

Pápics Péter István & Iskum József

A Napészlelés kézikönyve



Magyar Csillagászati Egyesület

2006.

A Nap mint égitest

A Nap a csillagok között fizikai tulajdonságaival nagyjából az átlagot képviseli. Távolyságából, pontosabban közelségéből adódóan kivételes lehetőséget nyújt a sztelláris folyamatok tanulmányozásához. Átmérője 1.393.960 km, a Föld átmérőjének ~109-szerese – innen adódik a 109 mm-es napkorong az általunk használt észlelőlapon –, azaz nagyjából félúton van az óriáscsillagok és a fehér törpék között: G színképosztályú, fősorozati sárga törpe csillag. Életkora durván 5 milliárd év, tömege 2×10^{30} kg, így a naprendszer tömegének 99,86%-át teszi ki. Átlagos távolsága, melyből a csillagászati egység (CsE vagy AU) is származik, 149.597.870,66 km. (A Nap utáni legközelebbi csillag, a Proxima Centauri 158.823-szor messzebb található tőlünk.) Az éjszakai égbolton megfigyelhető csillagok 1" alatti látszó átmérőjével szemben a Napnál ez az érték átlagosan 32 ívperc, ebből adódóan a korong közepén egy ívmásodperc nagyjából 726 km-nek felel meg. Mivel a Föld ellipszis alakú pályán kering a Nap körül, így a tényleges naptávolság 1,7%-al kisebb vagy nagyobb lehet az átlagosnál, ami a látszó átmérő ugyan ilyen arányú, de ellentétes értelmű változásával jár. A Nap átlagos sugárzó teljesítménye $3,845 \times 10^{26}$ W, ennek a Föld egységnyi felületére érkező része a napállandó ($1,365\text{--}1,369$ W/m²), mely tág időintervallumban is igen stabilan állandó, többek közt ez tette lehetővé a földi élet kifejlődését és fennmaradását. A naptevékenység következtében a napállandó ingadozása csupán néhány tized százalék.

A Nap szerkezetét régóta tanulmányozzák, így mára már tized százalék pontossággal ismertek a fizikai jellemzők központi csillagunk belsejében. Anyaga a felszínen tömeg szerint 70 % hidrogén, 28 % hélium és 2 % nehezebb elem. Középpontjában a hőmérséklet 15,7 millió K, ez kifelé fokozatosan csökken, a felszíni 5800 K-ra. A nyomás a középpontban $2,33 \times 10^{16}$ Pa ($2,3 \times 10^{11}$ atm), a sűrűség $1,53 \times 10^5$ kg/m³, mely kifelé haladva nagyon gyorsan csökken, a sugár felénél már eléri a víz sűrűségét, a felszínen pedig már csak $2,5 \times 10^{-4}$ kg/m³. A középpont kis környezetében – gyakorlatilag a sugár egynegyedéig – elegendően magas a hőmérséklet ahhoz, hogy négy hidrogénatommagból (protonból) egy héliumatommag álljon össze ütközések során. A keletkező héliummag tömege kevesebb, mint a négy proton össztömege, levonva az ütközések során keletkező két elektron és két antineutrínó tömegét, a tömegkülönbség az einsteini $E=mc^2$ képlet alapján energiaként (röntgen- és gammasugárzásként) szabadul fel. Ez a termonukleáris reakció fűti a Napot, és szolgáltatja évmilliárdok óta az energiát a Földnek is.

A Nap magjából kifelé haladva a sugár egynegyedénél már annyira lecsökken a hőmérséklet, hogy az ettől nagyon erősen függő termonukleáris reakciók már nem mennek végbe, nincs energiatermelés. Ebben a magban összpontosul a Nap tömegének fele. A nagyon fényes magot viszont egy rendkívül átlátszatlan burok övezi, amelyen keresztül a sugárzás formájában terjedő energia sokszoros elnyelődés és kisugárzás során rendkívül lassan szivárog kifelé. Útja több százezer évig tart ebben az ún. sugárzási zónában, amely a magtól a sugár 71 %-áig terjed. Ebben a mélységben megszűnik a stabil rétegződés, és konvektív instabilitás lép fel, azaz az energia már anyagáramlással terjed: a konvektív zónában a melegebb anyag felszáll, a felszínen kisugározza energiáját, majd lehűlve lesüllyed. A konvekció jól látható a Nap felszínén mint a granuláció kb. 1000 km méretű fényes területei, amelyekben felfelé áram-

lik és szétterjed a forróbb anyag, a granulák közti sávokban pedig a lehűlt, sötétebb gáz süllyed lefelé.

A Nap középpontjából kifelé haladva minden fizikai állapotjelző folytonosan és fokozatosan változik, nincs olyan ugrásszerű változás, mint a Föld esetében a szilárd földkéreg és a légkör határán. A napkorongot mégis éles pereműnek látjuk, és beszélünk a Nap felszínéről is. Ez amiatt van, mert a hozzánk érkező fény, és általában sugárzó energia több mint 99 %-a egy mindössze kb. 500 km vastagságú rétegből, a fotoszférából származik. A Nap távolságából ez kevesebb, mint egy ívmásodpercrek látszik, tehát valóban vékony réteg – ezt tekintik a Nap felszínének. Alapjának azt a szintet számítják, ameddig le tudunk látni a Nap anyagába, felső határa pedig a hőmérsékleti minimum. A fotoszférán belül ugyanis változik a gáz hőmérséklete, alsó határán 6420 K, a felsőn pedig 4170 K. A Nap látható felszíne egyébként sem egyenletes fényességű, a granuláció mintázatán kívül a napkorong közepe fényesebb, pereme halványabb, középen ugyanis a mélyebb, forróbb réteget láthatjuk.

A fotoszféra felett a naplégkörnek még más rétegei is megtalálhatók, amelyek jóval ritkábbak, ezért keresztüllátunk rajtuk, csak különleges műszerekkel figyelhetők meg. A fotoszféra felett közvetlenül a kromoszféra helyezkedik el, amely nevét (a szín szférája) a napfogyatkozások alkalmával megfigyelt vörös színéről kapta (ez a hidrogén legerősebb színképvonalának színe). Átlaghőmérséklete 10 000 K körüli, a hőmérsékleti minimumtól indul, és a kb. 10 000 km vastag réteg felső határán 25 000 K-ig emelkedik, szerkezete nagyon egyenetlen. A felső határon néhány száz kilométeren belül a hőmérséklet rendkívül hirtelen 1 millió K-re emelkedik, ez már a napkorona anyaga. A koronát teljes napfogyatkozások alkalmával már ősidők óta látták, de fizikai állapota sokáig rejtély maradt még a színképi megfigyelések alapján is, színképvonalait ugyanis nem tudták egyetlen, laboratóriumokban ismert anyaggal sem azonosítani. Csak az 1940-es években sikerült Bengt Edlén svéd fizikusnak a koronavonalakat a nagyon sokszorosan ionizált, azaz a magas hőmérséklet miatt sok elektronjukat elvesztett vasatomok színképeivel megmagyarázni. Bár a korona hőmérséklete magas, ez csak a részecskék gyors mozgását jelenti, nagy ritkasága miatt a részecskék által hordozott összenergia csekély, így ha a napkorona kis darabját hőszigetelt edénybe lehetne helyezni, semmilyen sérülést sem szenvedne kezünk, ha abba bele-dugnánk. A korona hőmérsékleti sugárzása főleg a röntgentartományba esik, de a korona jól tanulmányozható a sokszorosan ionizált atomok színképvonalalaiban készült képeken is, amelyekben a fotoszféra fényessége csekély.

A napkorona magas hőmérséklete miatt a benne lévő atomok egy részének sebessége elérheti a szökési sebességet, annál is inkább, mert ez csökken a Nap felszínétől távolodva. A napkoronának ezért nincs felső határa, hanem fokozatosan átmegy a napszélbe, amely a Napból sugárirányban állandóan távozó néhány száz km/s sebességű részecskeáram. Ez az a fizikai közeg, amely a napaktivitás egyes jelenségeit közvetíti a Föld környezetébe is. A napszél betölti az egész Naprendszer, külső határát kb. 80-100 CsE-nél feltételezik.

A Nap sziderikus forgási periódusa 25,38 nap, a Földről nézve 27,27 nap. Nem merev testként, hanem differenciáltan rotál, vagyis a forgás az egyenlítőjén a leggyorsabb, így a pólusok közelében jóval tovább tart egy fordulat, hossza a Doppler-mérések szerint kb. 60 nap.

A Nap felszínéhez a földiéhez hasonló koordinátahálózat rendelhető. A felszínt az egyenlítőtől a pólusokig ($\pm 90^\circ$) szélességi, valamint Kelet-Nyugati irányban (0° - 360°) hosszúsági körökre osztjuk. A 0° szélességi kör értelemszerűen az egyenlítőhöz tartozik, a 0° hosszúsági kör rögzítése azonban egyezményes, hiszen a Nap felszínén nem lehet úgy rögzíteni egy vonalat, mint mondjuk a Földön a greenwich-it. Azt azonban meg lehet tenni, hogy a napfelszín átlagos szögsebességével forgó koordinátarendszert rendelünk a felszínhez, melyben (Carrington nyomán) a napkorong centrumán 1854. január 1-jén 0 óra UT-kor átmenő hosszúsági kört tekintjük nulladiknak. A helymeghatározáshoz az szükséges, hogy az észlelt napkorongra a lehető legpontosabban rá tudjuk illeszteni a Carrington-féle koordinátarendszernek a látóirányra merőleges síkra vett vetületét. Ezt három paraméter figyelembevételével tehetjük meg, melyek minden időpontra meghatározhatók.

- L: a fent említett egyezményes 0° hosszúsági körnek a centrálmeridiántól (CM) való szögtávolsága (a meridiánok azok a gömbi főkörök, melyek a forgási pólusokon átmennek, a CM pedig ezek közül az, melynek síkja a látóirányba esik, a CM-t tehát a pólusokon és a napkorong centrumán átmenő egyenesnek látjuk). Változásának kb. hónapos ritmusa van a Nap rotációja miatt.
- B: a Nap egyenlítői síkja és a látóirány által bezárt szög, másképpen kifejezve a Nap centrumának látszólagos heliografikus szélessége (vagyis az a szélesség, ahol a centrumot és a megfigyelőt összekötő szakasz metszi a napfelszínt). Mivel a földpálya $7,25^\circ$ -os szöveget zár be a Nap egyenlítőjével, ezért a B az év folyamán plusz és mínusz $7,25^\circ$ között változik, ugyanis közel fél évig az egyenlítői síktól délre, majd közel fél évig attól északra tartózkodunk.
- P: a földi észak-déli irány és a Nap forgástengelyének iránya által bezárt szög. Szintén éves váltakozása van a Föld keringése miatt.

A fenti L, B és P paraméterek értékei minden nap 0 óra UT-re megtalálhatók az aktuális csillagászati évkönyvben.

A Napot az teszi rövid időskálán is változékony égitestté, hogy anyaga plazma, ami azt jelenti, hogy jelentős részben töltött részecskékből áll. E töltött részek mozgásai, áramlásai mágneses tereket keltenek, melyek visszahatnak e mozgásokra. E folyamatok leírására a folyadékok és gázok dinamikájának elmélete nem elegendő, azokat az elektrodinamika Maxwell-egyenleteivel kiegészítve a magnetohidrodinamika (MHD) tárgyalja. A Napon működő sebesség- és mágneses terek folyamatosan zajló kölcsönhatásának jelenségeit nevezzük összefoglalóan **naptevékenységnek**.

A **Napfoltok** a naptevékenység legrégebben ismert jelenségei. A nyugodt napfelszín átlagos hőmérséklete 5785 K , azaz 6058°C , míg a mágneses tér 1 Gauss erősségű. Ezzel szemben a napfoltok nagyjából 1500°C -al hidegebbek, a mágneses térerősség pedig eléri a 3000 Gauss értéket. A foltok színe vörös, csak a nagy kontrasztkülönbség miatt látjuk őket feketének. Legsötétebb, egyben leghűvösebb részük a mag, más néven *umbra*. Az általában ezt körülvevő világosabb, szürkés, szálas szerkezetű rész a *penumbra*. A szálas iránya minden esetben radiális, vagy egy másik umbra felé mutat. A penumbrát ugyan úgy a mágneses tér hozza létre, csak itt látóirányunkra merőlegesek az erővonalak és ilyen irányú az anyagáramlás is. Az umbra szerkezete ezzel szemben szemcsés, az erővonalak itt látóirányunkkal párhuzamosak. A foltok legtöbbször csoportokban jelennek meg, melyek szabályos esetben két, ránézésre is jól

elkülöníthető részcsoportha oszthatók. A két részcsoporthat összekötő szakasz közelítőleg a rotáció érintőjének (a kerületi sebesség vektorának) irányába esik, ezért az elől haladó részt vezető-, a másikat követő résznek nevezzük. A foltcsoporthat élettartama az egy napostól a néhány (maximum kb. négy) hónaposig terjedhet. A penumbra körüli rész is rendszerint világosabb a fotoszféránál, kb. 0,5 penumbrányi átmérőig. Ez a *fáklyahaló*. Ennek pereme is szálasságot mutat. Fáklyamezők folt nélküli területen is láthatók, a foltok kifejlődésének előhírnökei ill. utódai is lehetnek. Észlelésükre a legmegfelelőbb a kalcium vonal. Ilyen színben (kék) a napfelszín sárgás fénye eltompul, és a fáklyák kékebb színe fényesebb marad, így a napkorong közepén is könnyen tanulmányozhatók.

Régi felismerés, hogy a napfoltok megjelenésének gyakorisága időben nem egyenletes, körülbelül 11 évenként maximumot mutat, ilyenkor egy időben akár húsz kisebb-nagyobb foltcsoporthat látható a napkorongon, míg a közbenső minimum-időszakban előfordul akár két hét is egyetlen folt nélkül. A napfoltciklust két csokor egyszerű szabály írja le: A *Hale-szabály* szerint 1.) a foltcsoporthat vezető és követő része ellentétes polaritású foltokat tartalmaz; 2.) egy adott ciklusban az egyik (pl. az északi) félgömbön mindig egy adott polaritás a vezető (pl. az északi) a másik félgömbön pedig a másik (tehát a déli félgömbön a déli polaritás); 3.) a következő 11 éves ciklusban az említett polaritásviszonyok megfordulnak. Így jön létre a Hale-ciklus, vagy 22 éves mágneses ciklus. A *Spörer-szabály* értelmében az aktív vidékek átlagos szélessége a napciklus során egyre csökken és a ciklus végére az egyenlítő közelébe ér. Minimum után az új ciklus foltjainak előfordulási helye a $\pm 30^\circ$ - 40° közötti heliografikus szélességeken van. Maximum idején szinte mindenhol lehetnek foltok $\pm 30^\circ$ között; a minimum felé közeledve a szélességek egyre csökkennek $\pm 5^\circ$ közelébe. Ha egy csoport tengelye keletkezéskor szöget zár be a Nap egyenlítőjével, megfigyelhető, amint a differenciális rotáció igyekszik a csoport tengelyét a forgási egyenlítővel párhuzamosra "állítani".

