtak, lassan felkerült a deklináció háza, valamint elkészült a három siklócsapágyra illesztett tengely, a tengelykapcsoló, a finommozgatás orsói és a csapágyházuk, a szögmérő rendszer, osztott kör, és egy 11 kg tömegű ólom ellensúly. Elkészült az óratengely léptetőmotor-tartója, ennek szíjjátétele, tengelykapcsolója, súrlódó tárcsája, és készen állt a nyomatékot beállító szerkezete is.

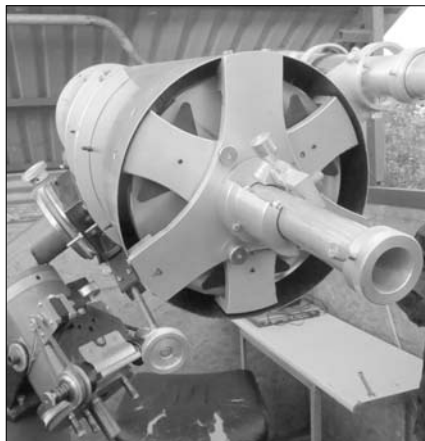
A tubust 1,5 mm-es alumínium lemezből hengerítettem és hegesztettem, majd két alumínium félgyűrűt („bölcsőt”) öntöttem, amelyek nagyon szilárdan kapcsolják a mechanika 100-as U-profiljához a 290 mm-es csövet. A tükrőfoglatat szintén öntött alumínium, míg a segédtükröt keményforrasztással készült acél pókláb tartja, amely kerékpár küllőanyákkal csatlakozik a tubushoz. A tubusgyűrű is öntött alumínium, ahogy a Crayford-okulárkihuzat nagy része is, amely csakis erre a tükrőfoglatra szerelhető fel, mivel működéskor egy egységet

képeznek. A kihuzat 38 mm-es alumíniumcsőből készült.

A mechanika elkészültével Newton-szelelésben helyeztem üzembe a távcsövet, további tesztelés céljából. Ehhez ki kellett vágnom a tubust, valamint készíteni egy Crayford-fokuszírozót is. 2014 elején alig adódott derült éjszaka, de némi megnyugvással meggyőződhettem róla, hogy jó, ámde korántsem hibátlan tükröt sikerült alkotni. A táblaüveg viselkedése ilyen fényerő mellett még ismeretlen volt számomra, ezért hagytam némi alulkorrigáltságot az optikában. Ez a gőzölés után nyilvánvalóan látszott, de nem akadályozta meg a Sirius B megpillantását, mely azon az emlékezetes, fáradt éjszakán életemben először sikerült!

A Cassegrain-család távcsövei gyakorlatilag végtelen sokféle görbülettel készült tükrökkel gyárthatók, az egyetlen feltétel az, hogy a két tükrő együtt tökéletes képet adjon. Mivel a főtükrő önmagában már jócskán elérte az átmérőjétől várható teljesítményt, úgy döntöttem, hogy a segédtükrő görbületével fogok tovább korrigálni, ha arra szükség lesz. Tudtam, hogy ez kétételes kimenetelű próbálkozás, ám ugyanakkor feltárult a lehetőség, hogy ilyen irányú tapasztalatot is szerezhessek, ami még jól jöhet a későbbiekben. A helyi üvegestől kapott 10 mm vastag üvegasztal lapból (ami a rossz nyelvek szerint valahol nem élte túl a szilveszteri bulizást) fúrтам ki négy db 55 mm-es korongot, amelyekből kettőt felhasználva rövidesen már a görbületet is kialakítottam a segédtükron. A gömbre polírozás rövid idő alatt elkészült, de a hiperboloid kialakítása nagyon hosszúra nyúlt, két alkalommal újra vissza kellett menni a gömbfelületig. A főtükrő kis hibája zömében a peremrésze korlátozódott, ezért is volt kockázatos vállalkozás a segédtükrő alakítgatása. Annyira beleveszttem a részletekbe, hogy egy-egy pillanatban mérhetetlenül távolinak tűnt a munka vége. Közben nagyott nyugodni egy érzés, nevezetesen pedig az, hogy a főtükrő 250x-ös fölötti nagyításnál érezhetően éles is, meg nem is

