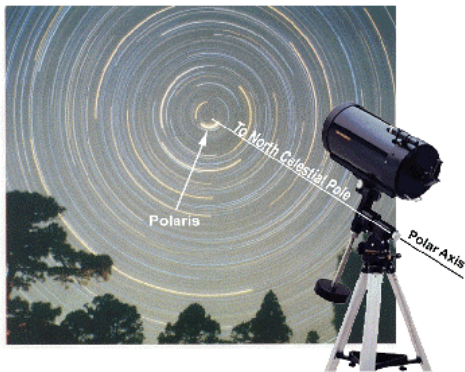


## Pólusraállítás ekvatoriális mechanikával

Kezdő amatőrcsillagászként, az első dolgunk, hogy új távcsövünkbe okulárt helyezünk és a Hold felé irányítjuk a műszert. Középről megfigyelni a Hold alakzatait akkora élmény, mely akár napokig képes lekötni a figyelmet. De aztán, ahogy egyre több nehezebb objektumot észlelünk sikeresen (bolygók, halvány mély-ég objektumok), rájövünk, hogy jó lenne kihasználni az ekvatoriális mechanika adta minden lehetőséget, pl. az óragépes meghajtást, vagy az osztott körök használatát esetleg a GoTo-zást. Azt a mechanikát nevezzük ekvatoriálisnak, melynek egyik tengelye a Föld forgástengelyével párhuzamosítható. Ez a művelet lehet egyszerű, de összetett feladat is, attól függően, milyen pontosságot kíván meg az általunk meghatározott észlelési program. Ha csak alkalmi megfigyelők vagyunk, egy közelítőleges pólusraállítás is megteszi. Ha nagy nagyítást alkalmazva szeretnénk követni a kiszemelt objektumot (akár motoros vezérléssel, akár manuálisan elvégezve a vezetést) akkor precízebb beállítás szükséges. Ellenben ha egy nehezebb objektumot osztott körök segítségével annak koordinátái alapján akarunk megtalálni, ahhoz még pontosabban kell pólusra állni. A legszigorúbb követelményeket azonban az asztrófotográfia támasztja.

### Elméleti alapok

A pólusraállási eljárás alapelve egyszerű: a távcső rektatengelyének párhuzamosnak kell lennie a Föld forgástengelyével, azaz az északi égi pólusra kell, hogy mutasson. Ha ez teljesül, az égbolt látszólagos elmozdulását egyszerűen kiküszöbölhetjük azzal, hogy - kézi finommozgatással vagy motoros meghajtással - elmozdítjuk a rektatengelyt, mégpedig ugyanazzal a sebességgel, ahogy a Föld elfordul, csak épp az ellenkező irányba. Jóllehet az északi félteke lakóit az égbolt elkényezteti azzal, hogy a Polaris (Sarkcsillag) kevesebb, mint egy foknyira található az égi pólustól, ennek a pontnak a megtalálása nem is olyan könnyű feladat.



Az északi égi pólus az a pont az égen, mely körül a csillagok elfordulni látszanak. A Sarkcsillag kevesebb, mint egy foknyira látszik ettől a ponttól, és amennyiben csak durván kívánunk pólusra állni, céljainknak tökéletesen megfelel. Ha nagyobb pontosságot akarunk elérni, akkor meg kell keresnünk a valódi égi pólust.

### Előkészületek

Ekvatoriális távcső használatához a rektatengely dőlésszögét a vízszinteshez képest úgy állítjuk be, hogy ez a szög megegyezzen a megfigyelőhely földrajzi szélességével. A legtöbb mechanika oldalán található egy fokbeosztás, mely segítségével a mechanika a kívánt szögben dönthető. (Ennek mikéntjéről a távcső használati utasításában találhatunk bővebb információt.) Ez a szög egyben meghatározza azt is, milyen magasan van a horizont felett az a pont, melyre a rektatengely mutat. Pl. ha a 40. szélességi körön tartózkodunk, a Sarkcsillag a horizont felett 40 fokkal látható. Ne feledjük, a szélességi koordinátáinkat elég, ha hozzávetőlegesen ismerjük, hiszen egyetlen fokkal magasabb vagy alacsonyabb szélességi kör a valóságban kb. 112 km elmozdulást jelent! Mindezt elég egyszer megtennünk, a későbbiekben csak a dőlésszög mértékén kell finomítanunk. A másik fontos észlelés előtti

teendő a mechanika vízszintezése. Egyszerű használat alkalmával elég ezt szemre megtennünk, pontosabb pólusra állás alkalmával célszerű vízmértéket használni.