A nyugodt felszínen is észrevehetünk apró, sötét pontokat, a *granulákat*. Láthatóságuk feltétele a tiszta, nyugodt légkör és a legalább 8 cm-es távcsőátmérő. A granuláció a felszínre felérő "hőbuborékok" közötti hidegebb pontok sokasága, ahol a lehűlt anyag lefelé áramlik. A felfelé áramló (fényes) cellák általában hatszögletűek, határvonaluk sötétebb, csúcsaiknál vannak a granulák. Ezek területi növekedése adja a pörusokat, melyekből folt is keletkezhet. Élettartamuk 8-10 perc. A fényes rizsszemeket fáklya-granulációnak nevezik. Ezek is alkothatnak nagyobb területen csoportokat, ezek a szupergranulációkként ismert képződmények, melyek már 5 cm-es távcsővel is észlelhetők.

Egyéb jelenségek: *Flerek*: a napkitörések angol eredetű neve (eredetileg: flare). Látványos jelenségek, melyek során rövid idő – maximum egy-másfél óra – alatt igen nagy energia szabadul fel. A jelenség oka egy adott aktív vidék feletti olyan instabil mágneses konfiguráció, mely rövid idő alatt egy stabilabb formációba megy át, a gyors folyamat során felszabaduló energia pedig az adott térrészben lévő részecskék mozgási energiájává alakul. Ezek egy része azután „lefelé záporozik”, felfűti a kromoszféra (ritkábban a fotoszférát, ekkor keletkezik az ún. fehér fler, mely sokkal nagyobb energiájú és látható fényben is megmutatkozik), ami látványos felfénylést okoz, másik része pedig nagy sebességgel kifelé áramlik. *Fáklyák*: azon mágneses fluxuscsovek, melyek nem alkotnak nagy fluxussűrűségű napfoltokat, a fotoszférikus

áramlások hatására laza halmazokba állnak össze az ún. szupergranulációs cellák határai mentén. Az ilyen fluxuscso-együttesek a fotoszférában legjobban a napperem környékén látszanak a környezetüknél fényesebbnek (fotoszférikus fáklyák), a fölöttük lévő kromoszféra pedig a fluxuscsovek által szállított magnetohidrodinamikai hullámok révén kap járulékos fűtést, ezért fényesebb környezeténél (kromoszférikus fáklya). *Protuberanciák*: látványos, általában hídszerű alakzatok a korona kromoszféra feletti régiójában, csak adott hullámhosszakon, leginkább a hidrogén Balmer α vonalának hullámhosszán (656,28 nm) figyelhetők meg. A mágneses tér képes lehet arra, hogy a nem túl nagy sebességű plazmát megtartsa, és ez a fénylő plazma mintegy láthatóvá teszi a mágneses teret. A protuberanciák általában nyugodt alakzatok, akár hetekig is "élhetnek", de ha a plazma valahogy járulékos fűtést kap, akkor a stationárius állapot megszakadhat, ilyenkor lép fel a robbanó protuberancia jelensége. A napkorong előtt a környezetükhöz képest sötétebbnek látszanak, ekkor *filament*-nek nevezzük őket. Legtöbbször két különböző mágneses polaritású terület határán húzódnak. *CME-k*: a flerek látványos kísérőjelensége lehet a CME – Coronal Mass Ejection, magyarul korona-anyagkidobódás, régebbi nevén koronatránziens. A flerek folyamán végbement erővonal-átrendeződésnek olyan következménye is lehet, hogy az aktív vidék fölötti mágneses fluxuskötegek elszakadnak a felszínhez közeli részekről és szabaddá válva óriásira fúvódnak fel, majd nagy sebességgel eltávoznak a Naptól. A CME-k a naprendszer legnagyobb összefüggő alakzatainak tekinthetők. A felfúvódásnak az az oka, hogy az elszakadás után a fluxuskötegekben uralkodó mágneses nyomással és az erővonalak görbültsége miatti feszültséggel immár semmi nem tart egyensúlyt. Az alakzat egy olyan gigantikus buborékként képzelhető el, melynek összetartó ereje nem a felületi feszültség, hanem a mágneses tér. Egy átlagos CME-vel kidobott anyag tömege kb. egymilliárd tonna lehet, sebessége pedig 20 km/s-tól 1200 km/s-ig terjedhet.

A Nap mint amatőr megfigyelési téma

A Nap kutatásával az emberiség már igen régóta foglalkozik. Hosszú út vezetett a kínai szabadszemes foltmegfigyelésektől Galilei korszakalkotó távcsöves észlelésein át a mai, adaptív optikájú rendszerekig, vákuumtávcsövekig és a Napot figyelő űrszondákig. Központi égitestünk észlelése napjainkban egyre népszerűbbé válik az amatőrök között, és egyre többen fordítanak az eddiginél nagyobb figyelmet erre a területre. A Nap észlelése (az esztétikai élményen túl) tudományosan felhasználható adatokat is eredményezhet.

Hazánkban az amatőr napészlelés sokáig a fotoszféra fehér fényben történő megfigyelésére szorítkozott. Már ez is rengeteg munkalehetőséget biztosít, különösen ha figyelembe vesszük, hogy a nagy foltrendszerek pontos, valóságghű ábrázolása mennyi időt igényel. Az elmúlt években a hagyományos fotós technikák helyét szinte teljes egészében a digitális képrögzítés különböző eszközei és módszerei vették át. Ezen a téren már a kezdő amatőr is számos új lehetőség közül választhat. Egyre többen fordulnak emellett a H α megfigyelések felé, de az „otthon készített” eszközök – mint például a protuberancia-toldat – helyét egyre inkább átveszik a lassan már elérhető áron beszerezhető, minőségi tömegtermékek – léteznek kifejezetten az említett keskenysávú

megfigyelésekhez gyártott távcsövek, sőt binokulárok is, melyek más megfigyelésekre a beépített szűrő miatt azonban nem használhatóak.

A vizuális észlelés előnye a fotografikussal szemben az, hogy a nyugodt légköri pillanatok kihasználásával igen részletdús rajzok készíthetők, de nem elhanyagolható a rajzolással járó élmény, az elmúlt századok technikájának elsajátítása, megismerése, a tradíciók folytatása sem. A fotózás a vizuális észleléssel ellentétben nem olcsó mulatság. A hagyományos technikák esetén, a fotoemulzió és az előhívás költségei megterhelőek lehetnek, és nincs lehetőség „radírozásra”. A digitális technikák ezzel szemben csupán egyszeri befektetést igényelnek, és nagy szabadságot adnak a megfigyelőnek. Az észlelési idő – a technika összeszerelését és az esetleges észlelőhelyre való kitelepülést leszámítva – a rajzolás töredéke lehet, kellő technikával szinte ugyan olyan részletesség érhető el, a rossz képek egy mozdulattal törölhetők és a rögzített kép tökéletesen objektív és nagyon precízen kimérhető.

A Nap megfigyeléséhez valójában bármilyen (természetesen kizárólag valamilyen fénycsökkentő eljárás mellett) csillagászati távcsővel hozzáfoghatunk, csak ha valaki nagyon komolyan, legalább félprofesszionális szinten szeretne központi csillagunkkal foglalkozni, akkor érdemes kifejezetten naptávcső beszerzése, építése. A speciális naptávcső fókusza igen hosszú, míg fényereje kicsiny: $f/15$ és $f/50$ közötti. Az átmérő 20 cm körüli értékben maximálható, mivel ennél nagyobb nyílás esetén a légköri mozgások "elviszik" azt a pluszt, amit az átmérő további növelése révén nyernénk. Ha gyári optikához jutunk, akkor jóformán nincs is gondunk, mivel ezek minősége megengedi a jelentős fókusznyújtásokat. A házi készítésű tükröket azonban célszerűbb eleve hosszú fókuszúra csiszolni, mert a meglévő fókusz már nemigen lehet nyújtani! Gyári tükrőnél általában az optikai minőség megengedi a 2-3-szoros nyújtást.

A minőségi észlelés alapkövetelményei: jó műszer, gyakorlottság (ez sok megfigyelés után automatikusan "létrejön"), biztonságos fénycsökkentés és a nyugodt észlelési körülmények. Ha a fentieket sikerült megvalósítani, akkor már neki is kezdetünk a napmegfigyelésnek. Nemcsak a foltok közelítő helyzetét kell lerajzolni, hanem minden észlelhető jelenségre is ki kell térni! A penumbraák száma, pontos alakja, az umbrákhoz viszonyított nagysága épp olyan fontos, mint a pórások elhelyezkedése, vagy a fáklyamezők jellemzőinek feljegyzése. Adatainkat mindig azonnal, még a távcső mellett rögzítsük – rajzban és írásban (megjegyzések, stb.) egyaránt! Bonyolultabb foltcsoportok és fáklyák sajátmozgását óránként végzett megfigyelések sorozatával követhetjük nyomon, de a Secchi-jelenségek tanulmányozása vagy a "flerszolgálat" már a fotoszféra szinte szünet nélküli, folyamatos pásztázásából áll! Ez különösen a nagy aktív területek maximális fejlődési fázisa körül lehet hasznos. Ekkor ugyanis az átlagosnál jóval nagyobb esélyünk van a sikerre, azaz egy rendellenes jelenség észlelésére! Érdekes és fontos feladat lenne a pórusból kialakuló folt végigkövetése. A több umbrából álló foltok egyes umbrái vörös színűek, világosabbak, folton belüli fényes területek zöldes árnyalatúak. Az umbrák forgása, átrendeződése, elhalása és születése lenyűgöző élmény és értékes megfigyelés. Hasonlóan érdekes feladat lehet még H α -ban a korong pereme felett megjelenő protuberanciák megfigyelése, időbeli lefolyásuk végigkövetése, avagy a korong előtt megfigyelhető filamentek változásának vizsgálata. E megfigyelésekhez az elszántság mellett sok szabadidő is kell, de kárpótol a tudat, hogy folyamatában megfigyelhetjük Napunk "működését".

Szabadszemes napfoltmegfigyelés

Mint az köztudott, az emberek már a történelem előtti időkben, majd az ókorban is nagy figyelmet fordítottak a Nap mozgásának megfigyelésére – ez főleg vallásos és naptártudományi okokra vezethető vissza. Először erre a célra épültek monolitikus építmények, árnyékvetők, majd később szögmérő kvadránsokkal rendelkező megfigyelőhelyek. Az itt végzett rendszeres megfigyelések eredménye lett (bár nagy valószínűséggel már a jégkorszaki, vagy bronzkori ember is láthatott napfoltokat, mikor a Nap alacsonyan volt a horizont felett, vagy párán, felhőkön át látszott) az általában csak szórvány napfoltleírás – az első ismert feljegyzés Arisztotelész egyik tanítványától, Theoszfrasztosztól származik, az i.e. 4. századból. A megfigyelésekre utal a Nap egyiptomi időkben kialakult jele: ☉. Sajnos Európában „Arisztotelész makulátlan égi tüze terjed el”, így nagyon kevés távcső előtti megfigyelés született. A Távolkeleten egész más helyzet uralkodott, Kínából, Koreából és Japánból rendszeres feljegyzések maradtak fenn – az első megfigyelést i.e. 165-re datálják, mely után további 235 foltról van említés, esetenként részletes leírás is (égi jelek, madár, vagy valamilyen betű megjelenése a Napban).

Természetesen a szabadszemes megfigyelés nem jelenti a szűrők mellőzését, a biztonságos megfigyeléshez 12-13-as MOM hegesztőüvegek, a napfogyatkozásról megmaradt szemüvegek vagy távcsövünk napszűrője használandó (a fotografikus szűrők nem megfelelőek!).

Fontos szempont még, hogy egy szabadszemes megfigyeléshez nem kell észlelőparkunkkal kitelepülni, elég előkapni a megfelelő szűrőt, pár pillantást vetni a korongra, az adatokat feljegyezni, és ez után akár már folytathatjuk is addigi tevékenységünket. Így ez a terület azoknak is ajánlható, akik nem szeretnének bonyolult – ámde látványos – foltcsoportok részletrajzolásával foglalkozni, mégis érdeklődnek valamennyire a Nap aktivitása iránt.

Szabad szemmel a Nap 0,5° átmérőjű korongnak látszik az égen, jó szemű megfigyelő könnyen megláthatja rajta a nagyobb foltokat, azonban a kisebbeket már csak gyakorlott szemmel fedezhetjük fel. Az emberi szem felbontóképessége megközelítőleg 1 ívperc – nagyjából két ilyen távolságra lévő objektumot képes még különválasztani egymástól. Ebből adódóan ideális körülmények között az 1'-nél nagyobb kiterjedésű foltok alakját is meg lehet figyelni, ám ez nagyban függ az umbra-penumbra arányától, a penumbra intenzitásától és a légköri körülményektől, ugyanis a nyugtalan légkör „elkeni a kontrasztokat”. Természetesen ennél jóval kisebb (10"-12"-es) foltokat is meg lehet pillantani, ha eléggé koncentráltak az umbráik.

A legtöbb szabadszemes foltot napfoltmaximum idején láthatjuk, ekkor nem ritka, hogy egyszerre 1-6, vagy akár 7-8 aktív területet is megpillanthatunk távcső nélkül. Napfoltminimum környékén ez a szám alig éri el az évi 5-10 darabot. Fontos tehát a negatív észlelések (mikor nem látunk egy foltot sem) lejegyzése is.

A megfigyelőlapról: az A4-es lap egy egész havi aktivitás végigkövetésére szolgál, értelemszerűen a bal felső sarokba kell írni az aktuális év és hó számát, az észlelő nevét, az észlelés helyét, a használt szűrőt, illetve ha az észleléseket mindkét szemünkkel végeztük, húzzuk alá az ennek megfelelő részt. Magát a megfigyelést leg-

jobb a Nap delelése környékén végezni, mert ekkor a legkönnyebb megbecsülni az irányokat (É – mely ekkor pont „felfelé” látszik – az észlelőlap rajzain a megfigyelés időpontjától függetlenül fent legyen!). Jelöljük a foltok méretét (Ó – óriási: kiterjedés, alak is megfigyelhető, N – nagy: nehézség nélkül, jól látható, K – kicsi: alig, vagy nehezen látható), és ha egyéb megjegyzésünk is van, (diffúzság, szín, alak) akkor számozzuk meg a kérdéses foltot, és az észlelőlap túlsó oldalára írjuk dátummal jelölve észrevételeinket. A negatív észlelést üresen hagyott koronggal jelezzük (a megfigyelés időpontját ilyenkor is kéretik feltüntetni), míg ha valamelyik napon nem észleltünk, satírozzuk át, vagy húzzuk ki a megfelelő korongot.

