

Csillagászati észlelés gyakorlat I.

3. óra: Távcsövek és távcsőhibák

Hajdu Tamás & Sztakovics János & Perger Krisztina
Bögner Rebeka & Császár Anna

2018. március 8.

1. Távcsőtípusok

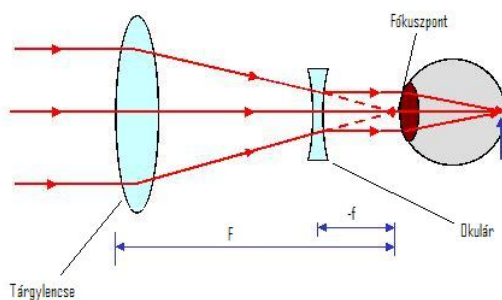
3 fő típust különböztetünk meg:

- Lencsés távcsövek (refraktorok)
- Tükrös távcsövek (reflektorok)
- Katadioptrikus távcsövek

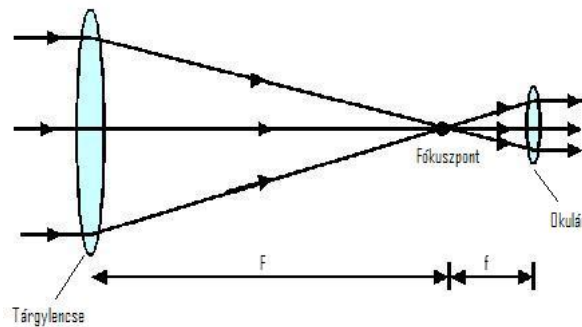
1.1. Lencsés távcsövek

A fő leképező optikai eszköz egy (vagy több) lencse. Ezekkel az eszközökkel a fénytörés jelenségét használjuk ki a fény összegyűjtéséhez és fókuszálásához.

- **Galilei-távcső:** Az első távcsőtípus, melyben egy gyűjtő és egy szórólencse található. Egyenes állású képet ad, de a látómező mérete a többi lencsés távcsőben megfigyelhető elrendezéshez képest meglehetősen kicsi. Manapság ezt a rendszert kutató munkára nem használják, mert az egyszerű lencsék miatt számos optikai hibával terhelt képet ad, de színházi távcsőként ma is közkedvelt.



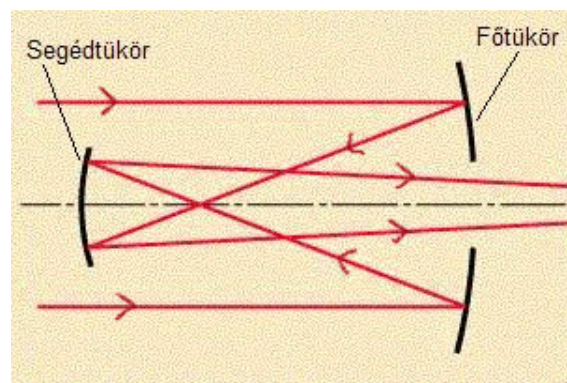
- **Kepler-távcső:** Ez az optikai rendszer tekinthető a mai lencsés távcsövek őseinek. Itt is két fő lencsét találunk, de a Galilei-féle elrendezésben szereplő homorú lencse helyett domború lencsét használunk, mely az objektív primér fókuszusa mögött van. Ennek következményeként fordított állású képet kapunk, de ez egyáltalán nem okoz nehézséget a csillagászati megfigyeléseknél. A távcső nagy előnye a Galilei-távcsővel szemben, hogy a látómezeje sokkal nagyobb, igaz ehhez a távcső tubushosszát meg kellett növelni.