### **Durva pólusraállítás**

Amennyiben nincs kedvünk hosszabb időt pólusra állásra szánni, vizuális megfigyelésre a lehető legegyszerűbb módszer is megfelelő lehet. Ekkor nem kell mást tennünk, mint a pólustávcső közepére (melyet rendszerint szálkereszt jelöl) állítjuk a Sarkcsillagot. Amennyiben a pólustávcsőnek csak a helye van a mechanikában, akkor távolabbról nézzünk át a lyukon úgy, hogy annak közepén a Sarkcsillagot lássuk. A legkisebb mechanikák esetében nincs lehetőség pólustávcsövet használni, ezért csak annyit tudunk tenni, hogy a deklinációs tengellyel párhuzamosan nézve a mechanikát a lehető legpontosabban a Sarkcsillagra állítjuk, vagy a lentebb bemutatott bonyolultabb módszereket használjuk.

### **Hozzávetőleges pólusraállítás**

Egyszerű vizuális megfigyeléshez a távcső rektatengelyének az égi pólus felé kell mutatnia, ami annyit jelent, hogy azt a Sarkcsillag irányába állítjuk be. A legkönnyebben ezt úgy tehetjük meg, hogy a távcső tubusát deklinációban 90 fokra állítjuk be. Ebben a helyzetben a tubus a rektatengellyel lesz párhuzamos. (ld. fenti kép) Most az egész műszert állványostul addig mozgatjuk, amíg a Sarkcsillag irányába nem néz a távcső. Egy megfelelően beállított kereső látómezejében már fel kell tűnnie a Sarkcsillagnak. Ezek után a keresőbe, vagy egy kis nagyítást adó okulárral a távcsőbe tekintve igazítsuk a Sarkcsillagot a látómező közepére, a mechanikát a függőleges tengelye mentén mozgatva, illetve a rektatengely dőlésszögét finoman állítva. Ennyi elég is ahhoz, hogy a finommozgatás (óragép) segítségével könnyedén kövessük az objektum elmozdulását az égbolton. Ugyanakkor, ha minden lehetőséget ki akarunk aknázni, amit felszerelésünk biztosít (GoTo-zás, osztott körök segítségével történő objektum-beállítás vagy asztrofotográfia) ennél precízebb pólusraállítás szükséges.

### **Pontos pólusraállítás**

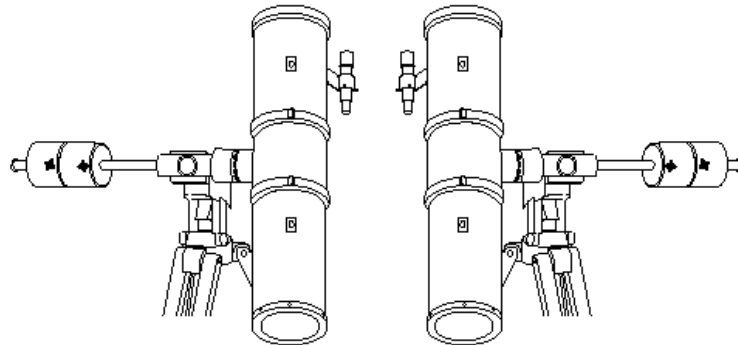
Még mielőtt megbizonyosodnánk afelől, hogy távcsövünk pontosan párhuzamosítva van –e a Föld forgástengelyével, párhuzamosítanunk kell a keresőtávcső optikai tengelyét a mechanika rektatengelyével. (A kereső segítségével fogjuk pontosan beállítani állványunkat)