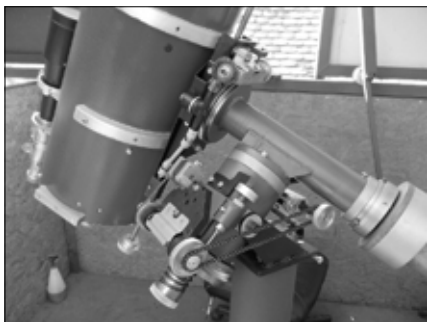
képet produkál, miközben ezt önmagában nem indokolhatja némi alulkorrigáltság. A „hibáért” a segédtükroket gyanúsítottam, és mivel már úgyis beleveszttem a munkába, tettem egy optikai „kiterőt”.



A főtükrő foglalata szerves része a kihuzatnak, a fényűt megspórolása céljából. A tubus két oldalán lévő „fülek” a kézi fogáspontok. A csillag alakú, nagyon szellős tükrőfoglalatot már régebben, Newtonokon is alkalmaztam, de természetesen nem középen kifűrt formában. Valamennyi alkatrésze alumínium öntvényből készült. A mindössze 22 mm vastag tükrő kilencpontos alátámasztást kapott

Nekiláttam megteremteni a síkok tesztelésének feltételeit. Először nagyon nehezen ment minden. Kellott volna egy nagy kondenzor lencse, de nemigen találtam, illetve aránytalanul magas ár jellemezte az ajánlatokat. Kísérleteztem Fresnel-lencsével is, de végül egy 200/15 mm-es táblaüvegorongból egy hét alatt készítettem egy kondenzort, 1 m fókusztávolsággal. Sokat vesződttem a fényforrás hangolásával, hogy minél kontrasztosabb képet kaphassak, de végül csak elkészült a szerelése, a lencse foglalása, és a tesztelő asztal, melyeket mind a falra csavarozva helyeztem el. Mivel referenciasíkra nem telik, kezdettől az volt a tervem, hogy vékony vízréteget fogok referenciának használni, amellyel három síkot készítek, majd ezekkel utána már könnyű a további munka. A víz alatti teszt az elérhető

abszolút legpontosabb eljárás, ami a Föld görbületi sugarát adja referenciaként, ám igen nehézkes, mert egy több száz méterre mozgó jármű talajt rezgető hatása is lehetetlenné teszi a tesztelést, amelyre így csupán a hajnali órák bizonyultak alkalmasnak. A munka még karácsonykor is folyt, miután a családi programok után már mindenki nyugovóra tért.



A legtöbb munkám a mechanikában van. Alaposan túlméreteztem, a rektaszcenziós tengely a villás szerelést is elbírná. A tengelyrendszer tömege jelenleg 50 kg ellensúlyal együtt, de még egy ellensúly kerül majd fel a 100/1000-es vezetőtávcső miatt. A mechanikán a szabványos alkatrészeket leszámítva minden egyedi gyártású, kivéve a deklináció kúpfogaskerék páriját, amely egy használhatatlanná vált saroksziszolóból való, valamint két db varrógépből kiszereelt kardáncsuklót. A távcső és a mechanika együtt kb. 300 alkatrészből áll. A könnyebb kezelhetőség érdekében a rektaszcenziós tengely finommozgatása három irányból is elérhető, ezt szolgálja a hosszú lánc, de lehet, hogy később elérhető lesz a tubusról is. A deklináció kézi kereke a tubus alatt, a tükrőfoglatat mögött mindig kézre esik, mert együtt mozog a távcsővel