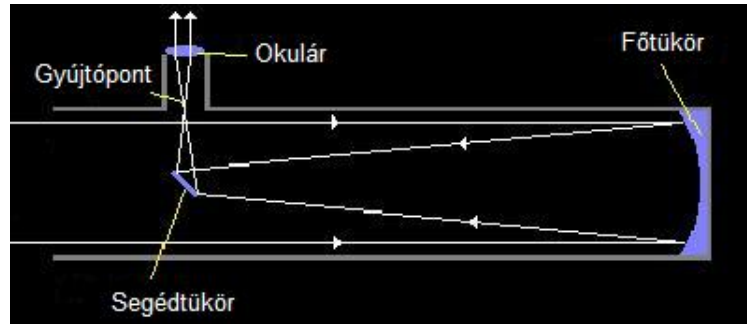
1.2. Tükrös távcsövek

A fő leképező optikai eszköz egy (vagy több) tükör. Ezekkel az eszközökkel a fényvisszaverődés jelenségét használjuk ki a fény összegyűjtéséhez és fókuszálásához. A több tükröt tartalmazó rendszerek főtükre mindig homorú.

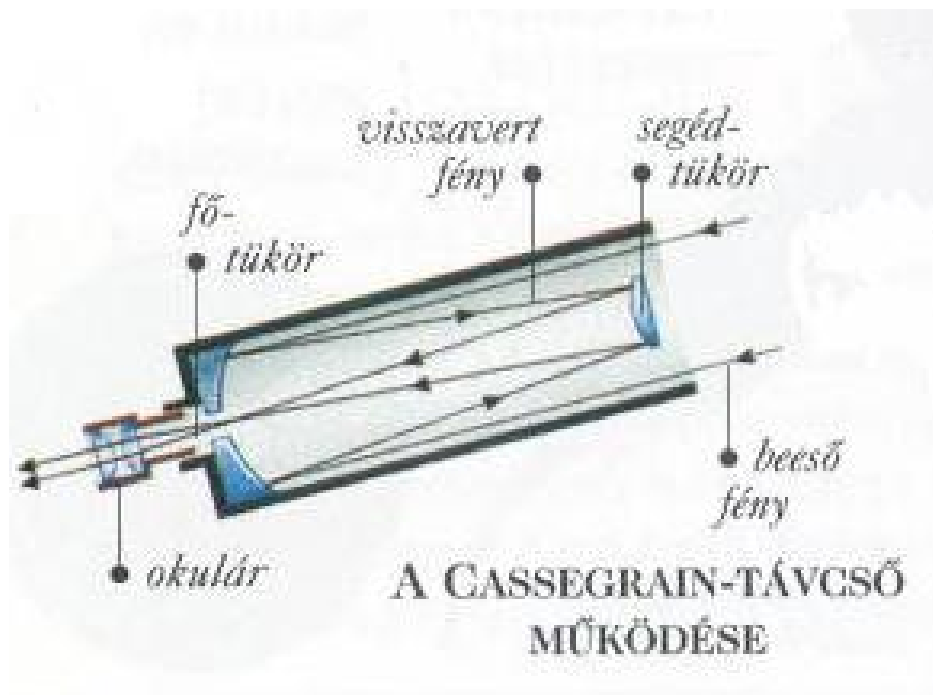
- **Gregory-féle tükrös távcső:** 1663-ban James Gregory építette meg az első tükrökkel működő távcsövet. A távcső két homorú tükörből áll. A fény a tubust a főtükör közepébe fúrt lyukon keresztül hagyta el, ahol belépett az okulárba. A távcső felépítését tekintve egy nagyon jól működő eszköz lett volna, de abban az időben a tükrök készítése nem volt elég pontos, így nem tudtak megfelelő görbületű tükröket csiszolni.