Felmerülhet a kérdés, vajon Napunk hány tulajdonságát deríthetjük fel ezzel az egyszerű módszerrel. Egy-két napos vizsgálódás után már jól megfigyelhető, hogy a foltok nem maradnak egyhelyben, hanem elmozdulnak keletről nyugat felé, megmutatva ezzel a Nap tengelyforgását és annak irányát. Néhány hónapos megfigyelés után ennek napokban kifejezett hosszát is kiszámolhatjuk, ha elég pontosak a rajzaink. A foltok mozgása a korong közepén a leggyorsabb, a széle felé pedig egyre lassul a perspektivikus torzítás miatt. Egy nagyobb méretű szabadszemes napfolt általában a keléstől a nyugvásig 8-10 napon keresztül figyelhető meg. A kisebb foltok a peremsötétedésnek köszönhetően általában csak rövidebb ideig láthatóak. Egyes óriási méretű foltok esetében a napfoltok életébe is bepillantást nyerhetünk. Megfigyelhetjük növekedésüket, alakváltozásukat, vagy éppen szétesésüket, eltűnésüket. Egy-két évi megfigyelési anyag birtokában már feltűnhet, hogy a napfoltok haladási iránya nem mindig párhuzamos a földi kelet-nyugat iránnyal, vagy másképpen megfogalmazva, a Nap észak-dél irányú tengelye "billeg" a földi észak-dél irányhoz képest. Több éves, évtizedes megfigyelés-sorozattal a Nap rejtélyes, periodikus aktivitásváltozását, a napfoltciklust is nyomon lehet követni. Ezt jól mutatja a napfoltok számának változása (a napkorongon egyszerre látott foltok száma, vagy a havonta, évente látott foltok száma), de a foltok naprajzi szélességének csökkenése illetve növekedése is a pillangódiagramnak megfelelően.

Távcsöves megfigyelés

A napészlelési nyomtatvány (észlelőlap) kitöltése

Az amatőr napészlelő legfontosabb tevékenysége a fotoszférarajzok (avagy fotók, de erről később) készítése. Ennek a munkának a megkönnyítésére külön napészlelési nyomtatványt vezettünk be, mely az előrerajzolt korongsablon és a szükséges adatok feltüntetése révén egyrészt megkönnyíti a napészlelők munkáját, másrészt egységesíti, s ezáltal könnyen feldolgozhatóvá teszi a megfigyeléssorozatokat. A mindenkori észlelőlap letölthető a szakcsoport honlapjáról, vagy a rovatvezetőtől kérhető.

A lap jobb felső részén egy 109 mm átmérőjű kör van, kerülete mentén öt fokoskénti beosztással. Ezen fel kell tüntetni az égtájakat (É-K-D, a nyugati irány rögzített, az észlelőlapot forgassuk úgy el, hogy a látott és az adott irány egybeessen), s be kell jelölni a foltok helyzetét. Ez azonban ne egy "x" jel odabiggyesztésével történjék, hanem törekedni kell a mérethűségre, s az egész foltot vagy foltcsoportot ki kell rajzolni! Egy-egy folt akkora helyet fedjen le a korongon, amint az a Napon valóban látszik.

NAPÉSZLELÉS

Dátum: 2004. év 07. hó 20. nap
Idő (UT): 07h 14m

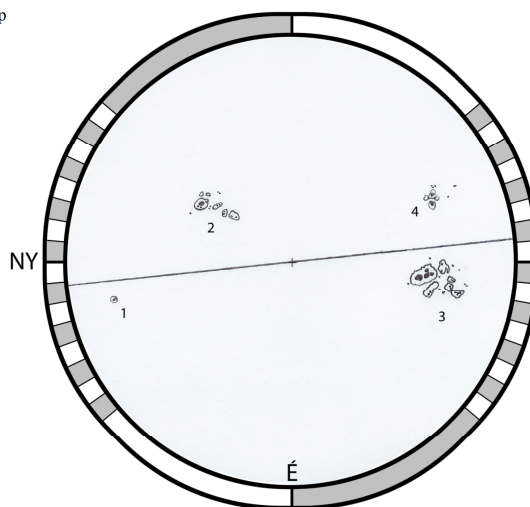
Műszer: 130 / 780 L
 Nagyítás: 31,2 x
 Szűrő v. egyéb: Herschel-pr.

Légköri nyugodtság: 7
 átlátszóság: 4

Csoportok száma: 4
 Foltok száma: 49
 Fáklyamezők száma: 0
Relatívszám: k x (89)

Észlelő: PÁPICS PÉTER
 Lakhely: Budapest
 Észlelés helye: Ágasvár

P_o: 5,95
 B_o: 4,83
 L_o: 31,18



Részletrajzok, megjegyzések:
 (130x)

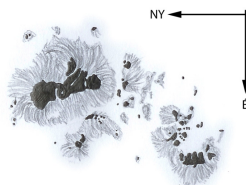
A 3-as AA szabadszemes

PU intenzitások:

1,	2
2,	3
3,	3
4,	2

Csoportok típusa:

1,	J
2,	E
3,	F
4,	D



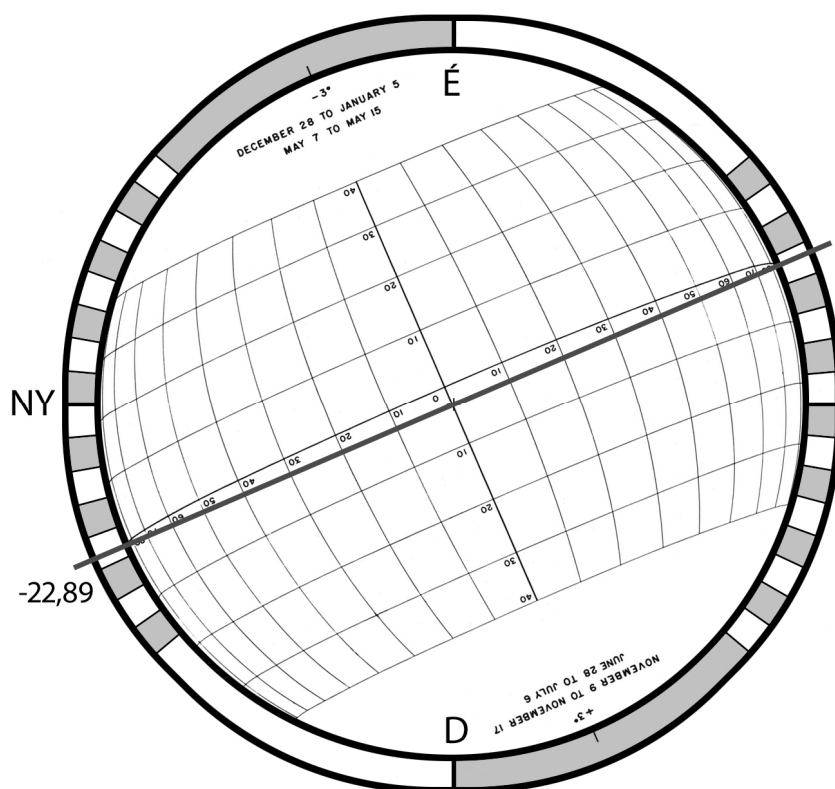
Magyar Csillagászati Egyesület – Napészlelő Csoport

Pápics Péter rovatvezető – Cím: 1131 Budapest, Menyasszony utca 75. – E-mail: papics@elte.hu – Tel.: 06-70-5572096

Egy helyesen kitöltött észlelőlap

A napfoltciklus maximuma környékén, ha egy foltcsoport nagyon bonyolult, akkor a körben elég a nagyobb, markáns umbrákat mérethűen lerajzolni, valamint a csoport kiterjedését ábrázolni, majd a legapróbb pórúszók lerajzolására a részletrajzban kitérni. Rajzoláshoz kiválóan megfelel a Rotring 0,5 mm-es ceruza.

A korong peremén bejegyzett fokos osztásokkal való centrálmeridián-meghatározás főleg a projekciós megfigyelések alkalmával jut szerephez, vagy okuláron át történő szátkeresztes pozíciómérésnél, de ezt lehet alkalmazni a vizuális megfigyelésnél is. A módszer a következő: a Meteor csillagászati évkönyvből az adott napra meghatározzuk a Nap centrálmeridiánjának a földi É-D irányhoz viszonyított, P_0 -lal jelölt dőlésszögét. Ez akkor pozitív, ha a Nap centrálmeridiánjának északi fele K felé hajlik el a földi É-D iránytól.



Szemléletes példa az É-D és a heliografikus É-D eltérésére

Egy példa: 2004. május 7-én a $P_0 = -22,89^\circ$. A szélén tehát a $-22,89^\circ$ -os osztásokat kötjük össze halványan ceruzával majd a projekciónál úgy állítjuk be a lapot, hogy (az esetleg működő órágép kikapcsolása után) a foltok és maga a Nap is (a Föld forgása

következtében) az észlelőlapon feltüntetett NY-i irány felé haladjanak. Ez esetben a ceruzával behúzott vonal megadja a helyes heliografikus K-Ny-i irányt, tehát az észlelőlap erre van tájolva.

Az É-D-i irányt külön is jelöljük be, ez ugyanis különböző okulárokkal és különböző vetítési módokkal másként alakul (l. később)! Érdemes felírni a korong mellé a B_0 -lal és L_0 -val jelölt mennyiségeket is, (ez a napkorong középpontjának heliografikus szélességét és hosszúságát jelenti.) mely megkönnyíti a feldolgozó munkáját.

Az aktív területek számozása Ny-ról K felé arab számokkal történjék, míg a fáklyákat római számokkal jelöljük.

Rövidítések

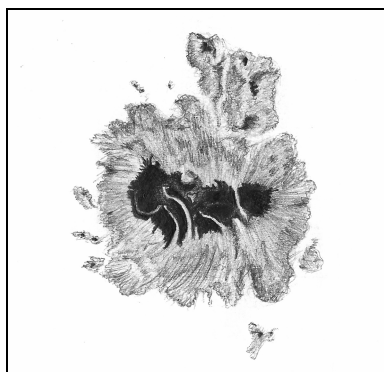
Az alábbiakban felsorolunk néhány rövidítést, amely az anyag további részében és a Meteorban megjelenő havi feldolgozások során gyakorta előfordul:

AA:	Aktív terület (Active Area)
AC:	Aktivitási centrum
MDF:	Közepes napi gyakoriság (Mean Daily Frequency)
CM:	Centrálmeridián
PU:	Penumbra
U:	Umbra
UT:	Universal Time (KözEI-1, nyári időszámítás esetén KözEI-2)
MC:	Makszutov-Cassegrain távcső
SC:	Schmidt-Cassegrain távcső
SN:	Schmidt-Newton távcső
L:	Lencsés távcső (refraktor)
T:	Tükrös távcső (reflektor)
pr:	Projekciós észlelés
v:	Vizuális észlelés
r:	Részletrajz
fA:	Fotografikus észlelés (papírkép)
fD:	Fotografikus észlelés (digitális: webkamera, digitális fényképezőgép)
CCD:	CCD-kép
H α :	H α észlelés
tá:	Táblázatos adatok
sz:	Szabadszemes észlelés

Az észlelőlap bal felső részén egymás alatt szereplő rovatok mindegyikét pontosan ki kell tölteni, ha azt akarjuk, hogy a megfigyelés teljes értékű legyen. Az időt (az észlelés közepét) perc pontossággal adjuk meg UT-ben; a légköri nyugodtságot 10, az átlátszóságot 5 fokozatú ALPO-skálán való becsléssel határozzuk meg, s írjuk a lapra.

A **relatívszám** megállapításánál csak a zárójelen belülre kell írunk, mégpedig a következő módon számított értéket: jelölje G a csoportok, F pedig a foltok számát, ekkor a keresett eredmény = $10G + F$. Tehát a relatívszám, $R = k \times (10G + F)$. Itt a k egy a távcsövünkre jellemző korrekciós tényező, melyet a hivatalos napfoltszám és saját eredményeink hosszú távú összevetéséből számolhatunk ki, de amatőr szinten nem használjuk.

A lap alsó része a részletrajzok számára van fenntartva. Egy-egy foltot kb. 2-3 cm-es méretben rajzoljunk le, jelölve az intenzitásokat és az égtájakat. Minden rajzot kerekezzünk be, s írjuk alá a megfigyelés végének időpontját UT-ben. Ajánlatos a használt nagyítást külön is feltüntetni, főleg akkor, ha a részletrajzot más nagyítással készítjük, mint az általános korongrajzot! Ha egy alkalommal ugyanarról a foltról több rajzot is készítünk, akkor ezek egymás mellé kerüljenek, balról jobbra haladva, vagy pedig egymás alá.



Kiss Péter részletrajza (2004.07.19.)

A **részletrajzoknál** az umbrák és pórusok feketék, a penumbrák üresek, vagy a szálszerkezetet rotring ceruzával rajzolva szürkék (de semmiképpen sem párhuzamos vonásokkal satírozottak), a fáklyák és halók pedig lehetőleg színesek legyenek (pl.: piros). A fényléseket sárgán kell színezní, peremüket rajzoljuk meg apró, szaggatott vonalakkal. Ha a lap alsó része nem elég egy nap megfigyelései számára, akkor a munkát a túloldalon lehet folytatni.

Rendellenes jelenségnél vagy gyors lefolyású mozgások tanulmányozásánál a rajz alá készítsünk szöveges leírást, megjegyzéseket.

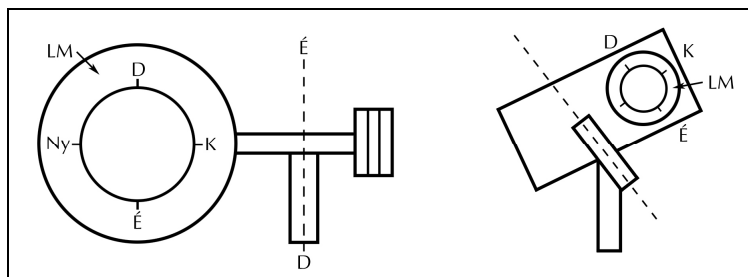
Az eredeti vagy első rajzokat nyugodtan át lehet másolni a nyomtatványokra, mert ez a rajz minőségét különösebben nem befolyásolja. Ha a Nap inaktív, akkor egy adott hónap összes inaktív dátumát egyetlen észlelőlapra felírva kell beküldeni.

Az észleléseket mindig szigorúan **a következő hónap hatodikáig** kell eljuttatni (feladni) a rovatvezető címére, mely az észlelőlapon is fel van tüntetve. A beküldés történhet postai úton (rajzok és papírképek) vagy az interneten keresztül (digitális képek, vagy minimum 300 dpi felbontású scannelt észlelések). Az elektronikus úton történő továbbítás esetén ne törekedjünk a minél kisebb file-méretekre, az internet sebességének rohamos növekedése már ma is lehetővé teszi, hogy tömörítetlen képeket küldjünk – azaz pl. a jpg tömörítés minősége 100% (de minimum 90%, lehetőség szerint pedig 95% fölött) legyen, ezt egyes szoftverekben – mint az általánosan ismert Photoshop verzióiban is – a kép mentésénél egy 1-től 12-ig terjedő skálán állíthatjuk be; itt ne menjünk 10-es érték alá. Figyeljünk oda, hogy a beküldött file neve minden esetben így nézzen ki: *nap_2005_0729_0921_papicspeter.jpg* (itt az első rész az objektumunk, a következő számhármass az év, hónap és nap, valamint az észlelés időpontja UT-ban, végül az utolsó rész az észlelő neve ékezetek nélkül, egybeírva). A képek file-formátuma lehet tiff, jpg, és psd.