Egy hónap után jutottam oda, hogy a vízfelszínhez képest már készségi szinten ment a vizsgálat, amikor is megállapítottam, hogy segédtükröm bizony nem sík, bár hibája nem nagyon nagy. Ha már úgyis benne voltam, kiszúrtam egy 55 mm-es ellipszist az üvegasztal lapjából, és neki-láttam síkot készíteni. Ezzel nagyon sokat dolgoztam, de végül elkészítettem két db referenciasíkot, valamint kijavítottam egy katasztrófálisan rossz másik segédtükröt is. Amikor kipróbáltam a Schné Attila által gőzölt segédtükröket, nem hittem a sze-

mennek! Minden a helyére került! Ezek egyikével használtam tovább a távcsövet, és folytattam a hiperboloid készítését. A házilag fejlesztett műhelyi próbák nagyon jól működtek, de sokat teszteltem az ég alatt is, mert referenciára volt szükségem, és egyébként is ez minden tesztnél többet ér, még ha elég strapás folyamat is. Ilyenkor a Newton-szerelés megbontása után ideiglenesen Cassegrainné alakult a távcső, majd vissza, hogy használni tudjam, ha kell. A korrekciót végül sikerült némileg javítani, és egy 0,5"-es kettőscsillag pár réssel bontása után nem nyúltam többé a segédtükrőhöz. Ez a pillanat nyár elején következett el, azonban hiperboloidom még híján volt az alumíniumbevonatnak. A véletlen viszont úgy hozta, hogy a segédtükrő befejezése után néhány nappal lehetőségem nyílt megkezdeni az ismerekedést a hagyományos tükröző bevonatok készítésével. Egy hónap borzalmasan kemény munkájával talpra állítottam úgy igen régi vákuumgőzölő gépet, ami nagyon enyhén fogalmazva is kalandos folyamat volt, Schné Attila türelmes és folyamatos távsegítségével is. A vákuumban tömítetlenséget keresni nem a legegyszerűbb műszaki feladat, különösen akkor, ha a gép belső szerkezete csak működési elveiben ismeretes. A teljes szét-szedés és összerakás, javítás után láthattam neki a gőzölési próbáknak, amely harmadik alkalomra sikerült is, kvarcérteg nélkül. Ez utóbbi művelethez még sok további kísérlet szükséges.

A legőzölt optikán még mindig lehetne javítani, de a racionális énem egyelőre nem támogatja az erőfeszítést, melynek eredménye inkább a számokban látszana, mint a képminőségben. Igazából a főtükrő mögé 250 mm-re tervezett fókuszpont is ad valamennyi lehetőséget a finomhangolásra, ugyanis a főtükrő-segédtükrő távolság kismértékű – akár 1 mm-es – változtatása is befolyásolja a korrekciót, ám erre válaszul a fókuszpont végső helyzete centiméteres nagyságrendben változik. Hosszútávon biztos, hogy készül majd egy második segédtükrő is, amellyel persze még több kísérletet végzek majd.

A nyári-őszi tesztidőszak után elkövetkező hideg téli hónapok fogják végérvényesen megmutatni, hogy pontosan „hol is állok” az optikával. Amennyiben a felületek ekkor is bőven a tolerálható határon belül teljesítenek, úgy kijelenthető lesz, hogy telepített távcső esetén a táblaívég minden próbának megfelelt. A Cassegrain-rendszer elkészülte után a mechanika továbbra is beváltotta a hozzá fűzött reményeimet, simán, zökkenőmentesen mozgatta a távcsövet, ám a Newton-rendszerben elérhető kezelőszervek néha kellemtelenül távol kerültek a kezemtől. Mivel a lehető legkevesebb elektronikát akartam használni, mindenképpen ki kellett egészítenem a szerkezetet kényelmesebben elérhető kezelőszervekkel, valamint az egész 250 mm-rel meg kellett emelni a zenitközei vizsgálódások miatt. A tartórendszer teljesen rugalmatlan, ezzel együtt kb. 80 kg lesz a végleges össztömeg. Jelentéktelenül kicsi rezgéshajlomot az a fél villanyoszlop jelent, amely az egész távcsövet 3,5 m magasságban tartja, de ez csak akkor látszik két másodperc erejéig, ha a szó szoros értelmében oldalba vágom a tubust. A tengelykapcsolók toleranciája 10 Nm, de kézi beállítással tovább növelhető, ami bőven meghaladja a várható – elsősorban az okulár oldalon változó – terhelés hatásait, ám a tubusra felszereltem egy 80 dkg tömegű futószilyt is.