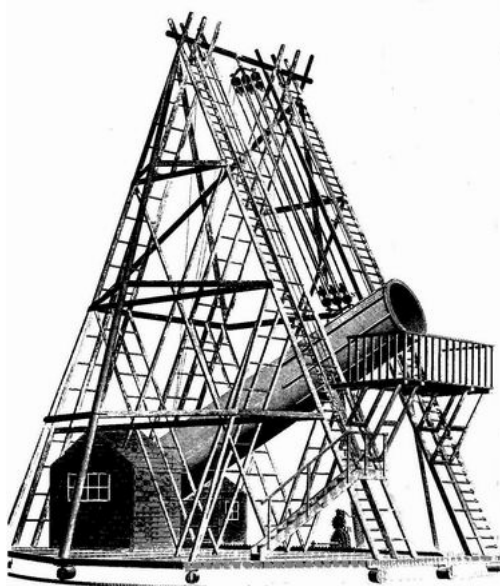
- **Newton-féle tükrös távcső:** Nagyon pontos paraboloid főtükrő és egy sík segédtükör van benne. A főtükrőről visszaverődő fénysugarak a 45 fokban megdőntött segédtükörre esnek, mely így egy derékszögű eltérítést eredményez a fényútban. A fény végül az okulárba jut, mely a távcsőtubus oldalán levő nyílásban helyezkedik el. Ez meglehetően kényelmes a megfigyelés alatt, mivel ha az égbolton magasan lévő objektumot szeretnénk megfigyelni, nem kell a távcső alá hajolnunk.



- **Cassegrain-távcső:** Körülbelül a Newton távcsővel azonos időben jelent meg a Cassegrain reflektor. Sieur Cassegrain francia szobrász elképzelése alapján alkotott, ma is közkedvelt távcső típus. A teleszkóp fénymenetét ábrázoló képen láthatjuk, hogy itt is két tükör van. A főtükrő szintén paraboloid felületű, viszont a segédtükör nem sík, hanem egy domború, hiperboloid felületű tükör. Ennek a segédtükörnek köszönhető, hogy hosszú effektív fókusztávolságot lehet elérni a Cassegrain távcsőnél. A fény a tubust végül a főtükrő közepén levő lyukon keresztül hagyja el.



- **Herschel-távcső:** Ha a távcsövek bemutatását a történelmen keresztül követjük, akkor a következő lépés, amit meg kell említeni, a William Herschel által megépített nagy távcső. Az ún. Herschel-szerelésű távcsövekben nincs segédtükör, a főtükrök kissé meg van döntve, ami kicsit megnöveli az optikai leképezések hibáját. Az okulár a tubus peremén található. A szerelés érdekessége az, hogy a távcső által készített képet a főtükrökkel szemben pillanthatjuk meg. Nagy előnye az előző távcsövekkel ellentétben, hogy a segédtükör nem takar ki fényt a fényútból. A Herschel által elkészített legnagyobb távcső átmérője 122 cm volt, ezt 1789-ben állította össze.

