

# Távcsőkészítés

## Optikai alapfogalmak IV.

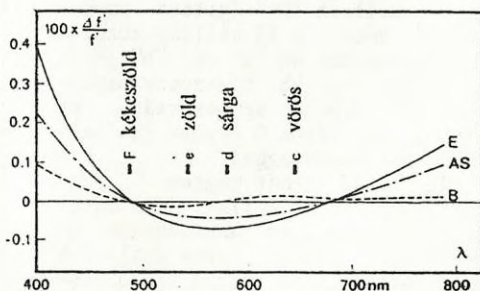
### A távcsőobjektívek típusai

A távcsőobjektíveket színkorrekciójuk jóságára szerint három fő osztályba soroljuk:

-- A kizárólag kétlencsés, akromatikus objektíveknél a leképezési távolság a spektrum két színére (többnyire a 486 és 680 nm-esre) azonos. Ha a gyújtótávolság kisebb  $2D^2$ -nél (ahol a  $D$  a szabad objektívátmérő), akkor a világos tárgyak képén kékeslila szegély, a kontrasztot csökkentő színfátyol (másodlagos színkép) jelenik meg. Ha ez zavaró, sok esetben egy okulár mögött alkalmazott világossárga szűrővel kiküszöbölhető.

-- Az ugyancsak többnyire kétlencsés félapokromát objektíveknél speciális, sokkal drágább üvegfajtákkal tovább csökkentik a színi hibát, így ez sárgászöld (vizuális) fényben ad éles képet. A kék másodlagos színkép az akromatikusokénál  $2/3$ -dal kevesebb.

-- A többnyire háromlencsés apokromátok három színre korrigáltak. Gyakorlatilag színihiba-mentesnek tekinthetők (1. ábra).



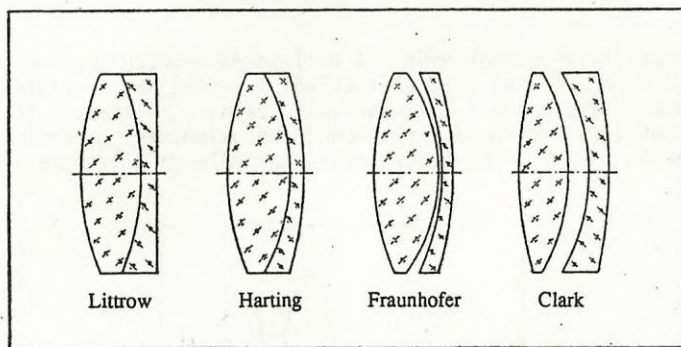
1. ábra. Különféle objektívek színhibái a gyújtótávolság függvényében. E: akromát, AS: félapokromát, B: apokromát

Az említett színkorrekciós osztályokon belül az alábbiakban adjuk a különféle objektívajták részletesebb felépítését:

1. A Littrow-objektív (2. ábra) az akromátok legegyszerűbb típusa, amelyet egy bikonvex koronaüveg és azonos átmérőjű, hozzá ragasztott konkáv flintüveg lencse alkot. Ez utóbbinak hátsó felülete közel sík, a két lencse belső görbülete azonos. Ennek az objektívnek egyszerű az előállítás, de a kómahibák és a szinuszfelületek korrekciós lehetőségei korlátozottak, így ez a típus csak  $f/15$ -től ad megfelelő teljesítményt. Az átmérő legfeljebb 60-70 mm lehet, mert a különböző hőtágulású lencsék miatt nem készíthető

nagyobb átmérővel tartós ragasztás. Ez a ragasztott csillagászati objektívek minden fajtájára érvényes.

2. A Harting-objektív (2. ábra) felépítése hasonló a Littrowéhoz, a belső görbületek azonosak, és az első és negyedik görbület szabad variálásával javították a kóma- és színi hibákat. Ez nagyobb fényerőt tesz lehetővé. Ilyenek a BK7/SF2 optikai üvegekből készült Zeiss Telemator objektívjei.