Az É-D-i irány helyes beállítása

Egy értékelhető korongrajz elkészítésének elengedhetetlen feltétele a pólusirány helyes bejegyzése, vagyis az észlelőlap üres korongjának helyes tájolása. Ezzel állapít-

juk meg ugyanis az aktív területek sorszámát, hosszúsági és szélességi körét, s a sajátmozgásokat is. Ha 5-6 nap különbséggel készített rajzainkon a foltok 2°-os hibán belül azonos szélességen vannak, akkor elmondhatjuk, hogy kielégítő pontossággal tájoltunk!



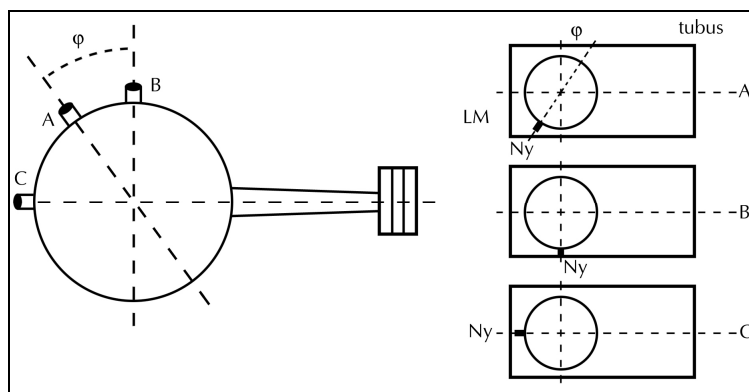
Égtájak a távcsőben

A K-Ny-i irány kijelölésére többféle módszer áll rendelkezésre, s mindenki kiválaszthatja a számára legpraktikusabbnak tűnőt. Ha a használt távcső parallaktikus német vagy pedig villás szerelésű, először állítsuk a rektatengelyt közelítőleg az északi pólus irányába. Ekkor ugyanis tengelyeink megközelítőleg párhuzamosak lesznek az É-D-i, illetve a K-Ny-i iránnyal.

Ezután hozzákezdhetünk a tulajdonképpeni tájoláshoz, az alábbi módszerek valamelyikét használva:

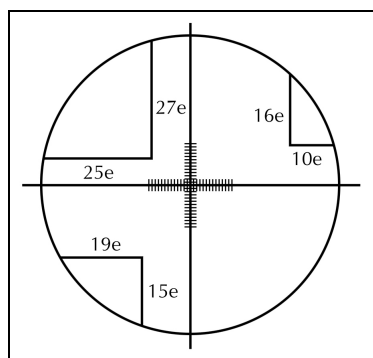
1. Az okulár látómezejébe állítjuk a napkorongot, és megfigyeljük, hogy milyen irányban kúszik ki belőle. (A művelet elvégzésének idejére távcsövünk óragépét kikapcsoljuk!) A látómezőből távozó kis foltok Ny-i irányban mozognak el, s így mozgásuk iránya máris kijelöli a K-Ny vonalat. Erre merőleges az É-D-i irány. A módszer kb. 10 fokos pontosságú becslést tesz lehetővé.
2. Ha sikerül szátkeresztes okulárhoz jutni vagy ilyet készíteni, az előbbi módszert finomítva 2-5 fokra pontosíthatjuk a pólus helyzetének meghatározását. Talán ez a módszer a legkönnyebb és a leggyorsabb az összes közül.

Lencsés távcsőnél a deklinációs tengellyel, tükrös műszernél a tubus hossz tengelyével állítsuk párhuzamosan az egyik szálát. (Tükrös távcsőnél fontos tényező az okulárkihúzat helye a deklinációs tengelyhez viszonyítva. Ennek hatását a következő ábra szemléletesen mutatja be.)



Az okulárkihúzat helyzete és az égtájak változása Newton-távcsőnél

Kisebb igazításokkal, egy-egy foltnak a fonálon két-háromszori végigengedésével már kielégítő pontossággal megkapjuk az égtájak irányait. Az okulár szátkeresztjének metszéspontját a Nap középpontjára állítva, az okulárkereszt osztásainak törtrészeiben közvetlenül leolvasható egy-egy folt vagy csoport helyzete. Ezeket az értékeket lineáris adatokra átszámolva a foltok helyzetét nagy pontossággal tudjuk bejelölni a korongrajzon is (ábra). Ha nem akarunk számolgatni, a projekcióval egyenértékű adatokat szolgáltat a szátkeresztes foltpozíció-meghatározás, melyet Fazakas József módszeréből fejlesztettünk tovább (lásd a Pozíciómérés szátkeresztes okulárral c. részt).



Mérés osztott szátkereszttel (e = egység)

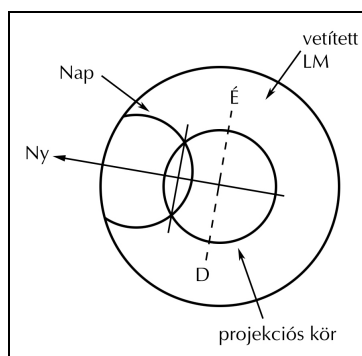
A Föld pályamenti mozgása miatt a napkorong átmérője elég jelentős mértékben változik. Télen és nyáron újra kell kalibrálni szátkeresztünket, mert pl. a 33 egységes szálon az eltérés 1 egység. Ha a szátkereszten a Nap átmérőjére kapott hosszúságegységek számát felírjuk, majd az 1.393.960-et elosztjuk az egységek számával, megkapjuk, hogy távcsövünkben egy osztás hány km-nek felel meg a Nap felszínén. (Figyelem: ez egy közvetlenül km-t eredményező, egyszerű mérési mód!) A Nap gömb alakja miatt a csoportok valós méretére csak a korong központi vidékén kaphatunk helyes, avagy közelítőleg helyes értéket. A foltok átmérőjét a peremnél is mérhetjük az É-D-i szálon.

3. Projekciónál az alapelv lényegében ugyanaz: az ernyőre rajzolt K-Ny-i vonalon addig "sétáltatunk át" egy foltot, míg az pontosan végig nem halad a vonalon. Mivel ez első próbálkozásra általában nem sikerül, az észlelőlapot addig forgatjuk körbe, míg a kiválasztott folt ténylegesen végig nem megy az egyenlítőn. A helyes tájolás után fedésbe hozzuk a lapon levő üres kör középpontját a kivetített

kép középpontjával, s ezután kezdhetjük is a rajzolást. A rajzoláskor persze már be kell kapcsolni az óragépet, vagy finommozgatással folyamatosan követnünk kell a Napot, hogy a foltok helye a valóságos pozíciónak megfelelő helyen legyen.

Más, bár hasonló megoldás, amikor hagyjuk, hogy a kivetített napkorong a kör közepéről indulva részben elhagyja a sablon kontúráját (ami bárhogy be lehet állítva), majd a szélek metszési pontjait egyszerre berajzoljuk. Az így kapott két metszésponton át húzott egyenes É-D irányú, a rá merőleges pedig K-Ny-i tájolású.

4. Fotografikus megfigyeléseknél a fenthez hasonló módon járunk el. Lényeges eltérés, hogy a szabályozást nem kell mindig újra és újra elvégezni. Elég, ha egy alkalommal beállítjuk a megfelelő helyzetet, majd a használt közgyűrűk és adapterek egybejelölésével a későbbiekben mindig csak ezt a helyzetet reprodukáljuk. Vigyázzunk arra, hogy a gépet véletlenül se fordítsuk el 180 vagy 90 fokkal a tubushoz képest! A helyes beállítással exponált negatívok mindig azonos tengelyűek lesznek, ami kiértékelésüket nagyban megkönnyíti.



Égtájak meghatározása projekciónál

Az égtájak változása különböző észlelési módok esetén

A megszokott irányok felcserélődésének oka az optikai törvényekben keresendő. Attól függően, hogy milyen típusú optikai rendszerrel vagy megfigyelési módszerrel dolgozunk, az égtájak látómezőben elfoglalt helyzete mindig más és más. Az észlelési típusok szerint a következő fő iránytípusokkal találkozhatunk:

1. Szabad szemmel vagy Galilei típusú távcsővel végzett megfigyelés: az égtájak a valóságos helyzetnek megfelelően helyezkednek el, azaz É van felül, D alul, K balra, Ny pedig jobbra.
2. Csillagászati távcsőben az előzőhöz képest fordított képet kapunk: D van fenn, É lenn, K jobbra, Ny pedig balra.
3. Okulárprojekcióval végzett megfigyeléskor É van fenn, D lenn, K jobbra, Ny pedig balra.

Fényképezésnél két lehetséges esetünk van: ha a primér fókuszban dolgozunk, akkor a negatívon (chipen) az 1-es pontban leírthoz hasonló tájolású negatívot (képet) kapunk. A másik lehetőség, hogy okulárprojekciót alkalmazunk, ekkor a negatívon (chipen) kapott kép a 3-as ponttal lesz azonos. Ha Herschel-prizmával fotózunk, akkor a 3-as pont érvényes. Newton-távcsövekkel az okulárprojekció szintén a 3-as pontnak megfelelő irányokat adja. Digitális utómunkával, vagy a nagyítás során az

égtájak tetszőlegesen megcserélhetőek, lehetőség szerint törekedjünk az 1-es pontban leírt irányok elérésére.

Az okulárkihuzat helyzete természetesen mindenkor befolyásolja a természetes helyzethez képest elfoglalt "fenn" ill. "lenn" állapotokat. Mindenfajta megfigyelésnél alkalmazható egyszerű és megbízható iránymeghatározás a következő: ha a rektaszcenziós finommozgatással vagy durva állítással eltoljuk a csövet Ny-ra, akkor az objektum a látómező keleti peremén távozik, míg a deklinációs tengely mentén É-ra mozgatva a csövet az objektum a látómező déli peremén távozik (feltételezve, hogy a rektaszcenziós tengely pólusra van állítva). Ha mechanikánk nem ekvatoriális, vagy nem vagyunk pólusra állva, akkor egyszerűen figyeljük meg a Nap mozgását a látómezőben – a mozgás iránya ugyanis pontosan a kelet-nyugati irány!

Pozíciómérés szálkeresztes okulárral

Az alábbiakban ismertetjük Fazakas József és Iskum József mérési módszerét.

Először megmérjük, hogy a szálkeresztben hány osztás átmérőjű a napkorong. Fehér papírra (tussal) rajzoljunk egy 109 mm átmérőjű kört. Milliméterpapír segítségével – esetleg ablaküvegen keresztül – olyan osztású hálóval kell ellátni a 109 mm átmérőjű kört – ha lehet, szintén tussal kihúzva –, ahány osztás átmérőjűnek látszik a napkorong. Ha ezt az észlelőlap alá helyezzük, akkor gyengén átlátszik azon.

Az elhelyezés módja. A P_0 -t a Meteor csillagászati évkönyvből meghatározzuk, majd az észlelőlapon lévő korong szélén az osztáson bejelöljük a $\pm$ iránynak megfelelően. É-K között, valamint D-NY között van – jel, É-NY között valamint D-K között + jel.

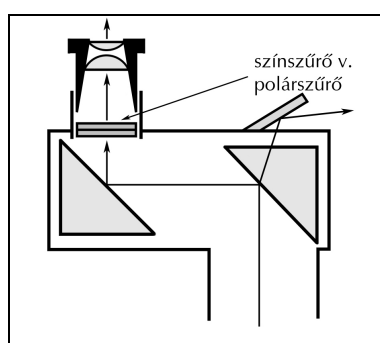
A hálót úgy tesszük az észlelőlap korongja alá, hogy az osztás párhuzamos legyen a P_0 által bejelölt iránnyal, és a középpontok fedjék egymást. Ezt a helyzetet rögzítsük gemkapoccsal!

A távcső beállítása. A fix felállítású távcsöveknél nincs sok vesződés, de ha naponként elmozdítjuk a távcsövet, ezt is beállíthatjuk 1-2 perc alatt a pólusra. Az okulár szálkeresztjét párhuzamosra állítjuk a deklinációs tengellyel, ha a pólusra van állítva a távcső, a Nap mozgása párhuzamos lesz a szálkeresztrel (ábra). (Rossz beállításnál addig kell mozgatni az állványt azimutban, míg a Nap pereme végig nem sétál a vonalon.) Ekkor a RA finommozgatást ide-oda tekergetve sem mehet le a napperem a vonalról. Akkor jó a beállítás, ha a rektaszcenziós finommozgatás és a sajátmozgatás is párhuzamos a vonallal.

A lap és a távcső együttes használata. A szálkeresztet ráállítjuk a Nap közepére, hogy É-ra és D-re azonos legyen az osztások száma. RA-val mozgatva az É-D-i szálát ráállítjuk az első foltra (foltsoportoknál a vezető és követő foltra külön-külön mérve). Ekkor leolvassuk, hogy a középponttól hány osztásra van É-ra vagy D-re, és a szálkereszt középpontja hány osztásra van a napperemtől a K-Ny-i szálon. Az észlelőlapon áttetsző hálón ugyanígy visszakereshető a folt helye, és be lehet pontosan jelölni a korongra. PU-átmérőt szintén az É-D-i szállal mérünk. Érdemes egy-egy folt megmérése után újra középre állni (RA-val), nem mozdult-e el a deklináció. Ha igen, korrigáljuk. A pozíció kiméréséhez kimérő hálót alkalmazva ezzel a módszerrel $\pm 1^\circ$ pontosság érhető el.

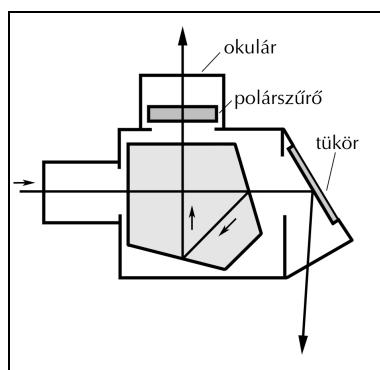
Fénycsökkentő eljárások

Napmegfigyelésnél a csillagászatban szokásos problémának (vagyis hogy kevés a fény) éppen az ellenkezőjével találjuk magunkat szembe: túl sok a távcsőbe jutó fény és hő! Ennek kiküszöbölésére fénycsökkentő eljárásokat kell alkalmazni, melyeknek számos válfaja ismeretes. A legfontosabb és egyben legegyszerűbb eljárás, hogy viszonylag kis fényerejű ($f/10-50$) műszereket alkalmazunk. Ez már eleve csökkenti a



Brandt-féle napokulár

a legjobb eredményt adják az összes használt eljárás közül. Bármely eljárásra általános érvényű, hogy ha a Nap képe kellemetlenül világos, akkor a szűrőnk nem megfelelő! A nagyon vékony, párhuzamosan csiszolt, plánpáralel üveglemezre vagy polietilén fóliára vitt alumíniumgőzölés egyidejűleg kielégítő szűrést, jó áteresztési karakterisztikát és megfelelő fényerőt biztosít. Üveg objektív-szűrők a Zeiss SFO szűrők, melyek átmérője 63, 80 ill. 100 mm. Szerkezetük: két plánpáralel üveglemez belső felülete króm-gőzöléssel van ellátva. Ennek színezete növeli a képkontrasztot és kel-



Herschel-féle napprizma

fokális fényintenzitást. Tükör esetén a felület be nem alumíniumozása is jó szolgálatot tesz, ha pedig segédtükörünk is tükröző felület nélküli, akkor $f/20-25$ körüli fényerőnél már egészen enyhe, füstszürke okulászűrő is elegendő fénycsökkentést biztosít ahhoz, hogy belenézhezzünk az okulárba. A következő két ábrán bemutatott Brandt-féle napokulárral és pentaprizmával (Herschel-prizma) saját fényében figyelhetjük a jelenségeket.