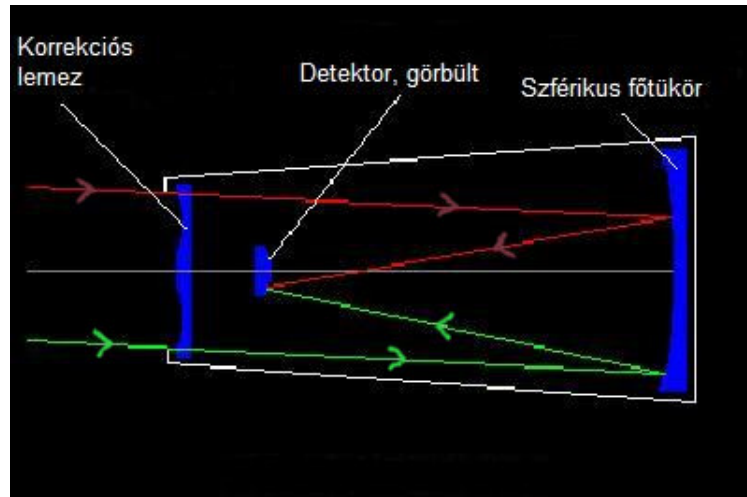


1.3. Katadioptrikus távcsövek

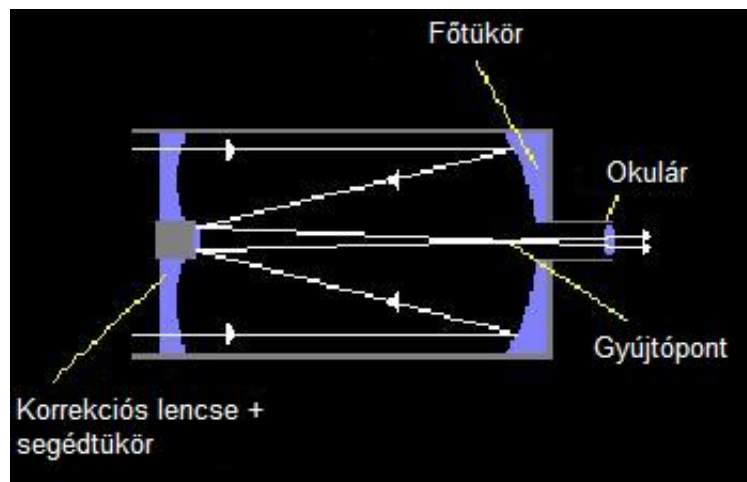
Megalkották a katadioptrikus távcsövet, mely a refraktorok és a reflektorok jellemzőivel rendelkezik.

A teleszkóp objektívje egy homorú, szférikus vagyis gömb felületűre csiszolt tükör, ennek hatására a szférikus aberáció jelensége elég erősen jelen lenne a képeken, de ezt korigálendő a távcsőben elhelyeztek egy olyan optikai elemet, mely ellensúlyozza a tükör által okozott gömbi hibát.

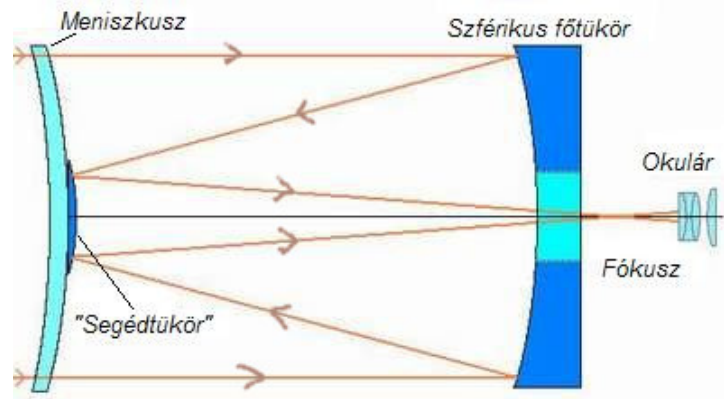
- **Schmidt-távcső:** Az első ilyen elrendezésű rendszert Bernhard Schmidt elképélése alapján 1930-ban építették meg. A távcső elején található meg a gömbi hibát korrigáló optikai elem, a korrekciós lemez. A távcső az optikai elrendezése miatt vizuális megfigyelésre egyáltalán nem alkalmas, mivel a kép a távcsőtubuson belül jön létre, egy detektor felületén.



- **Schmidt-Cassegrain távcső:** A Schmidt távcső egy jól sikerült továbbfejlesztése ez a teleszkóp. Gömb főtükör található benne, a segédtükör ellipszoid felületű és a tubus elején megtalálható a korrekciós lemez. A Schmidt távcsővel ellentétben a kép a főtükör mögött (a tükör át van fúrva) keletkezik.



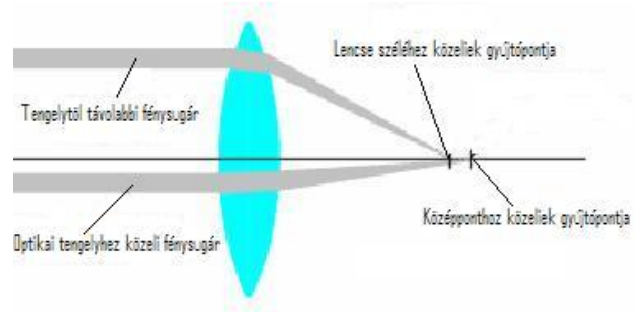
- **Makszutov-féle távcső:** A katadioptrikus teleszkópok szintén elterjedt formája a Makszutov-féle elrendezésben készült távcső, amelyet először 1941-ben készítettek. A rendszerben található összes felület gömbfelület. A benne lévő erősen homorú lencse vagy másnéven meniszkusz a szférikus aberráció kijavítását szolgálja. Speciális fajtája a Makszutov-Cassegrain-féle elrendezés. A szokatlan dolog, amit az ember észrevesz ennél a konstrukciónál, hogy nincs benne külön segédtükör, hiszen ezt a funkciót a korrekciós lencse felületére rápárolgatott alumíniumréteg tölti be.