2. ábra. Akromatikus távcsőobjektívek

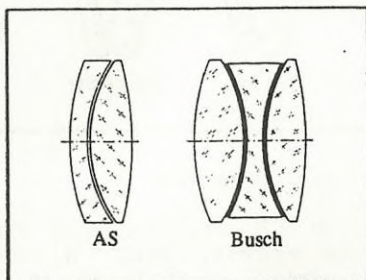
3. A Fraunhofer-objektív (2. ábra) a múlt századi zseniális német optikus által bevezetett akromát, amely a távcsőobjektívek között klasszikusnak számít. Az európai amatőrök ma is különösen kedvelik. A lencsék belső görbülete csaknem azonos, a második tag flintüveg meniszkusz, az első tag koronaüveg bikonvex. Nincsenek ragasztva, hanem a széleken alkalmazott három távtartó lemezzel építik össze őket egymástól igen kis távolságra. Ez az objektív nyíláshibára, szinuszfeltételre, kóma- és zónahibára korrigált. A látómezőben csak erős nagyításnál jelentkezik a normál használatban különben nem zavaró asztigmatizmus és képfelhősödés. A szférikus hosszaberráció maradék hibáit a színek sárgászöld részén -- a gyújtótávolságra vonatkoztatva --  $10^{-3}$ -ra, sőt kb.  $6 \cdot 10^{-4}$ -re csökkentették. E típust 200 mm nyílás felett az ismert Zeiss E típusú professzionális objektíveknél találjuk meg.

Sajnos elterjedt a jelzések egy igen téves fajtája, amennyiben néha minden kétlencsés akromatot Fraunhofer-objektívnek neveznek annak ellenére, hogy a klasszikus Fraunhofer-objektívek nem ragasztottak, belső görbületeik különbözők, és a hátsó felületük enyhén ívelt.

4. A Clark-objektív (2. ábra) az amerikai amatőrök körében igen elterjedt, gyakran légrésesnek jelölt akromát. Hasonló a Harting-objektívhez, de egy meghatározott, kb. a fókusz-távolság 1,5%-ának megfelelő légrés van a két lencse között. Tehát ez sem ragasztott, így nagyobb átmérőjű távcsőobjektívként is alkalmazzzák. Korrekciója hasonló a Fraunhofer-félééhez. Hogy a maximális teljesítményt nyújtsa, különösen precíz foglalatot igényel, ami a pontos légrést és a helyes központosítást biztosítja.

5. Astro-Spezial (AS-) objektív. (3. ábra) Ennél a kétlencsés félapokromátnál a jénai A. Sonnefeld optikus az ún. rövidflint-üveg bevezetésével már 1925-ben lényegesen csökkentette a másodlagos spektrumot. Erre a fajtára jellemzők az igen erős belső görbületek, amelyek nehezítik a lencsék központosítását és a monokromatikus képhibák korrigálását. Az erős görbületek miatt a maximális megengedhető relatív nyílás  $D=1:10$  lehet. Magas ére ellenére ez a típus a közepes -- legfeljebb 150 mm objektívátmérőjű -- távcsöveknél nagyon kedvelt az amatőrök körében, mert éles, színhű, kontrasztos képet ad. 60 évvel ezelőtti kifejlesztése után az AS-objektív ma is sok amatőr álma. Ez áll természetesen a HA-objektívként jelölt félapokromátra is.

6. Wiedemann-féle félapokromát. A kétlencsés típusok további javítása a lantánüvegek bevezetésével vált elérhetővé. A svájci amatőrcsillagász optikus dr. Wiedemann így tudta 1:8-ra növelni a relatív nyílást. E félapokromátok színkorrekciója igen hasonlít a modern háromlencsés, eredeti nehézflint apokromátokhoz, amelyeket professzionális használatra állítanak elő.



3. ábra. Félapokromát objektívek

7. Busch-féle félapokromát. (3. ábra) Eredetisége miatt igen figyelemre-méltó ún. immerziós objektív fajta. Az eredeti apokromáthoz hasonlóan háromlencsés felépítésű, amelynél a bikonkáv lencse van két bikonvex lencse között. A lencsék között vékony réteg speciális, szintelen olaj van. A középső lencse mintegy "úszik" a külső lencsék között, és a foglalattal külön központosítható. Miután az olaj törésmutatója közel azonos a lencsékével, a belső négy lencsefelületet nem szükséges polírozni. Ezenkívül a hőmérsékletváltozásnál nem lép fel semmiféle feszültség. Gyakorlati tesztje alapján ez az objektív egy eredeti apokromáttal teljesen egyenértékű teljesítményt nyújt.