Ha távcsövünk nem speciálisan napészleléshez készült, akkor más megoldást kell keresnünk. Jól bevált módszer az egész objektívet letakaró, megfelelő gyengítő hatású napszűrők alkalmazása. Ezek messze leggyakrabban a szemnek is, nátriumsárga színű. Házilag készítve (fémgőzöltetve) kb. 100 nm vastagságú krómréteget kell felvinni, így neutrális hatású szűrőnk lesz. Hideg gőzben ezt két lemezre (felületre) kell felvinni, mert kb. 50 nm-es vastagságnál a króm már felpattogzik. Ugyanazon üveg két oldalát csak szigorúan plánpáralel felületnél gőzöltessük, különben szellemképet kapunk. A nem plánpáralel üvegeknél akkor is fellép a szellemkép, ha csak egy réteget vonatunk be, csak halványabban jelentkezik.

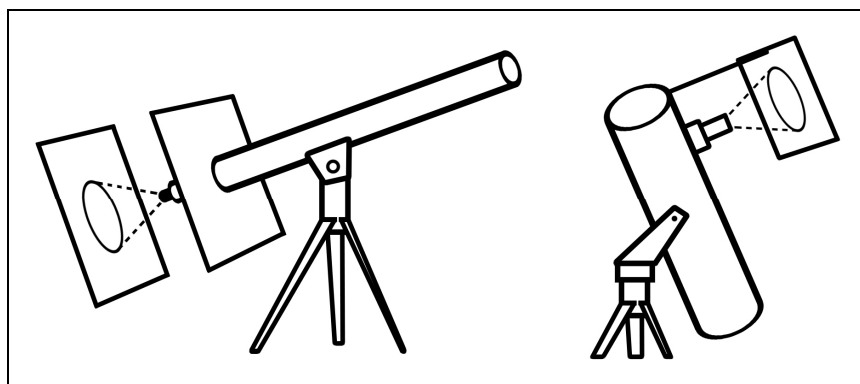
Színszűrőre gőzölve színezhettük a képet, szemünk vagy a film színérzékenységének megfelelően. A világszerte elterjedt Solar-Skreen, Mylar és Baader AstroSolar típusú

napszűrők olyan speciális fóliák, melyek összetételükből adódóan a megfelelő hullámhosszakon megfelelő mértékben tompítják a Napból érkező sugárzást. Fontos, hogy általában kétféle denzitású kapható mindegyikből, a jobban áteresztő fotózáshoz, a kevésbé áteresztő pedig vizuális munkához használható.

Üveg- vagy interferencia-szűrő esetén célszerű minél nagyobbat beszerezni a napszűrő céljaira, mivel így elég mélyen a fénypálya helyezhető. Ekkor a hő nagy felületen oszlik el, csökken a felmelegedés sebessége. De még ekkor is ajánlatos két világosabb szűrőből elkészíteni a napfiltert, mint egy sötétebből! Ha ugyanis a két világos, s egymástól néhány mm-re elhelyezett szűrő egyike elpattan, akkor még mindig van időnk arra, hogy fejünket elkapjuk az okulártól, ezzel megóvva szemünket a károsodástól, amit az erős fény okozhat. Fontos, hogy a szűrő mindig a távcső elején, a tubus bejáratánál helyezkedjen el, tilos és veszélyes bármilyen üveg vagy fóliaszűrőt az okulár közelében alkalmazni. (Nem úgy, mint az okulár menetébe becsavarható holdszűrők vagy színszűrők esetén.) **A koncentrált fény már egytized másodperc alatt maradandó károsodást okozhat a retinában, hosszabb idő alatt pedig végleges vaktságot okoz! Ezért**

SOHA NE NÉZZÜNK A NAPBA SZŰRŐK ÉS MEGFELELŐ ÓVATOSSÁGI RENDSZABÁLYOK ALKALMAZÁSA NÉLKÜL!

Projekciós észlelésnél nem kell szűrőzni. Ennél az észlelési módnál csak egytagú lencséből álló okulárokat szabad használni (a felmelegedés miatt), s az sem árt, ha a mezőlencse pótolható (Huygens, Ramsden).



Napkivetítés refraktorral (balra) és Newton-reflektorral (jobbra)

Légkör és észlelés

Észleléseink megbízhatóságát mindig rendkívüli mértékben befolyásolja a légkör minősége. Hogy az észlelések reálisan értékelhetőek legyenek, meg kell állapítani a megfigyeléskor fennálló légköri adatokat, ezek meghatározása más módon és más szempontok szerint történik mint éjszaka, jöllehet itt is az ALPO-skálákat használjuk.

Légköri nyugodtságon (seeing) a levegő hullámzásának mértékét értjük. Nagyságát a Nap peremén és a foltszerkezet láthatóságán mérhetjük le. A légkör mozgása ugyanis itt válik a legjobban láthatóvá a nagyon erős világos-sötét kontraszt miatt. A 0-tól 10-ig terjedő *nyugodtsági skálát* a következőképpen értelmezzük:

- 0-1: nagyon nyugtalan légkör, erős hullámzás, a kisebb napfoltok nem láthatóak
- 2-3: erős, állandó hullámzás, a PU-U nem választható szét
- 4-6: közepes mértékű, de gyakran fellépő rezgések, a kis napfoltok többnyire láthatóak, de a granuláció nem
- 7-8: csekély hullámzás, de néha szétesik a Nap pereme, némi szerkezet a PU-ban
- 9-10: minimális rezzenések, teljesen álló, rezgésmentes kép

A légkör másik jellemzője az *átlátszóság*, mely a légkör tisztaságát, párával, porral való szennyezettségét jelöli egy 0-tól az 5-ös fokozatig terjedő skálán.

Észlelési korai megfelelői:

- 0: a felhőkön tompán átfénylő napkorong
- 1: cirruszokon, ködön átsütő Nap
- 2: derült, de tejfeles égbolt
- 3: világoskék ég, enyhe pára, a Nap körül 20°-os sugárban fehér az ég
- 4: kék ég, a Nap körül 5°-os sugárban fehér az ég
- 5: a Nap közvetlen közelében is mélykék ég

A tapasztalat szerint a jó átlátszóság nem jelent automatikusan jó nyugodtságot és viszont. A legáltalánosabb, hogy a kiváló (5-ös fokozat) átlátszóságú ég erősen szeles időben jön létre, de ekkor a nyugodtság természetesen már eleve nem lehet túl jó.

A napfoltok csoportosítása

A hagyományos zürichi napfoltszámlálás a csoportok és foltok számából határozza meg egy műszer- és szubjektív hibákkal eléggé terhelt ún. relatív számot. Ez még a különféle módon megadható korrekciós tényezőkkel is csak nagyon bizonytalan adatokat szolgáltat.

Az általunk foltszámlálásra használt rendszer a következő: egyszerűen csak meg kell számolni, hány helyen van a Napon egy- vagy kétpólusú foltcsoport, aktív terület. Fontos rögzíteni, hogy mit tekintünk különálló foltnak, csoportnak.

- Egy egyedül álló folt csoportnak számít, ha legalább 10 heliografikus fokra van a legközelebbi szomszédjától.
- Ha két folt vagy foltcsoport több mint 10 fokra van egymástól, kettős csoportnak számítandó. Ha a későbbiekben egy nagy csoporttá olvadnak össze, utána egy csoportnak kell tekinteni őket és megfordítva: ha szétválnak, két csoportnak tekintendők.
- Egy nagy csoport, mely legalább 10 fok távolságra kétszer két aktivitási centrummal bír, két csoportnak számít; ez a helyzet akkor is, ha É-D irányban legalább 5° van az aktivitási centrumok között.

- Egy nagy csoport, amely egyenletes eloszlású foltokból áll, s ha nincsen semmi különösebb centruma (vagy csak egyetlen egy van), egy csoportnak számít, még akkor is, ha 20°-os vagy nagyobb területű!

A csoportok számát egy hónapos időszakra összeadva, s ezt az észlelési napok számával osztva megkapjuk a "közepes napi gyakoriságot", az MDF-et (Mean Daily Frequency).

Nagyon fontos, hogy az aktivitást ne csak általánosságban kövessük. Ehhez jó segítséget nyújt a következő ábra napfolttípus-táblázata.

A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
J				

0° 10° 20° 30°

Waldmeier típus-meghatározás

Az ábrán szereplő típusok:

- A: monopolár pórus vagy pórushalmaz PU nélkül
- B: bipoláris pórus vagy pórushalmaz PU nélkül
- C: egy PU-val rendelkező bipoláris csoport, pórusokkal
- D: két PU-val rendelkező bipoláris csoport a foltok között pórusokkal
- E: nagyobb, bonyolultabb U-val rendelkező bipoláris csoport, 12°-nál hosszabb

- F: nagy, komplex, szabálytalan PU-körvonalakkal rendelkező csoport 15°-nál hosszabb
 G: nagy, egy- v. kétpólusú csoport, a pólusok között pórússal, 10° hosszú
 H: nagy méretű, szabálytalan kontúrú monopolár és folt, pórússal övezve
 J: normál méretű, szabályos monopoláris foltok, egy vagy két U-val
 U: meghatározhatatlan, egyértelműen egyik csoportba sem besorolható, ide sorolandók a peremen tartózkodók is

A hivatásos csillagászok által használt, P. McIntosh által kidolgozott osztályozásnak három összetevője van: 1. módosított zürichi típus jele, 2: legnagyobb folt PU mérete, 3: a foltok eloszlása a csoporton belül.

Módosított zürichi típus	A legnagyobb folt penumbrája	McIntosh-féle foltcsoport-típusok
A		
B	x	
C	r	
D	s	
E	a	
F	h	
H	k	

10°
15°
2,5°

A zürichi típus-meghatározás

Aktív jelenségek a Napon

A Nap aktív jelenségei közül az amatőrök többsége számára csak a foltok és a fáklyák jelentenek megfigyelési területet, s ezek is csak "fehér" fényben vagy saját fényben.

Hazánkban még mindig új terület a protuberanciák megfigyelése. Ha fényben a nap-peremen, protuberancia-toldat vagy protuberancia-távcső segítségével.

A Nap felszínéhez képest a foltok vörös árnyalatúak, tehát a fotoszférával való kontraszt növelésére a rövid hullámhosszakon áteresztő szűrők: ibolya, kék, zöld az alkalmasak. Mivel a szem zöldben érzékenyebb, mint kékben, vizuális célra a zöld és nátriumsárga szűrő a legjobb: itt érhető el a maximális kontraszt.

Minden aktív terület pórusként kezdi életét. Van amelyik néhány óra alatt elhal, van, amelyik stabil marad, s körülötte fokozatosan PU alakul ki. Az egypólusú foltok alig mutatnak változást, kivéve, hogy a nagyobb méretűek U-ját többnyire egy stabil híd szeli át. PU-juk gyakran hatszögletű. Nem túl gyakori, de jellegzetes az "S-híd", amely az U-t két-három körte alakú részre bontja, s ezekben gyakran helyi sötétedéseket is látni. A foltok stabil időszaka alatt látható a Secchi-gyűrű, amely az U és a PU határán körben, vagy csak egy ívdarabon elhelyezkedő fényesebb felhő. A foltot gyakran fáklyahalo övezi, melynek átmérője a PU kétszerese, s szélei kifelé szálas szerkezetet mutatnak. Ha a környezetében pettyezett fáklyamező is van, akkor a folt rövid életű lesz, gyorsan veszít méreteiből és elhal.

Az **aktív foltok** (foltcsoportok) kétpólusú képződmények. Ezekben a vezető folt aktívabb, alakja szabálytalan, nagy PU-val rendelkezik, míg a követő tag lassan, egyenletesen fejlődik. A fejlődés tetőpontján két tag egyetlen hatalmas AA-vá olvad össze, körülöttük hatalmas PU- és pórusmezők alakulnak ki. Az aktív időszakban sokszor megfigyelhető, hogy egy-egy fáklyafelhő átkúszik a foltok U-ja, PU-ja felett. Gyakori bennük a flerképződés, de ezeknek csak elenyészően kis hányada válik láthatóvá a fehér tartományban is. A fehér flerek átlagos élettartama néhány perc. A nagy flerek feltűnése után a folt jelentős mértékben veszít méreteiből (a vezető folt felére-negyedére csökkenhet), s intenzív a pórusképződés. Ebben a lassú bomlási szakaszban nő a stabil képződmények száma, s csökken az aktivitás mértéke és sebessége. Az ilyen bomló, de egyensúlyi állapotban levő AA megérheti a három-négy rotációt is. Az AA-k fejlődése közben figyelemmel kísérve az azokat övező fáklyamezők szerkezetét, megállapítható, hogy az az összefüggőtől a szemcsés felé halad.

Most következnek néhány aktív jelenség leírása, melyekre az észlelések során külön figyelmet kell fordítani:

Az **AA-k forgása**. Nehéz megfigyelni, mivel csak akkor látható, ha az U-n vagy PU-n stabil képződmény van (kondenzáció, öböl stb.). Az AA-k elfordulásának mértéke különböző lehet, de általában több 30°-nál, s nem haladja meg a 360°-ot. A rotáció mindkét irányban felléphet, s előfordult már az is, hogy az U és a PU egymástól eltérő sebességgel forgott. A jelenség reális voltának megítélésakor rendkívül óvatosan kell eljárni, mivel kismértékű forgásnak tűnik az is, amikor egy folt a CM-hoz közelít, illetve távolodik tőle. Ennek az az oka, hogy a Napra majdnem mindig kissé valamelyik pólusa felől látunk rá, s így a folt egy ellipszis mentén látszik mozogni, mely az U állásának változásaiban nyilvánul meg. Ugyanezt a látszólagos mozgást - és a peremközeli perspektivikus rövidülést - figyelembe kell venni a sajátmozgások tanulmányozásakor is!

Az **AA-k sajátmozgása**. Egyik fajtája a divergáló, széttartó mozgás, amikor is az AA hossz tengelye megnyúlik, foltok válnak ketté és távolodnak el egymástól. A másik a

differentiális rotáció eredményeképpen jön létre, amikor az AA hossz tengelye szögben hajlik az egyenlítőhöz, s így a keletkezés után hosszabb idő elteltével a magasabb szélességeken levő csoporttagok lassan közelednek az egyenlítőhöz, amíg a csoport tengelye párhuzamos nem lesz azzal.

Penumbra-foltok. Fejlődésük a foltfejlődéssel szoros kapcsolatot mutat. A PU-foltokkal tarkított helyeken előbb-utóbb pórusok is megjelennek. Nagy számban figyelhetők meg a pórusösvényekben. Összeolvadásukból nagy, irreguláris, rövid élettartamú foltok jöhetnek létre.

