

## Hogyan teszteljük csillagra távcsövünket ?

Az alábbi cikk az Astronomy c. magazin 1983 áprilisi számában jelent meg. A hazai amatőrök számára is jól használható cikk fordítását rövidített formában írom le, elhagyva a kevésbé lényeges részeket.

"Nem azt írom le, milyen egy jó optika, hanem mit kell tudnia egy jó optikájú távcsőnek. Honnan tudhatjuk meg, hogy mikor jó a távcsövünk optikája?

Biztosan hallottunk már teszt eljárásokról /pl. Foucault féle késél teszt/-, de mit érnek ezek, ha nem tudjuk használni őket! Itt most leírok egy olyan tesztelési eljárást, amit mindenki meg tud tanulni, és könnyen kivitelezhető. Ha ebben a tesztben jól vizsgáljuk az optikánk, akkor biztosak lehetünk abban, hogy távcsövünk optikája egészen kiváló minőségű.

Mindenki hallott a Foucault tesztről. A teszt és változatai az amatőrök és profik állandóan használt teszt eljárásai a tükrök és lencsék készítésekor.

Felvetődik a kérdés;-milyen jó a távcsövem? Erre már a Foucault teszt sem tud válaszolni.

A létező legérzékenyebb teszt, amely használható mindenféle távcsőhöz, és nem kell bonyolult berendezés sem hozzá,- az a csillag teszt.

A teszt szélsőséges esetben csak abból áll, hogy belenézünk az élesreállított okulárba és felkiáltunk: "Oh, de szép!" Ezt sokan elegendőnek is tartják, s eszükbe sem jut, hogy komolyabb tesztet csináljanak. Ez leegyszerűsítve abból áll, hogy megnézzük az extra-, és intrafokális csillagképet. A csillag tesztet már a fémtükrös távcsövek korszakában használták,-jóval előbb, mint a Foucault tesztet. Mielőtt hozzáfognánk a teszteléshez, tekintsük át a legelterjedtebb távcsőoptikai vizsgálati módszereket.

### A legelterjedtebb tesztelési módszer.

A legtöbb ember aszerint ítéli meg távcsövének teljesítőképességét, hogy milyennek látja benne kedvenc objektumait; majd összehasonlítja a látványt más, hasonló méretű távcsövekben látottakkal.

Az ilyen tesztelésnek több hátránya is van:

A gyakorlatlan észlelő rendszerint rossz teszt-objektumot választ ki. Nagyon gyakran maga a tesztelést végző személy sem nézett igazán jó optikájú távcsőbe, és éppen ezért nem tudhatja, hogy milyennek kell lennie egy tökéletes leképezésű távcsőnek. Ráadásul nem ismerik eléggé a rossz jusztírozás és a légköri turbulencia képrontó hatását sem. A sikeres összehasonlításhoz az kell, hogy belenézhesünk egy, a tesztelni kívánt távcsőhöz hasonló méretű nagyon kiváló leképezésű távcsőbe.

Milyennek kell lennie egy tökéletes optikának?

Az a helyzet, hogy tökéletes optika rendkívül ritka, -talán nincs is ilyen. Így a saját szememmel látott távcsövek "nagyon jó"; - "jó" minősítést kaptak, míg a távcsöveknek kb. 20%-a kifejezetten rossz volt.

Ha van egy kitűnő 60 mm-es refraktorunk, és a szomszéd közepes minőségű 150 mm-es tükrös távcsöve, akkor máris sikerrel indulhatunk neki az összehasonlító tesztelésnek. A távcsövek optikáinak precíz beszabályozása rendkívül fontos, -kivéve akkor, ha a rossz jusztirozás képrontó hatását akarjuk tanulmányozni.

### A Ronchi rács-teszt

Ha eltávolítjuk távcsövünk okulárját, helyére rácsot teszünk, majd a rácson keresztül nézünk egy fényes csillagot, -akkor a rács vonalai a tükröre látszanak vetülni. Ha a tükrő felületén párhuzamos egyenes rácsvonalak látszanak, akkor az jó minőségű.

Az optikai hibákon kívül a rácsképet még több dolog torzít-hatja el: pl. ha a rács nem merőleges az optikai tengelyre, vagy a rácsvonalak nem egyenletesek.