8. A Zeiss-B objektív valódi apokromát, ritkaság amatőrökben. Ennél egy bikonkáv könnyűflint lencsét két bikonvex lencse -- egy barit könnyűflint és egy koronaüveg -- fog közre. A relatív nyílásviszony 1:15. Kiváló teljesítményt nyújt, de a nagy belső görbületek miatt igen érzékeny a centírozás pontosságára és a hőmérséklet-változásokra.

9. A Conrady-Köhler-féle nehézflint apokromát. A nehézflint üveg használata következtében e háromlencsés objektívénél a belső görbületek laposabbak, ezért könnyebben centírozhatók, és relatív nyílásviszonyuk 1:10-ig fokozható.

10. A fluorit-apokromát újabban az amatőrök körében is terjed. A kisebb méretűeknél a lencsék folyópátból (fluoritból) vagy igen kis törésmutatójú fluor-koronaüvegből készülnek. A mikroszkóp optikáknál már régóta ismert fluorit-rendszerhez hasonlítanak. E típusnak az új APQ Zeiss-objektív felel meg.

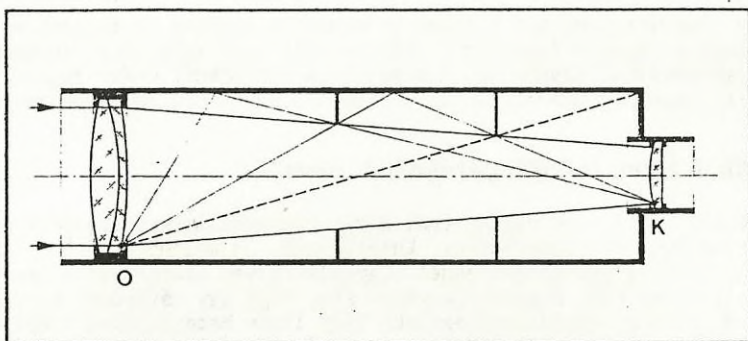
### ***Az optikai elemek felületjóságának növelése***

Két különböző törésmutatójú optikai közeg határfelületein átlépő fénysugaraknál részleges visszaverődések keletkeznek. Ez különösen nagy a levegő/üveg vagy üveg/levegő átmenetekenél. Egyetlen ilyen átmenetnél a beeső fény 4-5%-a visszaverődik. Figyelembe véve azt, hogy egy távcsőnél mind az objektívben, mind az okulárban legalább négy ilyen határfelületen halad át a fény, a reflexiók miatt 25-35% fényvesztés lép fel.

Hogy e veszteségeket csökkentsék, nagy vákuumban megfelelő anyagokat visznek fel a lencsék felületére különféle vastagságban, egy vagy több rétegben. A felületnél ezáltal fellépő interferenciajelenségek felhasználásával a megfelelő rétegvastagság megválasztása útján egy tükröződési minimumot kell megcélózni a spektrum használatos tartományában (ez vizuálisnál a  $\lambda = 500$  nm körül van). E hullámhossztól mindkét irányban ismét nő a visszaverődés, és az magyarázza a tükröző réteg kék vagy bíbor színét ráeső fényben. Átnézéskor nincs elszíneződés. Egyrétegű határfelületeken való egyszeri áthaladásnál a kívánt hullámhosszon a reflexióvesztés kb. 1,5%-ra csökkenhet, így a teljes veszteség egy távcsőben még mindig kb. 11%. Többszöri rétegfelvitel (multi-coating vagy MC eljárás) által ez a veszteség egy lényegesen szélesebb spektrumtartományban 0,2%-ra is csökkenhet áthaladásorként. Ez utóbbi eljárást fotóoptikáknál széles körben alkalmazták, de csillagászati optikáknál nem terjedt el általánosan. Ez a réteg megakadályozza az ún. cikk-cakk visszaverődést, amely az optikai építőelemekben lép fel és szórt fényt idéz elő a műszerben. Az ún. T-optikák használata a képkontraszt növekedésében és a kép ragyogásában mutatkozik meg.