Az elrontott illesztés – ahogy azt előre vártam – időnként beleszólt a vezetés pontosságába, de különben a periódushiba kisebbnek bizonyult 10”-nél. Idén augusztusban a Kulin-emlékérem átadásáról Mizser Attila vezetésével rövid látogatásra érkező kis csapatnak szinte pontosan az érzézésére készült el az eredetileg is tervezett golyóscsapágyas csigakerék-agy, új központi rugós tengelykapcsoló-tárcsa, valamint ennek bordás agya. Vendégeim az asztalon láthatták az alkatrészeket, melyeket másnap szereltem a helyükre. Periódushibát eddig nem sikerült kimérem, de baj van még a pólusra állással is, előbb ezt kell pontosítanom. Sajnos olyan kevés derült éjszaka volt eddig az idén, hogy azt az időt távcsövezésre igyekeztem for-

dítani. A megfigyeléseket mostanában egy kiszuperált, állítható magasságú irodai bőrfotelből végzem, amiről levettem a háttámlát és a karfát.

A távcső eredetileg Cassegrain-Newton változtatható rendszer lett volna. Az ehhez szükséges alkatrészek mind el is készültek, de végül nem szereltem fel őket. Ennek oka, hogy a megemelt műszer felső vége csak létrával érhető el, viszont ez azt jelentené, hogy a csillagda korlátszintje fölé kellene másznom, hogy elérjem. Sajnos többször bebizonyosodott, hogy nem éppen akrobata alkatommal kisebb-nagyobb magasságból rendszerint hamarabb földet érek, mint azt előre terveztem.

Inkább nekiláttam a 100/1000-es lencsés távcsövem átépítéséhez, amely vezetőként fog funkcionálni, de hordozható is lesz. A távcső valódi régies megjelenést kapott, sok sárgaréz alkatrésszel. Elkészültek a tubusokat összekapcsoló öntött bakok, ám újabb ellensúlyra is szükség lesz, ez azonban elegendő ólom hiányában még nem készült el. Jelenleg csak a 70/450-es keresőtávcső segíti az enélkül csaknem teljesen használhatatlan 5000-es fókusz irányzását. A táblaívég anyagú optikák tekintetében meg kell jegyezmem, hogy minden aggályom ellenére, így, fix felállítással nem nagyon hátráltat a sokkal nagyobb hőérzékenység pl. a pyrex anyaghoz képest. Persze a jobb anyag mindig jobb, ám a rendszer nagy fókusznyújtása mellett is eddig becsületesen teljesít ez a kb. egyharmad áron beszerezhető, szerény üvegfajta. Tény, hogy a nagy nyújtás miatt nem lehet állandó korrekción tartani a rendszert, mert az kismértékben mindig vándorol a hőmérséklettel, de eddig így tűnik, hogy nem jelentős mértékben, azaz a fókuszált képbem nem vehető észre. A segédtükrök kis tömege miatt a tető kinyitása után jószerével azonnal jól működik, az egész távcső általában kb. 10 perc alatt eléri azt a szintet, amikor már a légköri turbulencia – sajnos – többnyire dominál a még fennálló hibák felett.

A nyújtás mértéke a Scopium kamera érzékenységehez lett hangolva, a fotózáshoz nem kell fénytörő tagot használnom. Nem