A pontos pólusra álláshoz magát a keresőt fogjuk használni, oly módon, hogy először a tartófoglatának csavarjaival megfelelően állítjuk beállítjuk azt. Ez egyszerű művelet, mivel a rögzítőcsavarok segítségével könnyedén állíthatunk a kereső elhelyezkedésén. Továbbá a kereső nagy látómezeje is szükséges lesz ahhoz, hogy az égi pólus helyzetét a Sarkcsillaghoz képest megállapítsuk. Az alábbiakat kell tennünk:

Állítsuk fel állványunkat. A deklinációs tengelyen beállítjuk 90 fokra a távcsövet. A rektatengely mentén (valamint az optikai tengely mentén) elfordítjuk a távcsövet úgy, hogy a kereső a tubus oldalán legyen. Majd a mechanikát a függőleges és vízszintes tengely mentén (horizontális illetve vertikális irányban) mozgassuk úgy, hogy a Sarkcsillag a kereső látómezejének közepére, a szálkereszt metszéspontjába kerüljön.

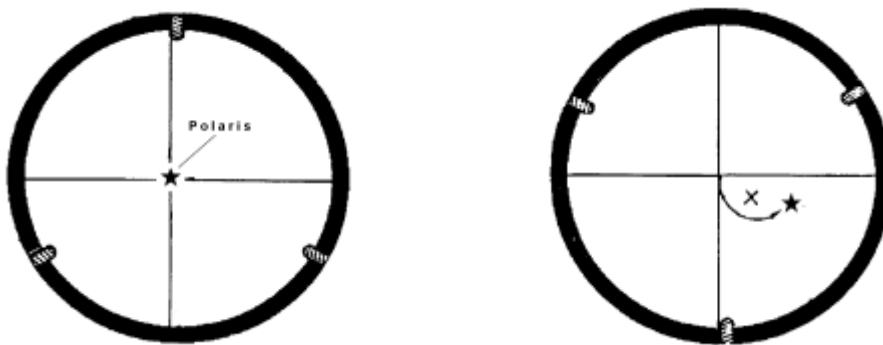
Most a keresőbe tekintve lassan forgassuk el a rektatengely mentén a távcsövet 180 fokkal (azaz 12 órával), míg a kereső a távcső ellentétes oldalára nem kerül. Amennyiben a kereső optikai tengelye párhuzamos a rektatengellyel, a Sarkcsillag nem fog elmozdulni az elforgatás

során, hanem ott marad a szátkereszten. Amennyiben mégis elmozdul, úgy a rektatengelyhez képest a kereső optikai tengelye ferde. Ebben az esetben figyeljük meg, hogy a Sarkcsillag egy félkör mentén mozdul el, melynek a középpontja ott van, amerre a rektatengely mutat. Jegyezzük meg, milyen irányban és milyen messze mozdult el a Sarkcsillag.



1. ábra. 180 fokkal elforgatva a teleszkópot, a keresőnek (vagy a távcsőnek) ugyanarra a pontra kell néznie.

Az állítócsavarok segítségével a keresőt mozdítsuk el úgy, hogy a szátkereszt metszéspontja *félúton* legyen a Sarkcsillagnak a távcső két átellenes helyzetében megfigyelt pozíciója közt. (lásd az ábrán, az x jelöli a két pont közti félutat) Amint megvan, mozgassuk a mechanikát függőleges és vízszintes tengely mentén úgy, hogy a Sarkcsillag ismét a szátkereszt metszéspontjában legyen. Ismételjük meg az eljárást, fordítsuk el ismét a távcsövet 180 fokkal, a keresőt az állítócsavarokkal irányítsuk a Sarkcsillag két pozíciója közti távolság felére, majd az egész állványt mozgassuk úgy, hogy a kereső ismét a Sarkcsillagra mutasson. Minden egyes állítással a távolság, melyet a Sarkcsillag megtesz, egyre kisebb és kisebb lesz. Addig folytassuk mindezt, míg a Sarkcsillag egy helyben nem marad egy 180 fokos történő átfordítás során. Amikor ezzel megvagyunk a kereső optikai tengelye pontosan párhuzamos lesz a rektatengellyel. Ezután a keresőt használhatjuk a pontos pólusra álláshoz.