### ***Szórtfény-gátló blendék a távcsőtubusban***

A távcső teljesítményének csökkenéséhez vezetnek a tubus falán történő visszaverődések, hamis fények. A szokásos mattfekete befestésen vagy a lényegesen jobb fekete bársonypapírral való belső borításon kívül nagyon hatásosak a sugárút előre meghatározott helyein elhelyezett fényszűkítők, blendék. A 4. ábrán látható szerkesztés az optimális blende hely és nyílásnagyság megválasztásához ad képet Kolbow szerint. Hogy megkapjuk az optimális blende helyeket és nyílásokat, meg kell rajzolni a távcsőben a sugárkúpot. Ennek alapsíkja az objektív nyílása, felső síkja 2-3 mm-rel nagyobb a mezőlencse valódi átmérőjénél. A rajzot természetes nagyságban kell elkészíteni. Az objektív alsó szélétől (O)  $45^\circ$ -os vonalat húzunk a csőfalig, majd innen tovább a mezőlencse alsó pontjáig (K). Ahol ez a vonal a fénykúpot metszi, oda kerül az első blende. A második visszaverődő sugár az O ponttól az első blende élén megy át, és a csőfalon visszaverődik a K pontba, ahol a sugárkúpot metszi, ott adja meg a második blende helyét és átmérőjét. Ezt az eljárást addig folytatjuk, amíg az O pontból induló és az utolsó blendét érintő sugár már nem éri a csőfalat. A pontatlanságok kiküszöbölésére az első blendét közelítsük 3 cm-rel az objektív felé, és erre újra szerkesztjük a többi blendét. Esetleg a második és a harmadik blende is közelíthető 1 ill. 2 cm-rel.



4. ábra. Szórtfény-gátló blendék elhelyezkedése a tubusban

Kolbow mezőlencsége egy Huygens-okulár volt. Orthoszkopikus vagy más okulárnál a látómezőt határoló nyílásszélet kell figyelembe venni.

HERBERT SCHOLZE

(AuR 4/1987 -- ford. id. Iskum József)

## Két nagylátómezejű okulár

Néhány hete kaptam a felkérést, hogy írjam le észlelések során szerzett tapasztalataimat a 28 mm-es "Plössl" jelzésű, általam is használt okulárról, mely a jelenlegi hazai kínálatban már hónapok óta kapható. A felkérést azzal fogadtam el, hogy a fenti okulár mellett kipróbálhassam azt a 10 mm-es Erfle-okulárt, melynek a hírek szerint 60 fokos látómezeje van. Ez utóbbi optika néhány napja érkezett meg -- sajnos a változékony idővel együtt --, de így is sikerült tapasztalatokat szerezni használatának során.

Elsőként a 28 mm-es "Plössl" jelzésű okulárról. A viszonylag nagyméretű, egyértelműen katonai célra gyártott okulár csak 1 $\frac{1}{2}$ 25-es, azaz 31,5 mm-es foglalattal adaptálható. A csatlakozással, valamint a szemlencse felőli fényvédő gumiharmonika-sapkával 108 mm-es zöldesfeketére zománcozott okulártest 225 g súlyú, amivel alaposan meghaladja a kategóriájában összehasonlításra kínálgató 25 mm-es Zeiss orthó 140 g-ját. Az okulár szimmetrikus elrendezésű akromátjai 25 mm-es szabad nyílásúak, és kékes színű reflexióvédő réteggel látták el őket. Ez nyilván nem SMC vagy MC minőségű, azonban a korábban gyártott katonai célú (táv mérő vagy ún. "erődperiszkóp") okulárokat csak az alap T-réteggel látják el. Az okulártest a beépített 12 mm-nyi finommozgatással (és leolvasó skálával), másik típusánál pedig üveglemezes, osztásos szátkereszttel is rendelkezik. Nálam egy szátkereszt nélküli okulár van, mivel mély-ég észlelésnél és változókeresésnél szátkeresztre amúgy sincs szükség.