Penumbra-intenzitás. Az AA-k részletes leírásában kapjon helyet a PU-k intenzitásának feljegyzése is. Ehhez jó segítséget nyújt az alábbi skála:

- 1: a PU alig látszik
- 2: a PU világosszürke
- 3: a PU jól látható, szürke
- 4: a PU színe sötétszürke
- 5: a PU nagyon sötét, az U-tól nehezen megkülönböztethető

A **napfáklyák** osztályozása:

Méret

- 1: pólus környéki fáklya
- 2: kicsi, foltszerű mező
- 3: közepes, két-háromszoros folt méretű mező
- 4: nagy, kiterjedt mező
- 5: rendkívül nagy, korongot uraló megjelenésű mező

Szerkezet

- I: bolyhos, egybefüggő (halo)
- II: rostos, szálas szerkezetű
- III: szakadozott, szemcsés felépítésű

Intenzitás

- 1: gyenge
- 2: átlagos
- 3: fényes
- 4: igen fényes, feltűnő

Umbra-szál. Számos megfigyelés bizonyítja, hogy a bonyolultabb AA-k maximumban levő komponensei U-jából gyakran vékony, fekete "fonál", ún. umbra-szál nyúlik ki a PU-ba, sőt, még azon is túl. Nem apró U-darabokról van szó, mivel egyenletes vastagságú, folyamatos U-szál látható. Átlagos élettartama 1 nap, de nagyobb flerek után több napot is megélhet. Van, amelyik szoros pórusok sokaságából áll, melyek csak nagy nagyítással bonthatók fel.

Fehér fler. Igen ritka jelenség (eddig kb. 100 év alatt csak 50-et figyeltek meg). Sokan összetévesztik az U-kat átszelő híddal, különösen, ha elég sötét a PU. A fler a fotoszféránál jóval fényesebb, igen rövid (pár percnyi) élettartamú pont, vagy keskeny, lekerekített sarkú téglalap. A fehér flerek nagy, laza szerkezetű, bomló AA-kban

jelentkeznek, a feltűnésüket az AA szerkezetének nagymértékű átrendeződése követi, ami a foltok területének csökkenésében, a PU-k intenzitásának növekedésében, és az U-szálok gyors feltűnésében nyilvánul meg.

A fáklyák megfigyelése

Az eddigi tapasztalatok szerint ez a legnehezebb megfigyelési téma, ezért is szentelünk ennek külön fejezetet. Jó légkört, jó műszert és gyakorlott, türelmes észlelőt igényel. A fáklyák nemcsak a perem mentén, hanem az egész felszínen megfigyelhetők. Észlelésük sötétzöld szűrő segítségével (pl.: hegesztőüveg), vagy a CaII K keskeny vonalában (393,4 nm) a leghatékonyabb, keskenysávú észlelések esetén kitűnően látszik a kromoszférikus hálózat szerkezete is. Ha az egyik megfigyelésnél pl. a napkorong peremén egy kb. egyharmad korong méretű, szemcsés, gyenge mezőt látunk, akkor ezt napfolt-osztályozás segítségével az 5-III-1 kódolással jegyezzük fel a megfigyelési lapra. (Rajzolását lásd A napészlelési nyomtatvány (észlelőlap) kitöltése c. fejezetben!)

A fáklyák - a foltokkal ellentétben - a napciklus előrehaladtával a pólusok felé húzódnak, s a hosszúkás fáklyamezők hossz tengelye az egyenlítővel mind nagyobb szöget zár be. Élettartamuk jóval hosszabb, mint a foltoké, s sok rotációt is megélhetnek. Fényességük kb. lineáris kapcsolatban áll a körülöttük levő mágneses tér erősségével. Szerkezetük gyakran egyszerre több típust is mutat. Ezek közül mindig a dominánst írjuk fel. Erős mágneses mező esetén az erővonalakat követve rostos; gyengébb mágneses tér esetén szemcsés szerkezet alakul ki. A fáklyák a légkör középső rétegeiben lezajló folyamatok legjobb indikátorai. Előfordulhat, hogy egyszerre az egész felszínt pettyezettnek látjuk, helyi sűrűsödésekkel és pórusszerű szürke foltokkal. Ez a szupergranuláció.

A protuberanciák megfigyelése

A múlt század utolsó harmadáig protuberanciákat csak teljes napfogyatkozások idején láttak: a sötét holdkorongból kinyúló rózsaszín gázfelhőkként. Eleinte azt hitték, hogy a Hold gázkitöréseit látják vagy a Föld légköri képződményeit. Csak a színképelemzés feltalálása hozta meg a felismerést, hogy valójában a Naphoz tartoznak: a fotoszférából kinyúló vagy feltörő anyagáramlások¹. Hidrogénből állnak, ezért ennek emissziós vonalain figyelhetők meg (H α , H β , H γ), de a hidrogén 656,28 nm-es hullámhosszán (H α) a legfeltűnőbbek. A Nap mágneses erővonalait követik. Alacsonyabb hőmérsékletűek, mint a fotoszféra, ezért a peremen sokkal halványabbak, és csak a napkorong kitakarásával, vagy megfelelően keskeny sávszélesség mellett vehetők észre. A Nap felülete "előtt" sötét szalagokként láthatók (ekkor hívjuk őket filament-nek), de ilyenkor csak 0,05 nm vagy keskenyebb sávszélességű szűrővel figyelhetők meg – de ezek ára sajnos igen borsos. A hidrogénflerek is főleg H α -ban

¹ Hazánkban először Fényi Gyula (1845-1927) végzett protuberancia-megfigyelést, a kalocsai Haynald Observatóriumban. Az észleléseket spektroszkóppal folytatta, mely 60°-os prizmák sorozatából állt. Precíz, művészi kivitelű rajzait ma is megirigyelhetjük.

emittálnak, de sokkal fényesebbek a protuberanciáknál. A korong előtt is könnyebben felismerhetők már egy szélesebb, 1 nm-es szűrővel is.

A napperemi protuberanciák a protuberancia-toldat segítségével már egyszerű vörös szűrővel is láthatók nagyon magas hegyekről, kristálytisza időben. Minél jobban belemerülünk a piszkos légkörbe, annál keskenyebb áteresztésű, ún. interferencia-szűrők szükségesek megfigyelésükhöz. A Zeiss korábban gyártott 50 mm-es 9-10 nm sáv szélességű szűrői már jól alkalmazhatók tiszta időben nagyobb és fényesebb protuberanciák megpillantásához. A 10 nm-es Zeiss és a 0,05 nm-es DayStar szűrők között jelenleg csak a német Baader cég forgalmaz 0,4 és 1 nm-es szűrőket, kimondottan a protuberancia-toldatokhoz. Ezekkel már minden protuberancia megfigyelhető a napperemen. Áruk elég borsos.

Protuberanciák 1995 októberében (Iskum József rajzai)

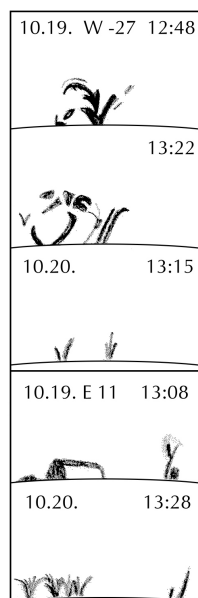
Észleléskor első lépésként ki kell mérnünk a gáznyelvek helyét. Ehhez egy központosított, beosztásokkal ellátott száskeresztes okulárt használunk. Az osztások segítségével meghatározzuk a protuberanciák magasságát, esetleg szélességét, majd megadjuk fényességüket (H: halvány, K: közepes, F: fényes). Sorszámozásuk É-Ny-D-K-É irányban történik. A pozíciómérés után egy jobb okulárral vagy excenterrel végigjárjuk az összes látható protuberanciát, és részletrajzokat készítünk róluk (az időpontot pontosan feljegyezve). Ezután kiválaszthatjuk az aktívabbakat, és sorozatrajzokat készíthetünk róluk. Ha túl gyorsak a mozgások, célszerűbb a szöveges leírás. Osztályozásukhoz használhatjuk a legegyszerűbb Völker-féle csoportosítást – itt az első betű az alakot, míg a második a méretet illetve a koronggal való kapcsolatot jellemzi.

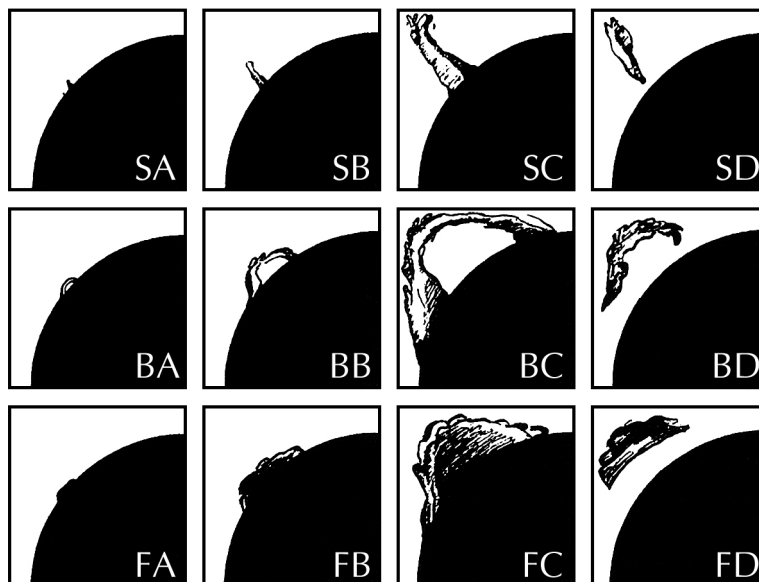
Alak

- S: oszlopszerű, elnyúlt megjelenésű
- B: ív alakú protuberancia
- F: egybefüggő területű alakzat

Méret

- A: kicsi
- B: nagy
- C: óriási
- D: a korong peremétől elvált





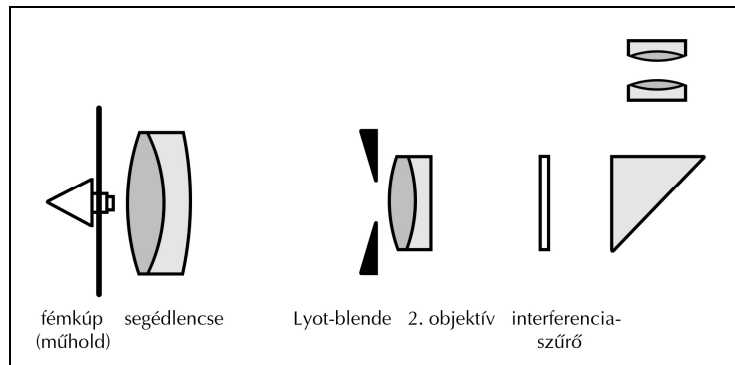
A Völker-féle csoportosítás

A protuberanciák többségének nincs foltkapcsolata, bárhol előfordulhatnak. A nap-foltminimum idején is egyidejűleg 6-10 protuberancia figyelhető meg, méretük általában 15-30 ezer km, ritkán 90 ezer km. Ennél nagyobb magasságban csak "felrobbanásuk" idején fordulnak elő. Ehhez kapcsolódóan említjük meg, hogy a protuberanciák legalapvetőbb a csoportosítás szerint lehetnek nyugodtak vagy aktívak – utóbbiakat más néven eruptív vagy robbanó protuberanciáknak nevezzük; flertevékenység következtében figyelhetők meg, szerkezeti és méretbeli változásaik ekkor igen gyorsak, percek alatt észlelhetők. A nyugodt protuberanciák napokig megfigyelhetők (a legtöbb filament ilyen), sokszor jól nyomon követhető, amint egy nyugodt protuberancia befordul a peremről és filamentként halad tovább a korong előtt – ilyenkor a minimum táján is követhető a Nap rotációja, melyet vizuálisan sokszor a makulátlan felszín nem tesz lehetővé. Igen nyugodt légkör mellett figyelhetők meg az 1000 km vastag és 6-10 ezer km magasságú szpikulák, melyek fűszálszerűen állnak ki nappelemből, és változásaik nagyobb nagyításnál megfelelően keskeny sáv szélesség mellett már 5-10 perc alatt észrevehetők – ilyenkor látható, hogy a kromoszféra felső határa egyáltalán nem sima, nem egyenletes.

A protuberancia-toldal leírása:

- Az objektív által leképezett Nap-kép egy műholdra esik, mely egy fémkúp. Szerepe a fény és a hő elnyelése, szétszórása.
- A kúp mögött kb. 1-2 cm-re egy segédlencse kap helyet, amely az objektívre van fókuszálva, ill. az objektív foglalat képét képezi le a Lyot-blendénél. A segédlencse

átmérője háromszor akkora, mint a műholdé, fókusza 100-130 mm. Jobb, ha akromatikus, reflexiógátló réteggel (T vagy MC) van ellátva.



A protuberancia-toldat elvi rajza

- c. A Lyot-blendét akkorára kell méretezni, hogy az objektívfoglat peremét - amely fényes gyűrűként látszik - kitakarja.
- d. Ezután következik egy kis távcső, amely a lyukon keresztül a műholdra van kiéle-
sítve. Ez a 2. számú objektív szintén akromát, átmérője a blendénél nagyobb, fókusz-
usa kb. a kúptávolság fele. Ha a fókusz ennél rövidebb, akkor a nagyítás kisebb
lesz, ha hosszabb, akkor a kép olyan nagy lehet, hogy nem fér az okulár látómezé-
jébe.



Házi készítésű protuberancia-toldat

A kis távcsőben elhelyezhető egy excenter annak érdekében, hogy az okulárral na-
gyobb nagyításnál is körbejárható legyen a napperem. Az excenter után kell a szűrőt
elhelyezni. A rendszer hővédelmére a műhold mögé hőszűrő is elhelyezhető, ha opti-
kailag kifogástalan.

A távcsőben és a szerelésekben teljesen matt fekete csőborításnak kell lennie, az objektíveknek por- és karcmenteseknek, és lehetőleg buborékmenteseknek kell lenniük, mert ezek mind szórják a fényt és csökkentik az amúgy is alacsony kontrasztot.

A fémkúpnak rossz hővezető tulajdonságú, krómozott fémből kell készülnie. Mérete legyen kicsit nagyobb, mint a Nap képe, az éle pedig egyenletes. A Nap látszó átmérője az év folyamán változik, így a kúpot is cserélgetni kell. Mérete nyáron 9,2 fókusz (m-ben), télen 9,6 fókusz, tavasszal és ősszel 9,4 fókusz. (Pl. ha a távcső fókusza 1,2 m, akkor a nyári kúp átmérője: $9,2 \times 1,2 = 11,02$ mm.)

A protuberancia-toldathoz óragép szükséges, mert a Nap képe nem villanhat ki a műhold mögül, ami veszélyeztetheti szemünk épségét.

A toldat összeszerelése előtt célszerű "légszerelésben" kipróbálni a rendszert.