### A kettőscsillagra való tesztelés

Ezt a módszert már említettük, de van még néhány érdekesség, amit érdemes elmondani róla.

A kettőscsillag-teszt az alapja a legelterjedtebb minősítési eljárásoknak, -itt azonban van néhány problematikus részlet. A szoros kettőscsillagoknak felbonthatóságát jelentősen befolyásolja a légkör állapota, -ezért sok esetben nem a távcsövet, hanem a légkört teszteljük.

### A Foucault teszt

Ez a teszt feltalálása óta általánosan használt hatékony módszer az optikák tesztelésére, különösen ha érzékeny és pontos késél-helyzet leolvasási lehetőségünk van hozzá.

A teszt sokkal érzékenyebb a tükrő közepének hibáira, mint a perem sokkal kellemetlenebb eltéréseire.

Leghasználhatóbb akkor, ha a tükrő felületének alakítása közben megnézzük, hogy mennyit változott a felület. Az alumíniumozatlan, kopolírozatlan tükrő vizsgálatára a Foucault teszt könnyű és megbízható.

A kész, megszerelt tükrök esetében azonban a csillag-teszt az érzékenyebb.

### A csillag-teszt

Végre elérkeztünk a lényeghez! Hogyan fogjunk hozzá a teszteléshez? Először is állítsuk fel távcsövünket egy derült estén, és hagyjuk kint, hogy felvegye környezetének hőmérsékletét.

Ha parallaktikus szerelésű távcsövünk van, akkor a rektatengelyt el kell mozdítani az északi irányból, mert különben nehézkes lesz a Polaris beállítása a látómezőbe.

Ha megtaláltuk a Sarkcsillagot, akkor tegyük be a távcsőbe egy nagy nagyítást adó okulárt, és állítsuk élesre a képet. Ha olyan esetet választottunk ki, mikor erős a légköri turbulencia, akkor a kicsi, fényes csillagkép helyett nagy, fényes fénypacsnit látunk. A légköri turbulencia hatását könnyen megkülönböztethetjük az optikai hibáktól. Az optikai hiba helyben marad; a légmozgások állandóan változó képet adnak.

A legtöbb távcsőnél nagy nagyításokat 6 - 8 mm fókuszú okulárokkal érünk el. Lényeges, hogy ezek az okulárok kiváló minőségűek legyenek, különben az okulár hibái hozzáadódnak a tükör hibáihoz.

Rajta! Kezdjük a tesztelést!

Toljuk az okulárt az élesre állított képtől kicsit befelé az optika irányába, majd vissza fókuszon kívüli helyzetbe, - és vissza ismét. Figyeljük meg a kép változását!

Azt látjuk, hogy képponton belül és kívül a csillag képe korongga távol ki. Az a korong azonos a tükör által összegyűjtött fénykupnak azzal a részével, amit az okulár fókusz-síkja metsz ki belőle. Newton távcsövek, és egyéb központi kitakarással bíró távcsövek esetében a tükör által összegyűjtött fénykup belsejében van egy árnyékkup is.

Fókuszáljunk előre - hátra, lassan és gyorsan; közben próbáljuk elraktározni a fókuszon belül és kívül látott kép jellegzetességeit.

Méddig toljuk be, és huzzuk ki az okulárt?

Ezt elég könnyen kitapasztalhatjuk, -elég ha addig tágitjuk ki a fénykorongot, hogy kb. 6 diffrakciós gyűrűt lássunk. Gyűrűk? Hogyan keletkeznek? Ahogy a fényhullámok a tükör felületének különböző részeiről visszaverődve egyesülnek a fókuszban, -interferálódnak egymással. Helyenként erősítik, máshol gyengítik, -kioltják egymást. Ezért láthatunk gyűrűket a csillag kitágított fénykorongján. Ezek a gyűrűk nagyon érzékenyek a tükör felületének eltéréseire, hibáira.

Ha tükrünk felülete kifogástalan, akkor az extra- és intrafokális kép között nincsen lényeges különbség. Ilyenkor tapasztalhatjuk azt, hogy fókuszon kívül-belül egyformán megvilágított a fénykorong, -világosan elkülönülő gyűrűkkel. A legszélső gyűrű, és a központi kitakarás árnyékának széle fényesebb és vastagabb a többinél.