Az okulárba tekintve rögtön szembetűnik a Zeiss 25 mm-es orthóval (40 fokos LM) szembeni különbség: az 50 fok körüli, jól határolt, de még átte-

kinthető látómező. A 244/1195-ös Newton-távcsővemre történő adaptálás a még mindig használatban lévő Zeiss-okulársor (egy 6,4 mm-es Super-Plössl-okulárral kiegészítve) Zeiss szabványú 24,5 mm-es okulárkihuzata miatt körülményes. Városból így is csak a legjobb átlátszóság és holdmentes éjszakák esetén "hatásos" a 43x-os nagyításnál 1°10'-es nagy látómező. Természetesen erről nem az okulár tehet... Azonban jó szolgálatot tesz az 1/6 D-nél ideális mély-ég kereső (esetleg üstököskereső) okulár a városi ég alól kiszabaduló észlelőnek. Bevallottan magam is emiatt szereztem be ezt az okulárt, remélve, hogy a későbbiekben az 1,25-es Super-Plössl után más 31,5 mm-es okulárokkal is kiegészíthetem a készletet. A probléma több amatőrtársnál is felmerült már; lehetőleg "parafokális" okulársorozatot kell beszerezni, hiszen észlelés közben gyorsan kell okulárt, ill. nagyítást váltani!

Visszatérve a 28 mm-es Plössl-okulárhoz, még meg kell említenem, hogy nappali fénynél a látómezőt vizsgálva a keményen határolt LM-perem mellett enyhe sárgás elszíneződés látható. Ez azonban a lencsék gyári színkorrekciójára utal, gondoljunk pl. egy egyszerű Huygens-okulárra, melynél a LM-perem erős kékes elszíneződést mutat.

A távcsőnél 43x-os nagyításnál jóformán nincs különbség a 25 mm-es Zeiss orthó (47x) és a Plössl leképezése között. Az f/5-ös fényerejű főtükör kómahibája természetesen a perem mentén mindkét okulárnál jelentkezik. Szerencsére már több alkalom nyílt a 28-as Plössl nagyobb nagyítás melletti kipróbálására, mégpedig Kocséron, a Berente Béla által épített, igen jó minőségű 25 cm-es Cassegrain-távcsővel. Ez a műszer a többszöri kontroll után igazolhatóan 15,5-ös hmg-re képes, igaz, nagyobb, 300-375x-ös nagyításnál. Az objektumok keresésére egyébként az ott is rendelkezésre álló 25 mm-es Zeiss orthót szoktuk használni, aminek azonban a 150x-es nagyítás mellett mindössze 17' látómezeje van. Esetenként egy 40 mm-es Zeiss Huygens-okulár is előkerül, aminek használatát az adapter-közgyűrűvel való piszogás hátráltatja. A 28 mm-es Plössl a 250/3750-es Cassegrain-távcsővel igazán kellemes és az eddigiekhez képest nagy, 23'-es LM-t adott. Az ezzel járó nagyítás még mindig 134x-es.

Május 1-jén itt, Kocséron kerestük meg 24,4-es Newtonom "vendégszereplése" mellett az NGC 4236 Dra GX-t és a szomszédságában (1,5 fokkal DNy-ra fekvő) 12,3 magnitúdó összfényességű NGC 4128 Dra GX-t. Amíg a nagy felületű, kb. 20'x5'-es NGC 4236 a 24,4-es 70x-es nagyítása mellett viszonylag könnyen előkerült, addig az NGC 4128-nál a 134x-est "mértányolta" a 25 C-nél a kis halvány ködfolt. A Plössl-okulár ugyanekkor kb. 14,3-14,4 magnitúdós hmg-t adott, ami nem teljesen tökéletes, kissé párás égnél elfogadható teljesítmény 134x-es nagyítás mellett.

A számunkra valóban ünnepi (kikapcsolódást jelentő) alkalom során észleltük az NGC 5897 Lib GH-t is. A objektum -20°50'-es deklinációja még Kocséron is alaposan megnehezítette a dolgot, de mindkét műszerrel sikerült egyértelműen elérni, sőt néhány előtérscillag mellett grízesség, bontás kezdeti "nyoma" is érezhető volt.

A 28 mm-es Plössl az adott 134x-es nagyítással már a Jupiter észlelésére is alkalmas. Jelentkezik a konstrukcióból adódó kissé zavaró reflexió, s itt egyértelműen megállapítható, hogy a katonai célra kifejlesztett okulár képkontrasztja nem éri el a Zeiss 25 mm-es orthó okulárját. Mindezzel együtt jól használható közepes és kis nyílászórányú távcsöveknél mély-ég- és változókeresésre, észlelésre egyaránt. A gyakorló észlelőnek azonban tudnia kell, hogy a nagyobb fényerejű 20-30 cm-es műszereknél egy ilyen

okulár csak jó, fénytől mentes helyen használható ki igazán. Beszerzését a kispénzű amatőrök is nyugodtan tervezhetik, nem éri őket csalódás.