Ha távcsövek:

A Coronado cég (USA) kínálatában szerepelnek speciálisan a Nap H α -ban történő megfigyeléséhez készített távcsövek, melyek azonban más megfigyelésre a beépített szűrők miatt nem alkalmasak. Ezek áteresztési sáv szélessége garantáltan 1-0,7-0,5 Å alatt van. Árban alsó határ a 499 dolláros PST (Personal Solar Telescope) – mely egy 40/400-as, fotóállványra szerelhető kis távcső – míg a felső határ a csillagos ég, azaz a 12910 dollárért beszerezhető 90/800-as SolarMax 90-es. A PST-t már hazánkban is több amatőr használja, bizonyos mértékben okulárprojekciós fotózásra is alkalmas, bár inkább vizuális megfigyeléshez ajánlott. A Nagyobb és drágább távcsövekkel már primer fókuszban is fotózhatunk, hihetetlen képeket készítve – bár itt az ár igencsak korlátozó tényező.

Összességében amatőr szinten a PST biztonságos és élvezetes eszköze lehet a megfigyeléseknek, ha valaki nem akar saját maga protuberancia-toldatot készíteni (ugyanis ezek legyártva csak horribilis összegekért beszerezhetőek), vagy keskenysávú szűrővel valamilyen szűrőfeltétet barkácsolni.

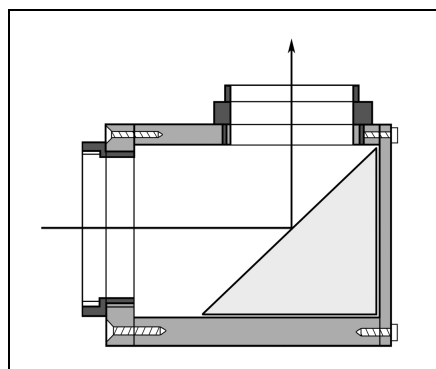
A Nap fotózása

A Nap fotózásának célja a jelenségek pontos, objektív rögzítése, a pozíciók precíz meghatározása. A hazai amatőrök közül egyre többen fordulnak az óriási léptekkel fejlődő, és egyre inkább elérhető digitális technika felé. Ebben a részben a hagyományos, fotoemulziókkal dolgozó módszerekre már nem térünk ki, ugyanis ezek szinte teljesen kiszorultak az észlelői palettáról.

A Nap fotózása több módon lehetséges. Először is a használt eszköz lehet kompakt digitális fényképezőgép (ezek objektívje nem cserélhető), digitális tükörreflexes fényképezőgép (DSLR), videoCCD vagy átalakított webkamera is – utóbbi kettő lényegében, működésüket és felhasználásukat tekintve egy és ugyanaz.

A felvételek készítésének módjában két fő irányzat van. Az első az, amikor egyetlen különálló képet készítünk a fotózáskor már megszokott módon, vagy egy sorozatból választjuk ki a legjobban sikerült darabot. A második pedig, amikor (a webkamerák esetén általában ezt használják, míg egyes kompakt fényképezőgépek esetén opcioná-

lis) valamilyen video-formátumban több száz vagy több ezer képkockát veszünk fel, melyeket utólag számítógépen egybedolgozva nyerjük a végleges képet, esetleg válogatjuk ki a legjobb képkockákat. A legutóbbi időben a Nap esetében főleg a DSLR-ekkel készülnek nagyon jó minőségű, részletgazdag képek, de kellő tapasztalattal a webkamerákkal is hasonló eredményeket lehet elérni. Fontos az anyagi oldal, az ár-érték arány is: egy webkamerát megfelelően átalakítva nagyjából egy alsó-középkategóriás DSLR 10-edéből ki lehet hozni, de ritka a 640×480 pixelnél nagyobb felbontás, és jelentős lehet a képzaj, míg egy digitális tükörreflexes fényképezőgép esetében a zaj elhanyagolható, és a CCD vagy CMOS chip felbontása már általánosan 6-8 megapixel (professzionális fényképezőgépeknél még több), valamint a chip mérete már közel Leica képkocka méretű (pl.: 22.7×15.1 mm), vagy azzal megegyező (professzionális DSLR-ek). Ezen szempontok figyelembevételével, és a későbbi részletesebb leírások átolvasása után mindenki eldöntheti, hogy melyik rendszer áll legközelebb igényeihez és anyagi lehetőségeihez.



Napfotó-prizma

Minden irányzatnál alapvető tapasztalat, hogy 1/250 mp-nél hosszabb expozíciós időknél a részleteket elmossa a levegő mozgása. 1/1000 mp-nél, 6 cm átmérőjű objektívvel már feltűnik a PU szálszerkezete és a granuláció is, bár utóbbi csak cellaszerű foltokban éles, ahová éppen "befagyott" (a rövid expozíció miatt) a légköri átlátszóság egyenetlensége. Érdekes exponáló-zsinórt vagy időzített önkieldót használni. Fotózásnál is mindenképpen szűrőt, vagy valamilyen fénycsökkentő eljárást kell alkalmaznunk, ezek lehetnek fotografikus fóliaszűrők, interferencia-szűrők, Herschel-prizma vagy pl. plánparaell üvegre gözölt króm (kb. 40 nm).

Nagyfelbontású fotók készítésekor alkalmazhatunk okulárprojekciót, esetleg jó minőségű Barlow-nyújtókkal megnövelhetjük a fókusz távolságot, de a mikroszkópos fotózáshoz kifejlesztett mikrofotó projektor-okulárok is kiválóan alkalmazhatók.

Nem árthat, ha észlelés előtt felmérjük központi csillagunk állapotát, megnézzük, hogy lesz-e egyáltalán mit fotózunk, ha már időt és energiát nem kímélve kitelepültünk minden felszerelésünkkel az észleléshez. Erre a legmegfelelőbb hely a <http://solarmonitor.org> webhely, ahol minden hullámhosszon tanulmányozhatjuk a Nap aktuális és visszamenőleges képét, valamint a flerek nagyságát és időpontját is megtalálhatjuk.

Napfotózás kompakt digitális fényképezőgéppel

Ha vizuális észlelésekre is használt távcsövünkkel szeretnénk fotózni, lényegében csak a megfelelő átalakító adaptert kell beszerezniünk meglevő digitális kameránkhoz. Ahány digitális gép a piacon, annyiféle csatlakoztatási lehetőség – kezdve egészen a „kézzel odatartástól” egészen a menetes, egyedi átalakítóig. Előbbi minden kamerával eljátszható, utóbbi csak a kicsit komolyabb tudást képviselő társaikkal, melyek rendelkeznek előtétlencsék illetve szűrők felhelyezéséhez valamilyen menettel. A típusra szabott átalakítót vagy készen megvehetjük, vagy saját magunk is elkészíthetjük. Ha még nincs ilyen fényképezőgép a tulajdonunkban, érdemes néhány szempontot szem előtt tartanunk a vásárlásban.

Fényképezőgép: előnyös, ha a gép rendelkezik az említett előtétlencse csatlakozására szolgáló menettel, ennek hiányában ugyanis le kell mondanunk a precíz rögzítésről. A kis átmérőjű frontlencse bizonyos szempontból előnyt jelent, hiszen a kisebb szemlencsés okulárokkal is teljesen kivilágított, vignettálatlan képet kapunk. Jó, ha gépünk rendelkezik manuális beállítási lehetőségekkel is, mert a „szokatlan téma” könnyen félrevezeti az automatikát. Egyes gépek rendelkeznek hisztogram-kijelzési funkcióval, melynek révén visszanézhetjük, elkészült képünk megfelelően exponált-e. Fontos, hogy a fókuszt végtelenre tudjuk állítani – így a fókuszállást távcsövünkön végezhetjük. Általános érvényű, hogy minél jobb az optika, annál jobb lesz a kép is. A távkioldó sok esetben igen drága kiegészítő ebben a kategóriában, ezért a bemozdulás elkerüléséhez használhatunk önkioldót is. Hasznos még a sorozatfelvétel-funkció, így egy nyomásra több képet is készíthetünk és egyszerűbben juthatunk olyan felvételhez, melyen éppen nem mossa el a részleteket a seeing.



Éder Iván képe Nikon Coolpix 4300-as kompakt fényképezőgéppel (2004.07.20. 06h 56m UT)

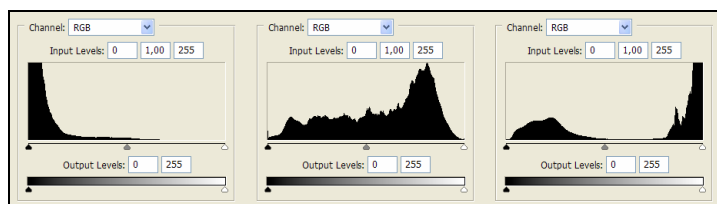
Okulár: Mivel digitális fényképezőgépünk objektívje nem eltávolítható, primer fókuszban nem, csak ún. afokális módszerrel használható. A képalkotás fontos eleme így az okulár. Általánosságban elmondható, hogy a vizuális észleléshez használt minőségi okulárjaink itt is megfelelnek majd. Előnyös a minél nagyobb átmérőjű szemlencse, pl. ha az átmérő 10 mm-nél nagyobb, akkor fényképezőgépünkkel tele állásban nagy valószínűséggel vignettálatlan képet kaphatunk. Mivel az okulárok leképezése az optikai tengelytől távolodva romlik, használjuk fényképezőgépünket tele állásban (így a fotómasina látómezeje kisebb, szögben lát „el” az optikai tengelytől). Így az okulár széltorzítása és esetleges színezése is kisebb mértékben hagy majd nyomot felvételeinken. Minél nagyobb látómezőt szeretnénk fotózni, annál hosszabb fókuszú okulárt kell használnunk. Ezek a kompakt gépek kisfilmes rendszerre átszámolva általában 35 és 115 mm között zoomolhatóak, így az elérhető látómező nagyjából 70°-tól 20°-ig terjed. 20°-os látómező esetén már az olcsóbb, elterjedtebb Plössl okulárok is nyugodtan használhatóak, melyek ugyan 50° körüli LM-t biztosítanak, de a látómező széle felé már némileg életlen a kép. A fényképezőgép objektívjét természetesen nem muszáj tele állásban tartani, de ellenkező esetben már jól korrigált, széles látómezejű okulárra van szükség (pl. Nagler).

A fényképezőgép adapterének az okulárhoz való rögzítésére a gumi szemkagyló lepattintása után felszabaduló kis perem a legalkalmasabb. Fontos szem előtt tartanunk, hogy nincs értelme túl nagy nagyítással dolgozni, mert egy bizonyos határ fölött már fényszegény és életlen képeket kapunk. A hasznos nagyítás felső határát úgy határozhatjuk meg (tele állásban használva a fényképezőgépet), hogy az okulárnak a távcsövünkkel adott nagyítását megszorozzuk a fotómasina zoomjának szorzójával, és a kapott érték meg kell egyezzen távcsövünk objektívének mm-ben mért átmérőjének kétszeresével... Pl. ha egy 100/1000-es refraktorunk van, ez a szám 200. 3x-os optikai zoom-ot használva nem érdemes 66x-os nagyításnál nagyobb hatást használni (15mm-es okulár), mert akkor már fölöslegesen nagyítjuk a képet.

Távcső: műszerünk jó képalkotása, pontosan beállított, jusztirozott optikája itt is, mint minden észlelésnél alapkövetelmény. Fontos, hogy a fókuszírozó még a gép plusz súlya alatt se lötyögjön. Mivel a digitális fényképezőgépek az emberi szemhez hasonlóan zöld színben a legérzékenyebbek, alkalmazzunk olyan szűrőt, mely lehetőleg nem blokkolja ezt a tartományt. Napszűrőnk emellett elegendő fényt engedjen át ahhoz, hogy legalább 1/250-1/500-ad másodperces expozíciókat készíthessünk. Mindig ISO 100-at, vagy a lehető legkisebb ISO értéket használjuk, mert a képzaj ekkor a legkisebb. A napprizmában található polárszűrővel jól szabályozható a beeső napfény mennyisége, sajnos általában csak refraktorok esetén alkalmazható. Óragép nem feltétlenül szükséges, de hosszú észleléseknél a kényelem miatt hasznos lehet.

Fókuszálás és exponálás: kompakt gépek esetén az LCD kijelzőt kell használnunk. Az egyik lehetséges módszer a következő: állítsuk a kamera fókuszát végtelenre, a zoomot tegyük a maximális állásba, beleértve a digitálist is. Ezzel lehetővé tesszük, hogy a kis LCD-n a lehető legapróbb képrészleteket is láthassuk. Állítsunk a képmező közepére valami kontrasztos területet, pl. napperem, vagy umbra széle, majd élesítsünk a távcső fókuszírozójával. Mikor úgy érezzük, hogy a kép éles, a digitális zoomot vegyük vissza, majd készítsünk néhány tesztfelvételt. Ha nem vagyunk megelégedve az eredménnyel, az előbb leírt módszerrel tovább finomíthatjuk az élességet.

Az expozíciót a hisztogram segítségével úgy állítsuk be, hogy telítettek legyenek a pixelek, de sehol se legyen beégés.



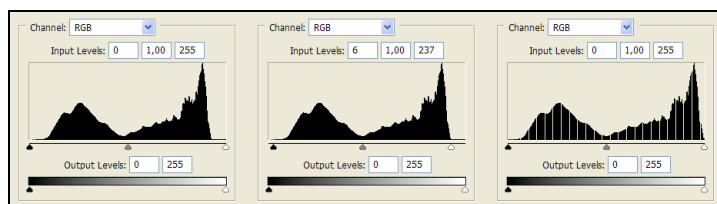
Példa alulexponált, helyesen exponált és túlexponált kép hisztogramjára

Minél rövidebb expozíciós időt alkalmazunk, annál nagyobb az esélyünk arra, hogy a hullámzó légkörben egy-egy nyugodtabb pillanatot élesen elcsíphetünk. Erre 1/125 másodperces, vagy még rövidebb idő mellett van esélyünk. Ha a fény mennyisége nem engedi kis érzékenység mellett az expozíciós idő további csökkentését, lehetőleg az ISO értéket akkor se növeljük, kivéve ha a záridő 1/60 másodpercnél is hosszabbnak adódna. A színhőmérséklettel nem érdemes sokat foglalkozni, itt az automata általában megfelelő eredményt produkál. Az exponáláshoz a legjobb sorozatfelvételre állítani a gépet, és exponálózsinórt, vagy távvezérlőt használni. Így hamar elkészíthetjük a megfelelő mennyiségű felvételt. Ha erre nincs lehetőségünk, a kép bemozdulását úgy is elkerülhetjük, ha a késleltetés-funkciót használjuk. Igyekezzünk sok képet készíteni egy témáról, hiszen a legtöbbször erősen vibráló légkörben kicsi az esélyünk a teljesen nyugodt pillanat elcsípésére – tehát inkább több legyen, mint túl kevés, mikor elképzelhető, hogy pont a következő felvétel lett volna a legélesebb. Ha a memóriakártyánk vagy merevlemezünk kapacitása lehetővé teszi, bátran készítsünk akár 50-100 felvételt, ezek közül aztán később, nyugodt körülmények között kiválogathatjuk a legélesebbeket, melyeket feldolgozunk.

