

# Ha Newtonnal is színes a kép

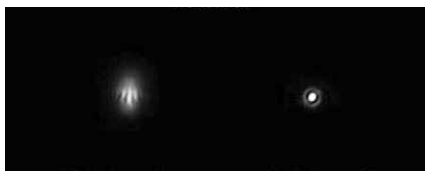
Akinek kedvenc elfoglaltságai közé tartozik a bolygók, vagy a Hold a nagyfelbontású fotózása, az tudja, hogy mennyire meg kell küzdeni egy nagyobb felbontású felvétellel, mely estenként sok óra várakozást is jelenthet egy-egy nyugodtabb perc reményében. A hazai viszonyok között a bolygófotózás cseppet sem számít könnyű feladatnak. A sikeres képrögzítésnek annyi összetevője van, hogy napokba telne összefoglalni, de mindannyian egyetértünk abban, hogy minden apró lehetőséget ki kell aknázni, amellyel jó irányba befolyásolhatjuk a végeredményt. A következőkben a Meteor hasábjain már többször is méltatót hihetetlenül zseniális optikus, Horace E. Dall ötletén alapuló szerkezettel ismerkedünk meg, amely főképp az alacsony deklináción araszoló bolygók fotózását segíti, de minden más égitest esetén is használható.

A kérdés a Mars és a Szaturnusz esti láthatósága miatt aktuális, mivel mindkét bolygó alacsonyan észlelhető. Kivételes esetektől eltekintve a sűrű légtömegek kedvükre játszanak a távcsőhöz érkező fényvel, elrontva a nyugodtságot, de legalább ugyanekkorra leképezés-romlásra kell számítanunk a légköri fénytörés miatt is. Előbbivel sajnos nincs mit tennünk, azonban ez utóbbi akkor is hátrálthatja a munkát, ha egyébként elfogadható a nyugodtság. A nyugodtabb időszakok rendszerint kissé párás légkörnél következnek be, amikor az atmoszféra fénytörése jócskán megnő, ám bár tudjuk, hogy a horizont közvetlen közelében egyébként is mintegy fél fok törési szöggel kell számolni, tehát a jelenség minden körülmények között fennáll. Légkörünk lencseként viselkedik, emiatt a bolygók és csillagok képe a horizonthoz közeledve egyre inkább torzul, szélsőségek esetében akár színes csíkka húzódva el. Milyen jó lenne, ha valamiképpen legalább ettől a jelenségtől meg tudnánk szabadulni! A képfeldolgozó programok a képesek

színcsatornánkénti igazítást végrehajtani, de ez nem egyenértékű a színhiba mentes leképezés hatékonyságával. Dall, mint sok más is, ezt is megoldotta egy szellemes szerkezettel: a fényútba egy prizmat helyezve ha az ellentétes irányú színhibát produkál, mint a légkör, akkor a hiba eltüntethető. A csillagok és bolygók pontszerűvé, illetve szabályossá válnak, az atmoszférikus spektrum már nem zavarja többé a megfigyelést.



A Szaturnusz korrektor nélkül és korrektorral (a kép szélsőséges, de előforduló esetet mutat)



A legfényesebb éjszakai csillag képe balra korrektor nélkül, jobbra korrektorral (A kép szélsőséges, de előforduló esetet mutat)

Igen ám, de a színhiba helyben és időben is változó mértékű, tehát egy prizma végül is nem sokat segítene nekünk. No de kettő! Ha két egyforma prizmat helyezünk a fény útjába, akkor az elsőt a fény összetevőire bomlik. Ha a másik prizma az optikai tengely mentén elforgatható, akkor tetszés szerint az üveg törésmutatójától és a prizma szögétől függő maximális és nulla törés közötti színhibát állíthatunk be. Csak annyi a feladat, hogy a két prizma elfordításával ugyanakkorra, de ellentétes irányú színszórását állítsunk be, mint amit a légkör produkál, majd a két prizmat együtt a kívánt pozícióba forgatva a kép máris hibamentes lesz. A két ék alakú üveglemeznek ha a két középső és a két külső

oldala páronként párhuzamos, akkor a törés nulla értékű, mintha síküvegen át haladna a fény. Ha az egyik prizrát elkezdjük elfordítani, akkor a törés nő, és a maximumig jut, amikor a két oldal a legnagyobb szöget zárja be egymással.



