

Csillagászati észlelés gyakorlat I.

3. óra: Távcsövek és távcsőhibák

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

Távcsőtípusok

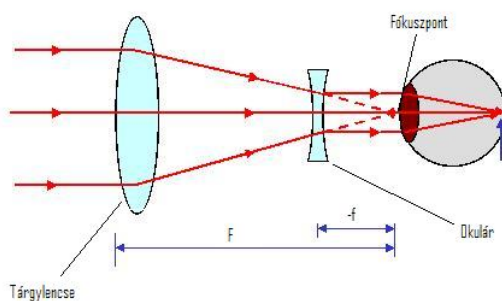
3 fő típust különböztetünk meg:

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

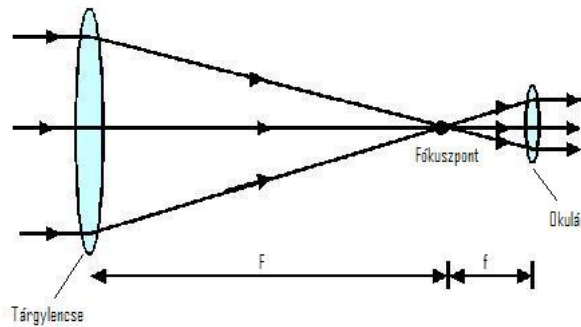
Lencsés távcsövek

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 (szférikus aberráció, kromatikus aberráció, kúma hib, asztigmatizmus stb.), de színházi távcsőként ma is közkedvelt.



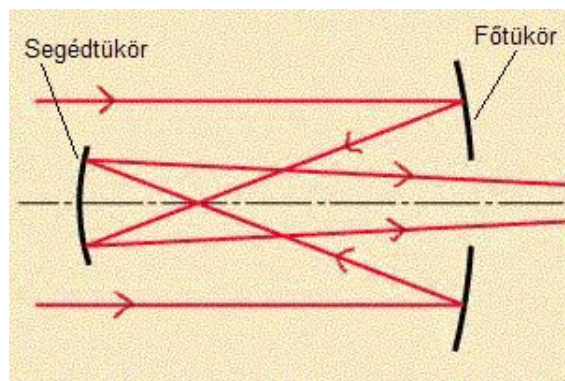
Kepler-távcső: Ez az optikai rendszer tekinthető a mai lencsés távcsópok őséneke. Itt is két fő lencsét találunk, de a Galilei-féle elrendezésben szereplő homorú lencse helyett domború lencsét használunk, mely az objektív primér fókuszusa mögött van. Ennek következményeként fordított állású képet kapunk,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



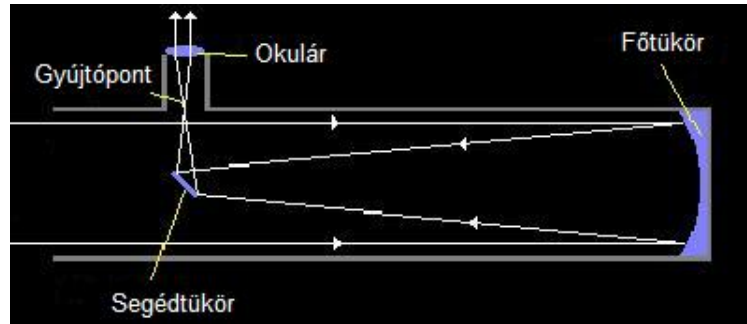
Tükrös távcsövek

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.

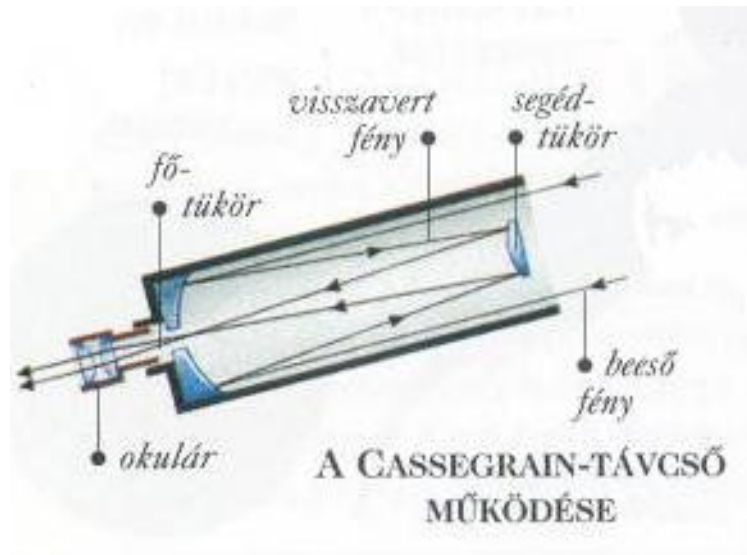
Gregory-féle tükrös távcső: 1663-ban James Gregory építette meg az első tükrökkel működő távcsövet. A távcső két homorú tükörből állt. A fény a tubust a főtükör közepébe fűrt lyukon keresztül hagyta el, ahol belépett az okulárba. A távcső felépítését tekintve egy nagyon jól működő eszköz lett volna, 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 fénypárban. A fény végül az okulárba jut, mely a távcsőtubus oldalán levő nyílásban helyezkedik el. Ez meglehetősen kényelmes a megfigyelés alatt, mivel ha az égbolton magasan lévő objektumot szeretnénk megfigyelni, nem kell a távcső alá hajolnunk.