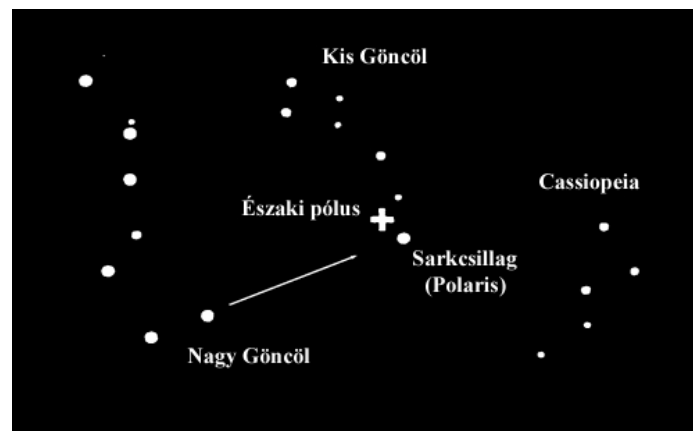


2. ábra: 180 fokkal átfordítva a távcsövet és vele a keresőt az óratengely mentén, a szátkereszt metszéspontja egy félkörívet fog leírni akörül a pont körül, amire a rektatengely mutat. (x-szel jelölve a pont) A keresőt és a mechanikát addig állítgatjuk, míg a csillag a helyén nem marad, a kereső így a rektatengelyhez lesz párhuzamosítva.)

Így tehát sikeresen beállítottuk a rektatengelyt a Sarkcsillaghoz, de egy csillagatlaszból kiderül, hogy a valódi északi égi pólus a Sarkcsillagtól mintegy  $\frac{3}{4}$  foknyira található, a Nagy Göncöl utolsó csillaga irányában. (Alkaid) Hogy a pólusraállítás ezen utolsó fázisát is elvégezzük, a teleszkóp állványát (nem csak a tubust) arrébb kell állítani a Sarkcsillagtól a valódi égi pólus irányába. A kérdés az, hogy ha a Sarkcsillag egy nap alatt egy teljes kört tesz

meg az égi pólus körül, akkor milyen irányba és milyen mértékben kell elmozdítani az állványt? Íme egy példa:

Tegyük fel, hogy augusztus elsején este 8 órakor kivisszük a műszert az ég alá. Egy gyors pillantás az északi égboltra, és megállapíthatjuk, hogy a Nagy Göncöl rúdjának utolsó csillaga (Alkaid) a Sarkcsillaghoz képest balra fölfelé látszik, 10 óra irányban. Most a keresőbe nézve (melynek a szátkeresztjének metszéspontjában ott a Sarkcsillag) a mechanikát függőleges és vízszintes tengely mentén mozgassuk fölfelé és balra (figyelem! Az egyszerű keresőben a kép fordított állású, tehát a Sarkcsillag ugyanabba az irányba fog elmozdulni, amerre a mechanikát mozdítjuk.) Hogy milyen mértékben kell arrébb vinni a Sarkcsillagot a keresőben, az a kereső látómezejétől függ. Ha ez 6 fok, a Sarkcsillagot kb. a látómező közepétől a pereméig mért távolság 1/3-ával kell elmozdítanunk. Ez a számítási módszer bármely ismert látómezejű keresővel jól használható.



3. ábra: a valódi északi égi pólus a Sarkcsillagtól valamivel kevesebb, mint egy fokra található, a Nagy Göncöl rúdja utolsó csillagának irányában.