A korrekter összeszerelt állapotban. Jobbra fönt a sárgaréz rögzítőcsavar, amely az okulárt, vagy a kamerát fogja, balra pedig a forgatókarok, amelyekkel a prizmákat foglalatukkal együtt elforgathatók



A foglalatokat egymásnak nyomó rugók a műanyaglappal, előlé kerül a 31,7 mm-es méretű okulárt vagy, kamerát befogadó fedél. Az alumínium nem jó csúszási tulajdonságokkal rendelkezik, így egy paraffingyertyával vékonyan megkentem a felületeket, kivéve a műanyag gyűrűvel érintkezőt

Az elv már régen megmozgatta a fantáziámat, a kereskedelemben be is szerezhető a kis alkalmatlóság, de én – mint általában – az építés mellett döntöttem, amely összesen kb. 15 óra munkába került. Némi utánagondolással a leendő prizmák szögét 3,3 fokban állapítottam meg, amely a mostanra már alapos tesztek után is elegendőnek bizonyult. Napokig töprengtem a prizmák

anyagával kapcsolatban, ugyanis időt akartam megtakarítani azzal, hogy csak az egyik oldal megmunkálását végzem. Az eddigi munkáimból vannak vastagabb anyagú sík üvegeim, de ezeket nem akartam erre elhasználni. Végül eszembe jutott, hogy jó 15 éve több óriási fénymásolót bontottam szét a haszonvas telepen, melyekből természetesen kimentettem a 25 mm széles, kb. 300 mm hosszú síktükröket is. Egy óra keresés után meg is találtam ezeket, és az egyikből levágtam egy 55 mm-es darabot. A bevontot  $Fe_3Cl$ -ba áztatással távolítottam el, majd megvizsgáltam, hogy eléggé sík-e az üveg. A prizmákat 15 mm-es működő átmérőre terveztem, ekkora felületen pedig – meglepő módon – gyakorlatilag tökéletes síkot találtam, a hiba  $1/20$  lambda környékére tendált. Az üveg eredetét nem ismertem, de nem volt okom feltételezni, hogy eredeti funkciójához valami speciális fajtának kéne lennie, így 1,52 körüli törésmutatót lehetett feltételezni. Az anyag teljesen víztiszta és feszültségmentes volt, így bátran fogtam a megmunkálásába.

Első közelítésben tehát két pontosan egyforma prizmára van szükségünk, csak az a baj, hogy egyenként nagyon nehéz egyformákat készíteni. Ebből adódott az ötlet, hogy egyszerre kell készülniük, mert a legfontosabb paraméter az azonosság lesz, mind a prizmák pontos szöge, mind a becsült törésmutató másodlagos. A levágtott 5 mm vastag csíkot egy darabban sík oldalával egy 60 mm átmérőjű üvegorong közepére ragasztottam gyanta és méhviasz 3:1 arányú keverékével. Mellé egyik oldalra egy 3 mm vastag, a másik oldalra pedig egymás tetejére 2 db 3 mm vastag síküveg csík került. Az egész szendvicsszerkezet ily módon egy lépcsős elrendezést kapott, amelyet egy greslapon néhány perc alatt síkra nagyoltam, majd a szokásos eljárással folytatva 2 db 60 mm-es üvegoronggal síkká csiszoltam 1200-as finom fokozatig. A sík csiszolása rendkívül érdekes folyamat. Teljesen biztosan csak három korong összecsiszolásával áll elő, amelyeknek pl. A, B, és C jelzést adunk, lényeg, hogy megkülönböztethetők legyenek. Itt „A” volt a szendvics, „B” és „C” pedig a két csiszolókorong. Hogy

ne alakuljon ki görbület, a sorrend a következő volt: A csiszolva B-n, B csiszolva C-n, C csiszolva A-n, és így tovább, egyenlő ideig, kb. egyenlő intenzitással. Tekintve az apró méreteket, nem tartott hosszú ideig a folyamat. A polírozáskor pár perc után látszott, hogy egész rendes felületet sikerült elérni, és kb. 4 óra után már a sík felületnek örvendezhettem. Sajnos az optikai sík létrehozása sok tapasztalatot igényel, néhány éve alaposan megküzdöttem a két első, azóta is referenciaként üzemelő felülettel. Akik már sikerrel készítettek síkot, minden lehetőségük adott a főttebbi prizmapár elkészítésére is.