Most pedig lássuk azt, hogy miket láthatunk egy kevésbé tökéletes távcsőben!

### A nem pontosan bejusztított távcső

Ha távcsövünk nincsen pontosan beszabályozva, akkor a tesztelés további szakaszaiban addig nem tudjuk használni, amíg ezt a hibát ki nem javítottuk.

Az optikailag beszabályozatlan távcső a kóma és asztigmatizmus keverékét mutatja.

A látvány aszerint változik, hogy fókuszon belül vagy kívül van az okulárunk. Jegyezzük meg, hogy az extrafokális fényfolt negye az optikai tengely felé mutat.

Távcsövünket úgy jusztírozhatjuk be, hogy az optikai tengelyt a látómező közepébe hozzuk.

A pontos jusztirozás igen fárasztó, inkább "kétemberes" munka. Több-kevesebb próbálkozással el kell érniünk, hogy a kitágított fénykorongon belül minden szimmetrikus legyen. A refraktorok beszabályozása cselesebb, ui. itt a kóma irányítottasága fordított a tükörhöz képest. Vannak olyan refraktorok, amelyeket kóma mentesnek neveznek. Ezeknél a hibás beszabályozáskor csak asztigmatizmus jelentkezik, -kóma nem.

### A szférikus aberráció

Ha alaposan belegondolunk, akkor rájövünk, hogy a gömbi eltérést az a csekély üvegfelesleg okozza, amit parabolizáláskor kipolirozunk az üvegből. A gömb felületű tükör közepének fókuszja hosszabb a többi zóna fókuszánál, mikor extrafokális helyzetből toljuk az okulárt a fókusz felé, akkor először a tükör közepe által visszavert fénysugarakat látjuk egyesülni a fókuszban. Ez a hiba megengedhető a kis nyílásvizonyu, kommersz tükröknél. Ezt a hibát hívják alulkorrigáltságnak is; - ezzel ellentétes hiba a felülkorrigáltság, amikor a felület a paraboloidnál mélyebb, - a hiperboloid felé tér el.

Vizsgáljuk meg csillagunk fényeloszlását extra- és intrafokális okulárnál. Jegyezzük meg, hogy a legszélső gyűrűnek a többinél jóval fényesebbnek, és vastagabbnak kell lennie, - de a szélső gyűrű fényessége fókuszban belül és kívül azonos! Kis mértékű szférikus aberráció általában megengedhető, de kerülendő a fényerős reflektoroknál.

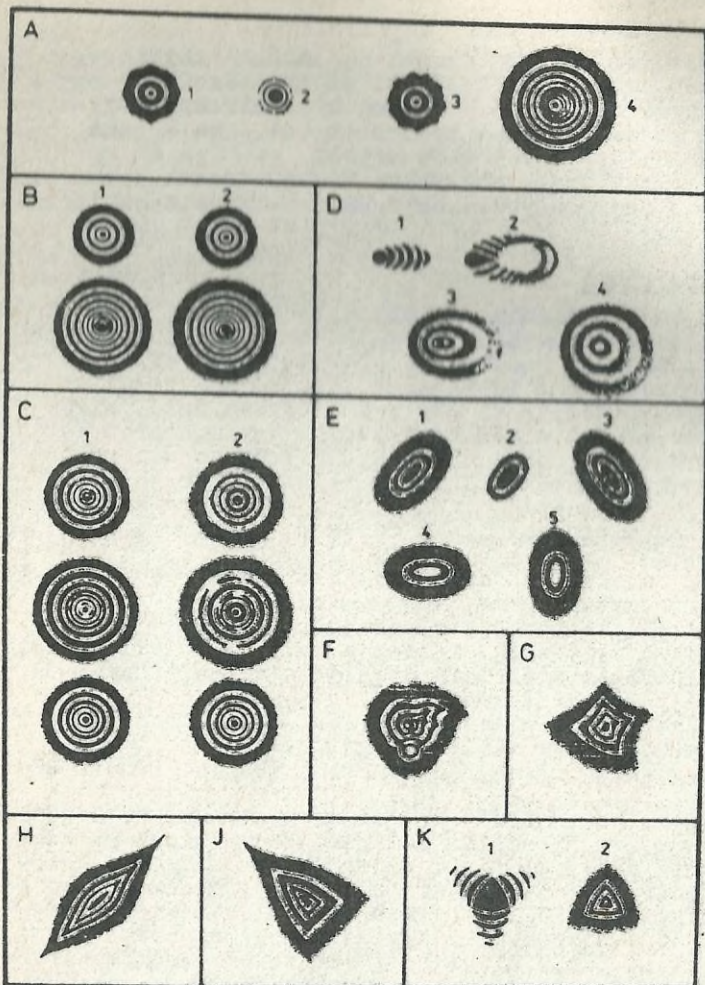
Már beszéltünk a tökéletességről; - de hogyan ismerjük fel a kismértékű alul-, vagy felülkorrigáltságot? A következő egyszerű, és nagyon érzékeny tesztet könnyű elvégezni.