utolsó szempont a kényelmes megfigyelés, és a hatalmas pupillatávolsággal készülő, 20–30–40 mm fókusz-távolsággal is elegendő mértékű nagyítást adó olcsó okulárorsorozat, amit direkt ehhez a távcsőhöz szereztem be. Az okulárok szokványos olcsó Plössl típusúak, és a rendszer nem is igényel jobbakat és drágábbakat. Sokat töprengtem a külsőn kérdésén. Először úgy gondoltam, hogy nem festek semmit, marad az alumínium színe. Nálam sokkal fejlettebb szépérzékű emberek óvatos utalásai miatt azonban nemrég mégis festésre adtam a fejem, és végül egy közepes bordó árnyalattal lett a tubus komoly, de nem rideg megjelenésű. Lett hát Cassegrain-távcsövem. Nem volt rá feltétlenül szükségem, de egyik álmom vált így valóra. Nem foglalkoztat munkám végső anyagi értéke, és nem számolom a beleölt munkaórákat. Látom viszont a látómezőbe még 250x-es nagyítással is szinte félig beférő, peremtől peremig éles Holdat, a Jupitert a szélső kitérőben lévő holdjaival együtt, az Encke-rést a Szaturnusz gyűrűjében, illetve fél ívmásodperces egyenlő, vagy egy ívmásodperc körüli nagyon eltérő kettősöket. A Holdon eddig felbontott legkisebb részlet 600 m-es volt.

Megerőlt-e mindez a sok munkát és rengeteg kitérőt? Mindenképpen. Ha megpróbálnám egy szuszra leírni, hogy mennyit tanultam csak abból a munkából, ami ehhez a távcsőhöz köthető, se vége, se hossza nem lenne.

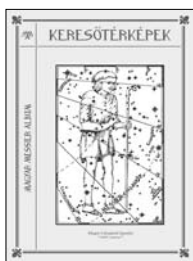
Kis csillagdám nem képes már nagyobb műszert befogadni, valószínűleg ez már végleg fönt marad, és örülnék, ha a hazai viszonyok között ezt az átmérőt jól ki tudnám

használni. Mint az a főntebbiekből kiderült, a távcső még nincs kész teljesen, de ez már csak így szokott lenni az építő berkekben – mindig lehet még fejleszteni valamit. Egy pont után azonban már a működő távcsövön dolgozhatunk, szépíthetünk, amely estére mindig harcra kész marad. Tervemben áll még egy Huygens-okulár elkészítése is, amelyet a kihuzatba helyezve már elmondható lesz, hogy minden optikai elem házi készítésű, ám ez valószínűleg még egy ideig várat magára.

Jelenleg egyszerű lencséket gyűjtögetek, amelyek optikai üveg alapanyagul szolgálnak majd.

Nincs más hátra, mint hogy jó távcső-építést kívánjak mindenkinek, aki már hozzáfogott, valamint mindazoknak, akik még csak tervezgetik munkálkodásukat. Nincs mindenkinek jól felszerelt műhelye, szakismerete, nem egyforma feltételek mellett kell dolgoznunk. De mindenki saját ötletei, lehetőségei szerint megtalálhatja a magának megfelelő utat, amely olcsó kéziszerszámok, és némi kezűgyesség birtokában mégiscsak eredményre vezet. Lehet, hogy először nem lesz tökéletes, de lehet fejleszteni, átalakítani, miközben távcsövünk mindvégig egyedi marad. Amikor az okulárba nézünk, és az esetleg elsőre kissé ingatagra sikerült állványunk rezgései lecsillapodnak, vagy amikor alkonyatkor derül ki, hogy még hiányzik egy kis szigetelőszalag, akkor is lebilincselőbbnek látjuk majd az eggboltot, mint a világ legjobb távcsövével.

Kurucz János



Messier-keresőtérképek. A térképfüzet a Messier-objektumok megfigyeléséhez szükséges legfontosabb segédeszköz, az azonosításukhoz szükséges csillagtérképeket tartalmazza. Általában minden objektumról két térképet kapunk. Az áttekintő térkép megmutatja az égerület mélyég-objektumainak elhelyezkedését egy csillagképen belül. Minden objektumhoz tartozik egy déli tájolású részlettérkép is. Ezeken szerepel legalább egy olyan csillag is, amit az áttekintő térkép alapján könnyen meg lehet találni. Az objektumokat a nemzetközi gyakorlatban legszélesebb körben elfogadott jelölésrendszerrel kódoltuk. Igaz ez a térképeken szereplő további NGC-objektumokra is; az objektumokat szimbolizáló jelek mérete a vizuális élményt közelíti (kiterjedés, fényesség, részletgazdagság). Ára 600 Ft (tagoknak 500 Ft). Kapható a Polarisan.