Polírozás után egy még kényesebb művelet következett, csőfúróval ki kellett fúrni a két kör vetületű prizmat. Néhány főtűkör és segédtükör sikeres kifúrása után is félttem a művelettől, ugyanis a nem merőleges felület pereme ilyenkor nagy veszélyben van. A polírozott felületre egy 3 mm vastag üveget ragasztottam a perem kímélése céljából. A fúrás a vékony üvegeken hamar lezajlott, de sajnos minden igyekezetem ellenére a fúrási irányra nem derékszögben hajló peremek mégis kissé lepattogzottak. Az egész rendszer szétolvasztása, fazzetázása majd tisztítása után a prizmák újabb ellenőrzése még mindig érzéklehetetlen hibát mutatott, így nekifogtam a megdöntött oldalak lemunkálásának, 2 mm szélességben, hogy a hátoldallal párhuzamos bázis majd a foglaltban körkörösön fekdjön fel. Hamarosan a kész optikákat tartottam a kezemben, de a lepattogzás miatt a használható felület 14 mm lett, ami persze még így is bőven elég.

A foglalat néhány óra alatt esztergálással és marással készült el alumíniumból, a prizmák pozicionálására szolgáló karok anyaga 5 mm-es sárgaréz rúd, melyek M3-as menettel csatlakoznak a foglalgőgyűrűkhöz. A gyűrűkben M20,5x0,5-ös menet van, szélességük 8 mm, mindkét oldalon kívül menetes, 2 mm széles gyűrűkre fekszik az üveg, és az egymás felé néző két prizma oldala 3,3 fokban hajlik az optikai tengelyre. Az egyszerűség mindig a legjobb út, így a ház mindössze két darabból áll. A 31,7 mm-es kihuzatba illeszkedő végtől az egész szerkezet egy egységé

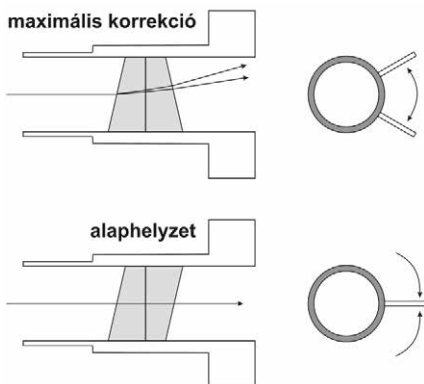
összerakható, és M30x1-es menettel csatlakozik hozzá a szintén 31,7 mm-es okulár, vagy kamera fogadására kialakított fedél.



A távcsöbe illeszkedő részbe építhető a teljes szerkezet.

Egyik prizma már a helyén, a másik foglalatában külön, a beelcsatlakoztatott forgatókarral. A hengeres rész 190 fokban mart hornyán át fordíthatók a prizmák. A prizmákat foglalgőgyűrűk 8 mm szélesek, bennük 20,5x0,5-es menettel. A képen a jobb oldalon a prizmát fogó külső menetes gyűrű is jól látszik, melyben egy 2 mm-es szákfurat van a szereléshez