A másik "próbára tett" okulár egy 10 mm-es (ATC gyártmányjelű) Erfle, melyet eddig sajnos nem tudtam kipróbálni hold- és városfénytől mentes égen. Így a vele szerzett tapasztalatok nyilván nem teljes értékűek.

A kisméretű, 34 mm-es építési hosszú és 24,5 mm-es nyakkal rendelkező (tehát Zeiss-okulárokkal együtt használható) optika versenytársa a korábban használt "standard" Zeiss 10 mm-es orthó okulárnak. Már nappali fénynél szembetűnő a nagy, 60 fokos LM, amely élesen határolt a peremen. A szemlencsénél 11 mm-es benéző nyílású okulár (a Zeiss 8 mm-ével szemben) nem igényli a szem "beleszorítását" az okulárba. A lencsefelületek kékes védőrétegéről nem kaptam gyári adatot, azonban a kipróbálás során a Jupiternél alig jelentkezett reflexió, így feltételezhető, hogy nem csak egy réteget vittek fel a felületekre.

Az okulár tényleges látómezejét a kipróbálásra adódó két "fél" este során sikerült kimérni (a gamma Vir-nél, stopperrel, korrekcióval), így a 24,4 T-vel 120x-osnál 27' adódott. A 10-es orthó azonos nagyítás mellett csak 20,4-et tud. A különbség több mint 30%-os, ami főleg a mély-ég- és a változóészlelőknek jelent előnyt. Nem is keveset.

Az okulár fényes csillagnál vizsgálva is jó leképezésű, csak a perem mellett válik észrevehetővé a képmezőgörbület, valamint a Zeiss-okulárnál is meglévő -- e nagyításnál kiscsök -- kómahiba. A képkontraszt a LM közepén mindkét alkalommal a Zeiss szintjét hozta, illetve a jobbik (első) alkalom során a Jupiter összehasonlító észlelésekor a kép kontrasztja kissé jobb is volt. A LM-peremen azonban a leképezés gyengébb, mint a 10-es Zeiss orthóé. Nyilván ez az "ára" a jelentősen nagyobb látómezőnek... Mély-ég objektumok közül csak néhányat néztem meg (M13, M81-82), de az égi háttér ehhez nem volt igazán szerencsés. 120x-osnál azonban 13,0 magnitúdó táján mozog a hmg, ami ismét csak a városi háttérre hivatkozva jó teljesítmény.

Az okulárnak van hátrányos oldala is, mégpedig az, hogy nem parafokális a Zeiss-okulárokhoz (kijebb lehet csak élesre állítani), s ezt csak fókossa a rövidebb csőhossz. A vegyes típusú okulárok használata természetesen előhozza ezt a problémát, amit azonban a remélhetőleg leleményes amatőrök fogasléces vagy menetes okulárkihuzattal képesek kompenzálni. Igaz, hogy a 31,5 mm-es és 24,5 mm-es okulárok együttes használata is hasonló -- ez esetben közgyűrűkkel (lehetőleg esztergált, pontosan illesztett közdarabokkal) -- megoldható problémát jelent.

A 10 mm-es Erfle-okulár a szerényebb értékű összehasonlító teszt ellenére egy optikailag is jó, az észlelői gyakorlatban "általános célú", de a nagy látómező miatt a mély-ég- és változóészlelésben kifejezetten hasznos okulárnak minősíthető. A kapott információ szerint a későbbiekben ez az okulár is beszerezhető lesz, s ha igaz, 4000 Ft-ot nem sokkal meghaladó áron. Ez nem utolsó körülmény a többnyire vékony pénztárcával rendelkező hazai amatőrök számára. Kívánom, hogy a fent leírtakat más észlelők is minél előbb kiváló megfigyelési eredményekkel erősíthessék meg. (A két ismeretett okulárral kapcsolatban Szabó Sándornál lehet érdeklődni.)

PAPP SÁNDOR