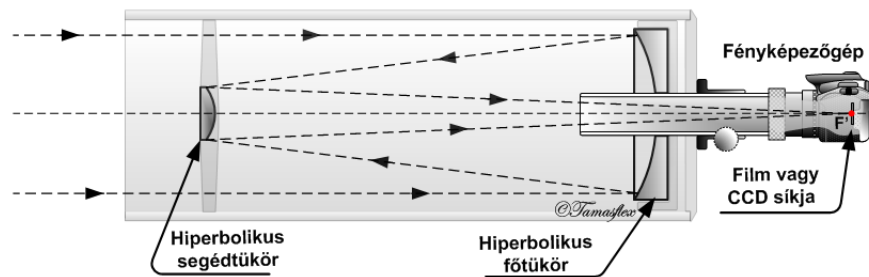
Cassegrain-távcső: Körülbelül a Newton távcsővel azonos időben jelent meg a Cassegrain reflektor. Sieur Cassegrain francia szobrász elképzelése alapján alkotott, ma is közkedvelt távcső típus. A teleszkóp fénymenetét ábrázoló képen láthatjuk, hogy itt is két tükör van. A főtükrő szintén paraboloid felületű, 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.



Forrás: <http://www.csillagaszat.hu>

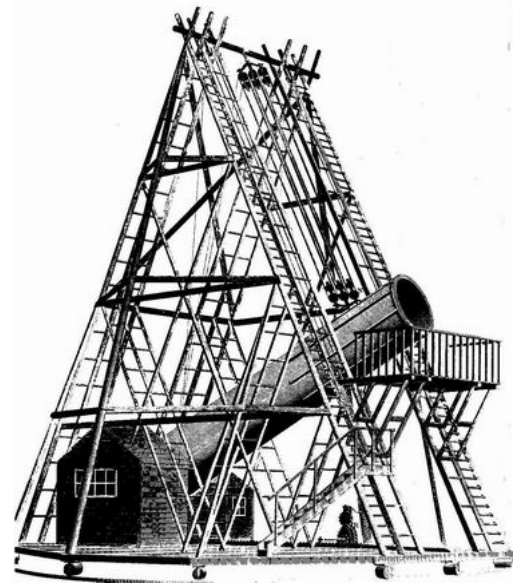
Ritchey-Chrétien-távcső: A távcső mindkét tükrre (a fő- és a segédtükör is) hiperboloid felületű, így mentes a kóma hibától és a szférikus aberrációtól is. A Piszkestetőn található 1 méteres távcső és az ELTE kupolájában lévő 40 cm-es távcső is ilyen elrendezésű.

Ritchey-Chrétien távcső



Forrás: Készítette: Szócs Tamás, CC BY-SA 2.5, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=75843829>

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 főtükör 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 főtükörrel 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.



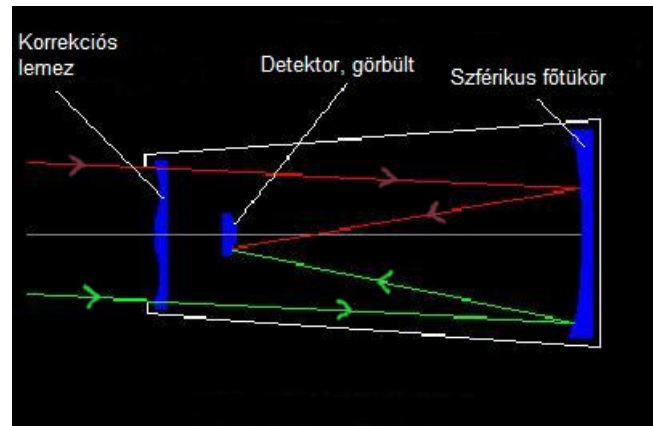
Forrás: <http://www.csillagaszat.hu>

Katadioptrikus távcsövek

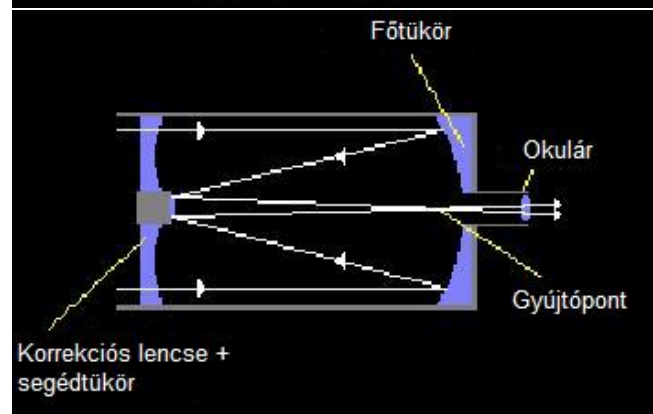
Megalkották a katadioptrikus távcsövet, mely a refraktorok és a reflektorok jellemzőivel rendelkezik.