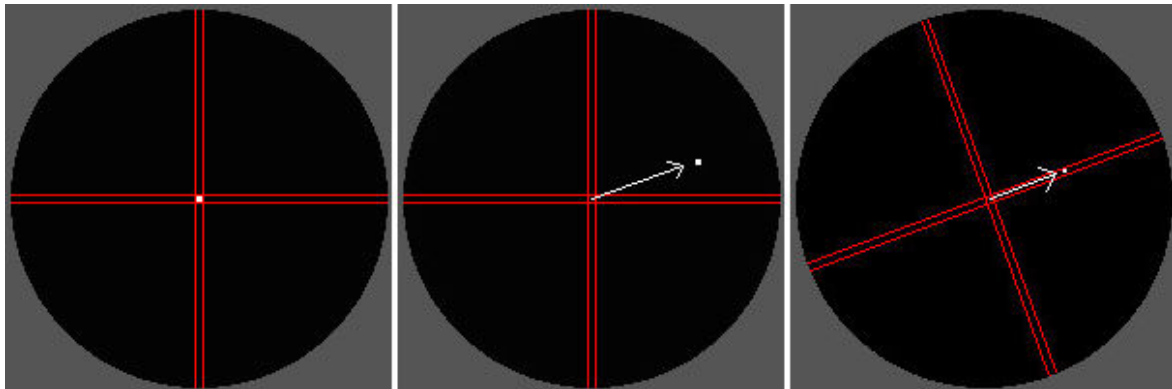
Most az osztott körök segítségével meghatározzuk, milyen messze van az égi pólustól a beállításunk. Állítsunk be távcsövünkkel egy, az égi egyenlítőhöz közeli fényes csillagot, melynek RA koordinátáját pontosan ismerjük, ezt az értéket is állítsuk be a mechanikán. (Gondosan ügyeljünk arra, hogy az állványt illetve a mechanikát ne mozdítsuk el.) Fordítsuk el a távcsövet 2 óra 30 perc irányába (ez a Sarkcsillag pozíciójának RA értéke) és 89 fok 15 percre deklinációban. A Sarkcsillagnak pontosan a kereső szátkeresztjének metszéspontjában kell lennie. Ha mégsem, meg kell ismételni a mechanika függőleges és vízszintes tengely mentén történő elmozdítását.

Ezzel az eljárással a fok törtrészének pontosságával tudunk pólusra állni, ez épp elég arra, hogy egy bolygót vagy csillagot közepes nagyítással látható elmozdulás nélkül kövessünk. Azonban ha hosszú expozíciós fényképezéssel próbálkozunk, ennyivel nem elégedhetünk meg, a képen a legkisebb mértékű elmozdulás is látszani fog. Nem is hinnénk, mennyire fontos a lehető legpontosabb pólusra állás, amikor a finommozgatással a szátkereszt metszéspontján tartjuk a vezetőcsillagot. Ez ugyanis csak egy része a problémának. Tudniillik ha a rektatengely nincs pontosan párhuzamosítva a Föld forgástengelyével, egy idő után a vezetett képen a csillagok lassan körbefordulnak. A vezetőcsillagról pontszerű képet kapunk, de a látómező többi csillaga a vezetőcsillag körül látszik elfordulni. Ezen okból kifolyólag nem lehet pontos vezetett képeket készíteni azimutális (függőleges és vízszintes tengely mentén elmozdítható) mechanikával

## Még pontosabb pólusra állás

A fenti módszer pontossága attól függ, milyen pontosak az osztott köreink, illetve milyen pontosan van rögzítve a távcsövünk az állványhoz. A következő módszer ezektől független, de csak akkor érdemes alkalmazni, ha a hosszú expozíciós vezetett fotózás a célunk. A **deklináció elmozdulásának módszere** lényege, hogy a kiválasztott csillag elmozdulását kell figyelni. Ez az elmozdulás megmutatja, milyen messze van és milyen irányban az égi pólustól az a pont, melyre a rektatengely mutat. Jóllehet a módszer egyszerű és alapos, első alkalommal rengeteg türelmet és időt igényel. Akkor célszerű alkalmazni, amikor a korábban tárgyalt módszerekkel már elvégeztük a munka dandárját.

Mindenekelőtt válasszunk két fényes csillagot. Egyik a keleti horizont felé essen, a másik déli irányba, közel a meridiánhoz, és mindkettő legyen közel az égi egyenlítőhöz (azaz a 0 fokhoz deklinációban.) Egyszerre kell megfigyelni a két csillag elmozdulását, de csak deklinációban. A meridiánhoz közeli csillag mozgásának figyelemmel kísérése minden kelet-nyugati irányú beállítási hibára fényt derít. Ami a módszer eszközigényét illeti, szükségünk lesz egy megvilágítható szátkeresztes okulárra, hogy könnyebben észrevegyük az elmozdulást. A még pontosabb beállítás érdekében barlow-lencse használata is ajánlott, mellyel megnövelhetjük a nagyítást, így minden elmozdulás hamarabb láthatóvá válik. Amikor déli irányba nézünk, zenittükört használjunk, így kényelmesebb az okulárba tekintés, ha az felfelé néz. Tegyük be szátkeresztes okulárt, majd forgassuk el azt úgy, hogy az egyik szál a szélességi, a másik a hosszúsági körrel legyen párhuzamos. Kézzel elmozdítva RA-ban és D-ban ellenőrizhetjük, hogy jó a szátkereszt elhelyezkedése.