Fényes csillagot fókuszáljunk: be nagyon pontosan, majd mérjük le, és jegyezzük fel az okulár állását. Most huzzuk ki addig az okulárt, amíg éppen előtűnik a segédtükör árnyképe. Mérjük meg az okulár mostani állását is. Fókuszáljunk vissza a tökéletes képig, majd toljuk tovább az okulárt addig, amíg ismét megjelenik a központi kitakarás árnyképe. Ezt a helyzetet is mérjük le. Ha a kiindulási helyzettől számított távolság pontosan megegyezik, akkor tükrünk mentes a gömbi eltéréstől, -paraboloid.

Ha a távolság fókuszban belül kevesebb, mint kívül; -akkor tükrünk alulkorrigált, ellenkező esetben felülkorrigált.

### Peremhiba

Az amatőr optikusok sok év óta rettegnek a peremkopástól, mert nem könnyű javítani. A peremkopás a képet diffúzzá teszi. A peremkopást könnyű kimutatni csillag-tesztel. Fókuszban belülretolt okulárnál figyeljük meg a fényfolt peremét: a háttérből élesen kiváló perem helyett diffúz, fokozatosan háttérbemosódó szegélyt látunk. Fókuszban kívül a fényfolt pereme jóval fényesebb és vastagabb, mint jó tükör esetében.



A-B: Kitűnő optika

C: Zónahiba

D: Kóma

E: Asztigmatizmus

F-G: Inhomogenitások a lencsében

H-J: Peszültségek

K: Három ponton megfeszített tükör v. lencse

## Asztigmatizmus

Az asztigmatizmus mutatja a legfélreérthetlenebb képet a csillag tesztben; a képponton belül és kívül egymásra merőlegesen megnyúlt elliptikus fényfoltot. A hibát mindegyik optikai elem tartalmazhatja, -beleértve a szemet is.

## Zónahiba

Az okulárt mozgassuk kicsit messzebb a fókuszról, mint azt eddig tettük. Vizsgáljuk meg így a fókusz mindkét oldalát. Ha a tükör felületének egy része alul-, vagy túlkorrigált, akkor az jól meg fog látszani a gyűrűk fényeloszlásában. Fókuszon kívüli fénykorongon a tükör felületének kiemelkedő részei /púp-gyűrű/ kiugróan fényesnek látszanak; szintúgy, mint fókuszon belül a tükör mély zónája.

## A tükör felületének egyenetlensége

Ezt a kellemetlen hibát a nem megfelelően homogén üveg, és a rajta túl gyorsan mozgatótt szuroktárcsa okozza. A tükör felülete össze-vissza szabdalt, rögös. A felületi egyenetlenségek százvezred milliméteres nagyságrendűek, de már ez is elég ahhoz, hogy a kitágított fénykorongon elkenje a gyűrűket. Az ilyen tükör a fókuszban pregnáns Airy-korong, és diffrakciós gyűrűk helyett lágy, elmosódott diffrakciós képet ad.

Elégge valószínűtlen, hogy első teszteléskor megbízhatóan el tudjuk dönteni, hogy mi is az, amit látunk. Legjobb módszer a tesztelés gyakorlására az, ha minél több távcsövet le tudunk tesztelni a leírt módszerrel.