A foglalgőgyűrűk a távcső felől indulva egy vállon, majd egymáson fekszenek, a fedél felől egy műanyaggyűrű két miniatűr rugóval szorítja őket egymásnak. Forgatásuk nagyon finoman végezhető, az alumínium felületek vékony paraffin-kenést kaptak. Már az első próbáknál éreztem, hogy nem dolgoztam hiába, ámbar a Jupiter jelenleg még magas deklinációval delel, de kismértékű elszíneződés legtöbbször ilyenkor is tapasztalható a bolygókorong pereménél. Természetesen egyik szélső helyzetből a másikig megtettem a próbát, melynek során egészen komoly mértékű színtörést sikerült elérnem, a légkör aligha tud ekkora hibát létrehozni, úgyhogy várhatóan minden körülmények között elegendő lesz a prizmák korrekciója. Némi ismerkedés után elég könnyen sikerült eltüntetni a perem színeit, mindössze talán két-három percig kellett játszani a prizmák pozíciójával, melyek a maximálisan elérhető érték kb. 10 százalékkal dolgoztak. Kezdetől számítottam a fényvesztésre, mely mindenféle bevonat nélkül négy üvegfelület esetén már jól érzékelhető, de megsemmisítőnek semmiképpen nem mondható.



A rajzon a rendszer működését tanulmányozhatjuk. A fenti rajzon a prizma átellenes oldalai maximális szöget zárnak be, ekkor a legnagyobb színszórásuk. Lent a prizma oldalai párban párhuzamosak, a színszórás nulla. Ilyen elrendezés tenné lehetővé az immerzió alkalmazását, de akkor némileg komplikáltabb foglalatot kell építeni. Az én konstrukciómban a prizma forgástengelyre nézve nem merőleges oldalai néznek szembe egymással. Jobb oldalon a beállítókarak megfelelő állásait láthatjuk

Miután konstatáltam, hogy modern tükröződésátló réteg felvitele egyedileg semmiképpen nem gazdaságos, felmerült az olaj immerzió gondolata, így felére csökkenne a veszteség, de ehhez új foglalatot kellene majd

készíteni. Az olajimmerzió két fénytörő felület között szétterülő nagyon vékony olajfilm, amely a levegő-üveg határfelületet megszüntetve jócskán lecsökkenti a káros visszaverődést. A vákuumgőzölésben is sikerült már némi rutint szerezni, megoldás lehet még a hagyományos, párologtatós módszerrel felgőzölhető anyagok használata is. A prizmarendszer hátrányai közt lehet említeni, hogy a törési szög módosíthatósága a fentebb leírt formában a kép körbevándorlását eredményezi a kamera szenzorán, vagyis esetleg többször is utána kell állítani a távcsövet, mire a korrekció helyre kerül. További nehézség lehet a néhány centiméterrel hosszabb fényút, amely egyes távcsövek-nél akár lehetetlenné is teheti a használatot.

Mindent egybevetve hasznosnak bizonyult a kis alkalmazhatóság, legalábbis a befektetett munkát mindenképpen megérte. A rendszer elkészítéséhez szívesen nyújtok segítséget, de az optika elkészítéséhez a főtükrök után a síkok csiszolásában szerzett tapasztalat is szükséges. Biztatok minden gyakorló amatőr optikus kollégát, hogy készítse el elete első – vagy talán nem is első – fénytörő optikáját!

*Kurucz János*

## MCSE belépési nyilatkozat

Kérem felvételemet a Magyar Csillagászati Egyesületbe rendes tagként!

Név: .....

Cím: .....

Szül. dátum: ..... E-mail: .....

A rendes tagdíj összege 2016-ra 7300 Ft (illetmény: Meteor csillagászati évkönyv 2016 és a Meteor c. havi folyóirat 2016-os évfolyama).

**Tagilletmény:** Meteor csillagászati évkönyv és a Meteor c. havi folyóirat.

Tagjaink **ingyenesen** vehetnek részt a **Polaris Csillagvizsgáló** valamennyi programján, **kedvezményt kapnak a Pannon Csillagában, Budapesti Távcső Centrum** egyes SW termékeire és a **Puskás Fotó** Mammot I-ben található üzletében.

A tagdíjat átutalással kérjük kiegyenlíteni (bankszámla-számunk: 62900177-16700448), a teljes név és cím megadásával. Személyesen a Polaris Csillagvizsgáló esti bemutatói alkalmával lehet intézni a belépést. MCSE, 1300 Budapest, Pf. 148.