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 korrigálandó a távcsőben elhelyeztek egy olyan optikai elemet, mely ellensúlyozza a tükör által okozott gömbi hibát.

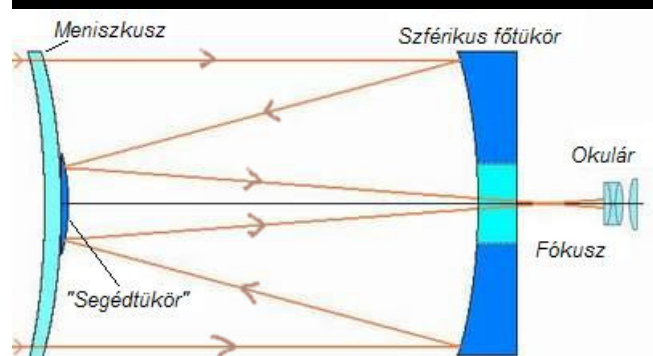
Schmidt-távcső: Az első ilyen elrendezésű rendszert Bernhard Schmidt elképzelése alapján 1930-ban építették meg. A távcső elején található meg a gömbi hibát korrigáló optikai elem, a korrekciós lemez. A távcső az optikai elrendezése miatt vizuális megfigyelésre egyáltalán nem alkalmas, mivel a kép a távcső tubuson 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.



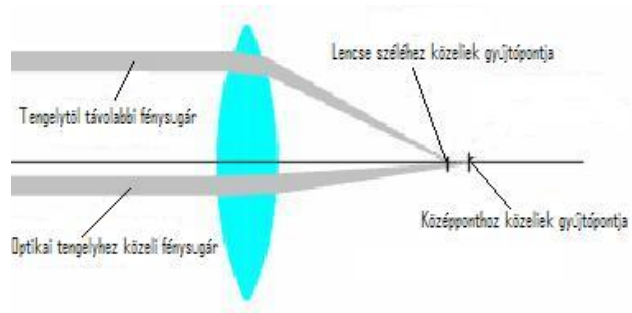
Makszutov-féle távcső: A katadioptrikus teleszkópok szintén elterjedt formája a Makszutov-féle elrendezésben készült távcső, amelyet először 1941-ben készítettek. A rendszerben található összes felület gömbfelület. A benne lévő erősen homorú lencse vagy másnéven meniszkusz a szférikus aberáció kijavítását 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 alumínium-réteg tölti be.



Távcsőhibák

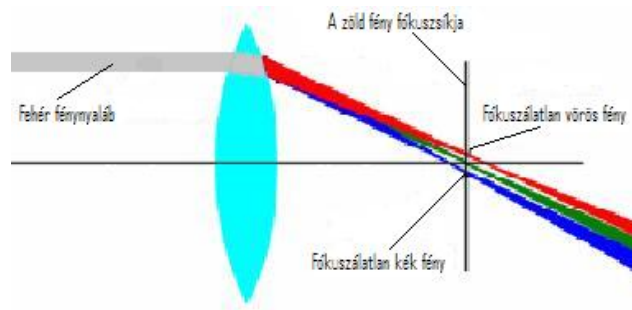
Szférikus aberráció (gömbi hiba):

A gömbfelületű lencse szélein áthaladó, vagy gömbi tükör szélén visszaverődő fénysugár nagyobb eltérítést 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.



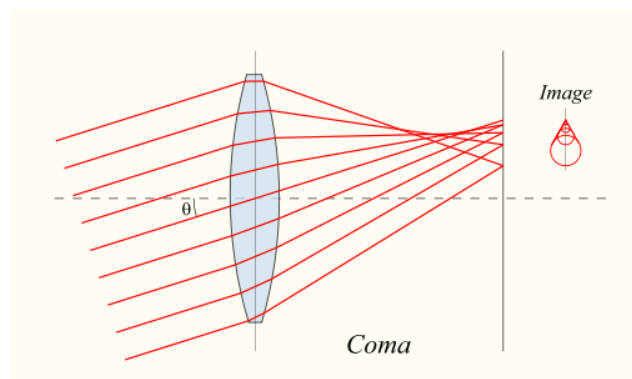
Kromatikus aberráció (színi hiba):

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 kékesebb, 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.



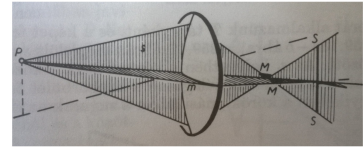
Kóma hiba:

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



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.