4. ábra: Forgassuk az okulárt úgy, hogy a szátkereszt párhuzamos legyen a csillag kelet-nyugati irányú mozgásával.

Vegyük először azt a csillagot, mely az egyenlítő és a meridián metszéspontjának közelében van. Lehetőleg ne legyen távolabb a meridiántól fél órával, illetve az egyenlítőtől 5 fokkal. Állítsuk középre a csillagot, és figyeljük meg, merre mozdul el deklinációban.

- Ha déli irányba, akkor a rektatengely kelet felé mutat.
- Ha északi irányba, akkor nyugati irányba mutat.

Ekkor az egész mechanikát távcsövestül az állvány függőleges tengelye mentén forgassuk el a megfelelő irányba. Ha ezzel kiküszöböltünk minden elmozdulást, fordítsuk a kelet felé eső csillag irányába a teleszkópot. A csillagnak legalább 20 fokkal kell a horizont fölött lennie, és legfeljebb 5 fokra legyen az egyenlítőtől.

- Ha a csillag dél felé mozdul el, a rektatengely lejjebb van, mint a pólus.
- Ha északi irányba mozdul, akkor a rektatengely feljebb van, mint a pólus.

Ezúttal a rektatengely dőlésszögén kell állítanunk, hogy kiküszöböljünk minden elmozdulását a csillagnak. Sajnos, amikor az egyik beállítást elvégezzük, ezzel kismértékben mindig belenyúlunk a másikba. Ezért ismételjük meg a műveletet újra és újra, míg el nem érjük a lehető legnagyobb pontosságot. Amikor minden elmozdulás megszűnt, a távcső nagyon pontosan pólusra van állítva. Ezután bátran nekiláthatunk primer fókuszban hosszabb expozíciós idejű mély-ég fotók készítésének is.

(megjegyzés: ha a keleti horizont nem látszik, a nyugat horizont felé eső csillagot is lehet választani, csak ügyelni kell arra, hogy a beállítási hiba (feljebb-lejebb) épp fordítva jelentkezik. Ugyanígy, ha a déli féltekén alkalmazzuk a módszert, az elmozdulások irányát a megfelelően fel kell cserélni.)

Kezdő amatőrcsillagászok számára meglepő lehet, hogy a lehető legpontosabb pólusra állás mellett és óragép használata esetén is szükség van manuális (vagy automatikus) korrekcióra ahhoz, hogy fotózáskor pontszerűek legyenek a csillagok. Sajnos vannak olyan tényezők, melyeket nem tudunk máshogy kiküszöbölni: pl. a mechanika periodikus hibája, a tubus vagy az állvány rugalmassága, ahogy a távcső pozíciója megváltozik a vezetés során, a légköri refrakció, mely kis mértékben befolyásolhatja az objektum látszólagos pozícióját.

A pólusra állás rendkívül időrabló abban az esetben, ha egy csomó időt azzal töltünk, hogy pontosabb beállításon fáradozunk, mint ami a tényleges megfigyeléshez szükséges. Ahogy azonban egyre nagyobb gyakorlatot szerzünk benne, a pólusra állás szinte rutinná válik, és a töredékét igényli annak az időnek, mint amennyit először töltöttünk el vele. Sőt, nem kizárt hogy hamarosan a fenti módszereket a saját szánk íze szerint finomítjuk, de az is elképzelhető, hogy más módszerek jobban elnyerik tetszésünket. A lényeg azonban ne felejtjük el: amikor felállítjuk távcsövünket, épp csak annyira ügyeljünk a helyes beállításra, amennyire azt esti észlelés megkívánja.

A [www.celestron.com](http://www.celestron.com) oldalon található szöveganyag alapján

fordította: Maczó András

szerkesztette: Szarka Levente ([www.makszutov.hu](http://www.makszutov.hu))