Képfeldolgozás: miután elkészítettük a megfelelő mennyiségű felvételt, és áttöltöttük memóriakártyánkról, vagy közvetlenül fényképezőgépünkről a számítógépre, nyissuk meg azokat valamilyen képszerkesztő szoftverrel – a legismertebb és legelterjedtebb a Photoshop, de jól használható az ingyenes GIMP is. Képeink minőségén számos módszerrel javíthatunk, itt csak a legalapvetőbb lépésekre térünk ki. Elsősorban skálázási műveletekkel célszerű operálnunk, erre való a Levels (szintek) funkció, mely a tónusegyensúly beállítására szolgál.

Az Image > Adjustments > Levels menüpont segítségével nyissuk meg a Levels párbeszédablakot. Mindig figyeljünk arra, hogy a Preview („előnézeti élőkép”) ki legyen pipálva, így változtatásaink hatását a párbeszédablak bezárása nélkül is folyamatosan láthatjuk a képen. A közvetlenül a hisztogram alatt található három kis csúszka az árnyékokat (fekete háromszög), a középtónusokat (szürke háromszög), valamint a csúcspontokat (fehér háromszög) jelöli. Amennyiben a kép színei a teljes árnyalati terjedelmet megtöltenék, a grafikon a hisztogram teljes szélességét kitöltené. Állítsuk a szélső csúszkákat befelé mindaddig, amíg el nem éri a skála fölötti grafikon (fekete szabálytalan terület) két szélét, közben figyeljük a képet, nem lesz e olyan rész, mely túl sötét,

vagy beégett – ekkor korrigáljunk, és húzzuk kicsit visszább a megfelelő nyilacskákat.



Amint OK-t nyomva jóváhagyjuk a változtatásokat, a hisztogram grafikonjának a fekete és fehér csúszkák által határolt tartománya vízszintes irányban kiterjed, még hozzá olyan arányban, hogy a kiválasztott szélső értékek veszik fel a lehetséges legkisebb és legnagyobb értékeket – ezzel a legsötétebb árnyék értékek, valamint a legvilágosabb fények eltolódnak a fekete illetve a fehér irányába. Ekkor újra a Levels menüpont segítségével a középső háromszöggel a kontrasztot is módosíthatunk.

A színeken legegyszerűbben a Color Balance (színegyensúly) funkcióval változtathatunk, esetenként ha nagy színi hiba jelentkezik, érdemes lehet a Channels (színcsatornák) fülben kiválasztani a green (zöld) réteget, és azt szürkeárnyaltos képként elmenteni (a réteg kiválasztása után Image > Mode > Grayscale és mentés), így lényegében egy zöld színszűrőn keresztül felvett fekete-fehér képhez jutunk.

Napfotózás digitális tükörreflexes fényképezőgéppel

Amikor DSLR-el fotózunk, csak távcsövünk optikája van az érzékelő chip előtt, így egyéb optikákkal (mint a kompakt gépek beépített lencserendszere) nem befolyásoljuk (rontjuk) a képet. A fényképezőgépet egy a gyártó bejonettjéről (pl.: Canon EF, vagy egyszerűen Canon EOS) T2-re fordítóval csatlakoztathatjuk a Herschel-prizmához, avagy objektívszűrő alkalmazása esetén a 2 colos okulárkihuzathoz. Célzerű itt is pólusra állni és óragépet használni, esetleg a fényképezőgépet úgy forgatni, hogy az elkészült képen vízszintesen húzódjon a K-Ny irány (az égi, nem a heliografikus!), mely a kimérés szempontjából előnyös – bár a képfeldolgozó programunkkal szinte adatvesztés nélkül bármilyen szöggel elforgathatjuk a kész képet.

Mindamellet, hogy a képek zajtartalma legtöbbször még ISO 400 mellett sem jelentős, lehetőleg törekedjünk minél alacsonyabb érzékenységre (azaz minél kisebb ISO beállításra) és záridőre – pl.: ISO 100 és 1/2000 sec. Még így is jelentősen az 1/125 másodperces elkenődési határ alatt vagyunk, azaz a légköri mozgást jó eséllyel kiküszöbölhetjük.

Ezekben a fényképezőgépekben az expozíció megkezdése előtt felcsapódik egy tükör, mely kisebb rezgést kelthet, ha mechanikánk nem tökéletesen stabil, ezért lehetőség szerint miután beállítottuk a látómezőt (ezt csak az átnézeti keresőt használva tehetjük meg, ugyanis a DSLR-ek egyik sajátja, hogy nincs élő kép a hátsó LCD kijelzőn, mivel a tükör a fény útjában van, így az csak az expozíció során jut a CCD vagy CMOS érzékelőre), célszerű az ún. előzetes tükörfelcsapást alkalmazni (mirror lock-

up), mellyel a tükröt felcsapott állapotban rögzítjük, így az expozícióval már csak a rekesz nyílik és záródik és a tükröz mozdulatlan marad, elkerülve ezzel a rezgések miatti bemozdulás veszélyét.

A rezgések elkerülése végett használjunk itt is távkioldót, vagy ha nincs, akkor időzítőt, bár ez hosszú távon nem olyan kényelmes. Az élesség beállításához használjunk számítógépet. Ez megoldható automatikusan bizonyos programok segítségével (DSLR Focus), vagy manuálisan a következő módon: induljunk el a kihuzat egy bizonyos helyzetétől, és készítsünk a fókusz folyamatos változtatása mellett próbaképeket. Minden egyes felvételt azonnal töltsük le a számítógépre és nézzük meg 100%-os nagyítás mellett, így könnyen kiválaszthatjuk azt az állapotot, amikor éppen megfelelő a fókusz, azaz a letöltött próbakép tökéletesen éles – ekkor elkezdhetjük az érdemi észlelést. Lehetőség szerint első alkalommal jelöljük meg a kihuzaton a jónak bizonyult fókusz távolságot, így a legközelebbi észlelésnél meglesz a kiindulópontunk a próbakép-sorozat készítéséhez (a hőmérséklet és a páratartalom befolyásolja a megfelelő fókusz távolságot, így a kihuzat megfelelő helyzete általában nem lesz pontosan ugyan az, így mindig próbasorozatot kell készíteni).

Érdemes egy témáról (pl. korongkép) még jó légkör mellett is minél több képet készíteni (minimum 10-20 darabot), majd ezekből kiválasztani a legélesebbet, melyiken a legkevésbé érezhető a légkör hatása. Csináljunk inkább több képet, mint hogy ne legyen egy olyan sem, amit tökéletesnek érzünk – nem sok idő távkioldóval 20-szor exponálni, biztosan nem több 2 percnél, azaz az előkészületekhez és a képfeldolgozáshoz viszonyítva igen csekély idő, főleg ha sorozatfelvételre állítjuk a fényképezőgépet. Mindenképpen érdemes nyers, RAW formátumban dolgoznunk, mert így képeink megőrzik minden információt, és a későbbi feldolgozásnál is sokkal tágabb keretek között dolgozhatunk. Nem szembesülünk pl. a JPG formátum tömörítéséből származó hátrányokkal, valamint a chip teljes dinamikatartománya kihasználható. A nyers file-okat akár Photoshoppal, akár a fényképezőgépünkhöz kapott RAW-konverterrel feldolgozhatjuk, majd a számunkra megfelelő formátumban (TIFF, JPG) menthetjük. Természetesen a RAW file változatlanul megmarad, így később visszatérhetünk erre a képre és nincs az a probléma, hogy a JPG file-t nem akarjuk újramenteni, ezzel a tömörítést minden egyes mentésnél fokozva, azaz a képmínőséget minden egyes mentéssel rontva. Az exponálásnál az egyetlen fő szempont, hogy a legvilágosabb részletek még éppen ne égjenek be, ezt már a fényképezőgépen, a hisztogramon ellenőrizhetjük. Az utólagos feldolgozás lényegében megegyezik a kompakt gépeknél leírtakkal.

Napfotózás webkamerával, videoCCD-vel

A videoCCD-k lényegében a webkamerával egyenértékűek, azok elődeinek tekinthetők, főleg biztonságtechnikai területeken alkalmazták/alkalmazták őket. Általában az érzékelt képet itt mágnesszalagra, videokazettára rögzítették, mely az utólagos feldolgozás szempontjából igen előnytelen, lényegében ellehetetleníti azt. A technika fejlődésével elterjedtek a számítógéphez egyszerűen (plug and play) csatlakoztatható, egyszerű felépítésű, CCD chippel rendelkező apró kamerák, az ún. webkamerák. Érzékelőik mérete jóval kisebb, mint egy DSLR-é, vagy akár egy kompakt fényképezőgépé, ezzel együtt a felbontásuk is jóval csekélyebb, általában 640x480 pixel. Ebből

adódóan a webkamerák nem alkalmasak korongképek rögzítésére, csupán részletek megörökítésére, foltcsoportok „fényképezésére” használhatóak.



**Ladányi Tamás felvétele a 808-as foltcsoport-
ról (2005.09.13. 08h 09m UT)**

Képmínőségük ellensúlyozására mellettük szól nagy képfelvételi sebességük, az a tény, hogy másodpercenként 15-30 képkockát is képesek rögzíteni. Így általában „videokameraként” szokás használni őket (állóképek minősége messze elmarad még a kompakt fényképezőgépektől is), azaz folyamatosan avi formátumban rögzíteni a látottakat. Ezzel az eljárással pár perc alatt több ezer képkockányi „anyagot” rögzíthetünk, majd lényegében három dolgot tehetünk: meghagyhatjuk videónak és eltehetjük emlékebe – bár így le kell mondanunk a

kimérhetőségről vagy éppen a feldolgozhatóságról –, kiválaszthatjuk a legélesebb képeket, és elmenthetjük azokat, vagy éppen egybedolgozhatjuk az összes (vagy pl. a legjobb 500) képkockát a megfelelő program (pl.: RegiStax) segítségével, mely során további részletekhez juthatunk.

Főleg az utóbbi két gyakorlat az, mely nemzetközileg is széles körben elterjedt, a legnépszerűbb webkamera pedig – melyet csillagászati célokra alkalmaznak – a Philips ToU Cam Pro.

Fontos, hogy mivel kicsi a CCD chip felbontása, fókusznyújtók alkalmazásával meg kell próbálni elérni, hogy a kép lehető legnagyobb hányadát lefedje a megcélzott objektum, hisz így érhetjük el, hogy a legtöbb részlet láthatóvá váljon előttünk. Érdekes a lehető legjobb optikai minőségű Barlow-nyújtókat használni, mert ilyen felbontásnál a képi hibák könnyen megmutatkozhatnak. Az optimális távcső nem tér el a már a korábbiakban ismertetett naptávcsőtől, ideális a 8-10 cm átmérő és az $f/10$ - 15 -ös fényerő. A legjobb eredmény szűrők tekintetében itt is a Herschel-prizmával érhető el, de más megoldások is alkalmazhatóak. Fontos, hogy a kamera elé szereljünk fel egy IR szűrőt, ugyanis ennek hiányában a chip spektrális érzékenysége miatt nem kaphatunk jó képet (pl.: Baader IR/UV filter).

A kamerát csak valamilyen házi barkácsolás után tudjuk a fókuszban elhelyezni, de ennek kivitelezése után már hasonló az észlelés menete a korábban ismertetettekhez. A K-Ny irányt itt is érdemes beállítani, a fókuszálás pedig a kompakt fényképezőgépeknel leírtakhoz hasonlóan történhet, csak hogy itt kis LCD-kijelző helyett a számítógép képernyőjén figyelhetjük az élőképet, miközben a kihuzat helyzetét állítgatjuk.

A felvételi paramétereknél a kép fényességét 80%-ra, a gammát 10%-ra, a szaturációt 80% körüli értékre állítsuk, de ez műszertől, körülményektől és ízléstől függően változhat. A fehéregyensúlyt hagyhatjuk automatikusan is, de mivel itt nincs lehetőségünk RAW-ban dolgozni, érdemesebb a Nap G2-es színképtípusának megfelelően

manuálisan sárgásfehérre, vagy ha van rá lehetőség, akkor a színhőmérsékletnek megfelelően 5780 K-re állítani. Ez később akár fekete-fehérbe is átfordítható, de színben mégiscsak esztétikusabb a látvány, hacsak nem jelentkezik túl erős színi hiba. A gaint a lehető legkisebbre állítsuk (maximum 10%), így lesz a legkevésbé zajos a kép. Az expozíciós idő itt is a lehető legrövidebb legyen, hogy nagyobb eséllyel foghassunk ki nyugodt légköri pillanatokat (1/1000 – 1/5000 másodperc). Jó beállításoknál már látszania kell a granulációnak – tulajdonképpen ez mutatja, hogy eddig jól dolgoztunk. Természetesen ezek a paraméterek nem egyeznek minden műszerre és webkamerára, általánosan elfogadott nézet, hogy próbálkozzunk addig, amíg szemre a legkellemesebb és legtermészetesebb látványt nem kapjuk.

A peremsötétedés miatt eltérő beállításokat igényelhet a Nap peremén vagy a közepén elhelyezkedő napfoltcsoport, valamint a peremhez közeli, illetve attól távoli fáklyamezők megörökítése. A Herschel-prizma polarizációs szűrőjének állításával a látott kép részleteinek fényességén, illetve azok kiemelésén még tovább finomíthatunk. Ha szerencsénk van, akkor nagy napaktivitáskor fehér fényben akár flereket is elcsíphetünk. Érdekes ugyanarról a témáról több avi file-t is készíteni, esetleg fókusznyújtással vagy anélkül is, így majd utólag ki tudjuk választani a legjobbat. Egy praktikus tanács: a felvétel folyamán a laptopot vagy a monitort árnyékoljuk le, pl. tegyük egy kartondobozba. Túl sok időt ne töltsünk el kamerázással, ugyanis az idő előrehaladtával a chip felmelegszik, és a hatékonysága romlik, a kép zajosabbá válik.

A képfeldolgozás alkalmával a legjobb eredményt manuális szelektálással érhetünk el – amennyiben van türelmünk hozzá. Ha nem akarjuk képenként végignézni a kész avi file-t, a lehető legjobb minőségű (96–98 %-os) képkockákkal (frame) dolgozzunk. Mivel az átmérő növelésével egyre kisebb eséllyel foghatunk ki nagy számban jó minőségű frame-eket, nagyobb műszernél inkább a manuális válogatás javasolt. Esetenként egy (!) képkocka is mutathat nagyon finom részleteket.

Irodalom, források:

- Áldott G.: 2001, Napmegfigyelés CCD kamerával, MCSE
Éder Iván.: A Nap fotózása digitális fényképezőgéppel
Hédervári P.: 1980, Csillagunk a Nap, Magvető
Hüniger A.S.J.: 1886, Protuberantiae Solares, Budapest
Iskum J.: 1982, A Nap megfigyelése, Budapest
Kálmán Béla: Egy „közönséges” csillag (Magyar Tudomány, 2004/6.)
Kiepenheuer K.O.: 1967, A Nap, Budapest
Ladányi Tamás: A Nap észlelése webkamerával
Ludmány András: Napfizikai bevezető (<http://fenyi.solarobs.unideb.hu/bevezeto.html>)
Marik M. (szerk.): 1989, Csillagászat, Akadémiai Kiadó
Mitton S.: 1986, A nappali csillag, Gondolat
Scheiner J.: 1916, Népszerű asztrofizika, Budapest
Zerinváry Sz.: 1955, Nap, Föld, emberiség, Művelt Nép