2. Távcsőhibák

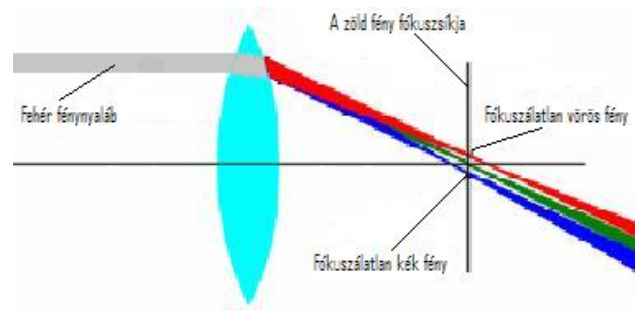
2.1. Szférikus aberráció (gömbi hiba):

A gömbfelületű lencse szélein áthaladó, vagy gömbi tükör szélén visszaverődő fénysugár nagyobb eltérést szenved, mint az optikai tengelyhez közelebb elhaladó, ezért végeredményként nem egy pont lesz a fókusz. Ez a jelenség akkor is tapasztalható, ha a leképezéshez monokromatikus fényt használunk.



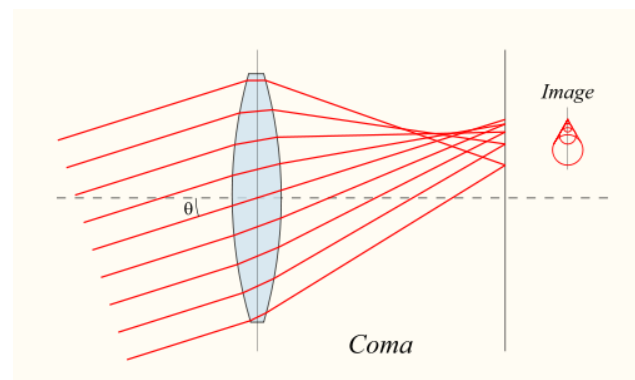
2.2. Kromatikus aberráció (színi hiba):

Ez a hiba monokromatikus fény esetén nem jelentkezik. Viszont fehér fényt alkalmazva azt látjuk, hogy a kapott kép nem egyformán fehér, hanem a kép belső része kékebb, míg a széle felé vörösebb (vagy fordítva, a lencsétől mért távolságtól függően). Ez annak köszönhető, hogy a különböző hullámhosszú fénysugarakat a lencse másként téríti el, hiszen a hullámhossztól függ az üveg törésmutatója. (A prizma is ezért bontja fel a fényt.) Legerősebben a kék, legkevésbé a vörös fény törik meg.



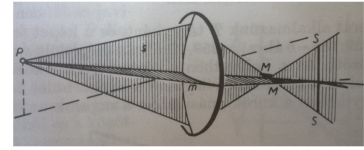
2.3. Kómahiba:

Az optikai tengelytől messzebb elhelyezkedő pontok képe nem gömbszimmetrikus folt, hanem almamag/üstökös alakú lesz. Ennek oka, hogy a nagyon ferdén, nagy nyílásszöggel érkező sugarak másként térülnek el a lencsén.



2.4. Asztigmatizmus:

Ezen hibákon kívül felléphet még az asztigmatizmus, amikor az optikai tengellyel nem párhuzamosan érkező fénysugárnál nem pontszerű lesz a fókusz, még akkor se, ha a fénynyaláb kicsiny nyílásszögben érkezik. A jelenség a lencse alakjával van összefüggésben, csakúgy, mint pl. a hordó- és párnatorzítás. Rokon jellegű leképezési hiba a képmezőhajlás is.



Források:

- www.mcse.hu
- Budó-Mátrai: Kísérleti fizika III.