Az is helyénvaló kérdés, hogy mire használható, és mire nem a távcsövünk optikája. Ez attól is függ, hogy milyen megfigyelési célra vettük /készítettük/ az optikát. A fényerős távcsövek tükröi rendszerint alulkorrigáltak, -de ha az extra- és intrafokális kép közel azonos, akkor nincsen baj, mert az ilyen távcsövet amúgy is kis nagyságokkal használjuk mély-egezésre. Ha nagyobbak az igényeink, akkor általános használatra f/6-os, vagy még kisebb fényerejű tükröt vegyünk. Pontos az, hogy tükrünk ne legyen peremkopott és asztigmatikus. Ha meglátunk távcsövünkkel finom, halvány részleteket a bolygók felszínén, akkor valószínű, hogy távcsövünk optikája igazán kiváló minőségű. Természetes, hogy a kiváló minőségű optikák sok pénzbe kerülnek, s ha ilyenre nincsen pénzünk, akkor kompromisszumokra kényszerülünk."

Az Astronomy múlt évi júniusi számában olvastam egy nagyon érdekes értékelést gyári Schmidt-Cassegrain távcsőről. Több szempontból is figyelemre méltó írás egy részét érdemes közzétenni, már csak azért is, mert jó példa a fentiekben leírt tesztelési módszer alkalmazására.

A japán gyártmányú JSO-12B 125 mm-es távcső tesztelését Richard Berry, az Astronomy főszerkesztője végezte.

"A távcsövet beható csillag-tesztnek vetettem alá három különböző éjjelen. Bár az optika nem tökéletes, leképezése összehasonlítható más, általam is látott Schmidt-Cassegrain-ok leképezésével. A Vega körül 400 x-os nagyításnál gyengeháló volt, s felfigyeltem az Airy-korong csekély aszimmetriájára is. A Ronchi tesztben a sávok tökéletesen egyenesek voltak, kivéve az optika külső és belső peremén, - ahol enyhe peremkopás látszott. Ez a viszonylag csekély hiba okozta a halót a Vega körül. Ezek a hibák talán el fogják kerülni az átlagos észlelő figyelmét, mivel a kép minőségét csak kis mértékben rontják.

Mikor a távcső teljesen felvette környezetének hőmérsékletét, akkor jó képet adott a Szaturnuszról, egészen jól mutatta a Cassini-rést is. A viszonylag nagy /40%-os/ központi kitakarás ellenére sikerült felbontani az Epsilon - Boo-t is."

Oszintén remélem, hogy minél többen megpróbálkoznak a tesz-teléssel!

BERENTE BÉLA

## Asztrofotográfia - dióhéjban

A mély-ég objektumokat halvány voltak következtében a fő-műszerrel kell lefényképeznünk. Ez persze rögtön felveti a távcsővezetés problémáját, hiszen gondoljuk meg: egy kilométer távolságból szemlélve a teleszkóp optikai tengelye néhány milliméternél többet nem kalimpálhat, ugyanis az már nyomot hagy a felvételen.

A pontos vezetés megoldható házilag is. A tubus vezetésére mindjárt két módszer is kínálkozik. Az első a vezető-távcső használata. Bevált kövstelmény e műszertípustól, hogy nagyítása abba a tartományba essék, mint az objektív /fényképező! gyűjtőtávolsága cm-ben. A vezető-távcsőnek rendelkeznie kell szabályozhatóan világítható szálkereszttel vagy látómező-tüskével. A látómező-tüske nem más, mint az optikai tengelyig benyúló, s rá merőleges irányból megvilágított tühegy. Vezetéskor ennek csúcsára "szúrjuk" fel a vezető-csillag korongocskáját. Előny e megoldásnál, hogy a mindig jelentkező és egyre növekvő deklinációs hibát könnyen ész-revehetjük.

Esetemben 72/500-140-szeres a vezető, s egy trimmerrel szabályozott LED megvilágítású teodolit-tag biztosítja a vezethetőséget. A vezető legyen elállítható, hogy mindig találhassunk alkalmas vezetőcsillagot.

Második módszer az ún. vezetőfej alkalmazása úgy 20 cm átmérő felett. Ez olyan platform, amely a vezetést és az