

**Micro Guide okulár**  
Felhasználói kézikönyv

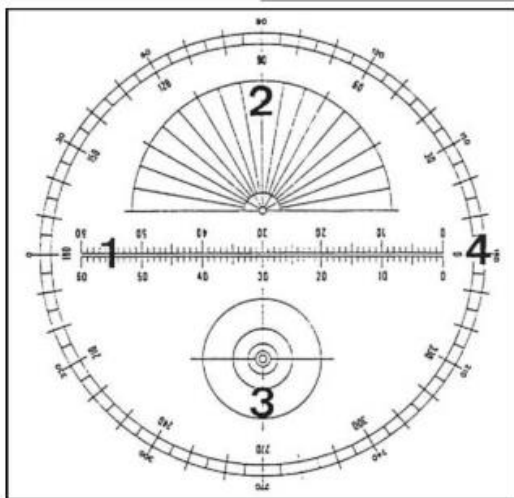
A Micro Guide szálkeresztes okulár lényegében négy okulár egyben. A négy különböző skála segítségével lehetséges a mély-ég asztrofotózás követése, kettőscsillagok vizuális távolságának mérése, az állvány periodikus hibájának mérése, vagy egy üstökös csóvája irányszögének meghatározása. A lézerral világított skálák éles képet adnak a pontos mérések érdekében. A változtatható fényerejű megvilágítás lehetővé teszi a halvány csillagok megfigyelését is. Az alábbi ábra a Micro Guide okulár különböző skáláit mutatja.

### A Micro Guide okulár négy skálája

- Lineáris skála(1)
- Félköríves pozíció skála(2)
- Koncentrikus körök vezetéshez(3)
- Nagy kör skála(4)

Mindegyik skála funkcióját külön-külön írjuk le. A matematikai leírást is megadjuk, így bárki képes lehet az okulár lehetőségeit maximálisan kihasználni. Természetesen a használathoz nem feltétlenül szükségesek a matematikai ismeretek. Minden szükséges információt részletesen megadunk.

Nem szükséges minden funkciót azonnal használatba venni. A leginkább használt funkciók a gyakrabban végzett megfigyelések fajtájától függenek. Az egyes skálákat ne csak a leírás szerint használja. Próbálja meg ezeket kreatív módon alkalmazni.



**Lineáris skála:** pontosan 6 mm hosszú, és 60 osztásból áll, így a szomszédos osztások távolsága pontosan 100  $\mu\text{m}$ . A hosszú vízszintes vonalak távolsága 50  $\mu\text{m}$  a közepükénél mérve, a köztük lévő szabad rész kb. 35  $\mu\text{m}$ .

**Koncentrikus körök:** ezek átmérője 125, 250, 500, 1000 és 2000  $\mu\text{m}$ .

**Irányszög skála:** a kis középső kör átmérője 100  $\mu\text{m}$ . A jobb láthatóság érdekében itt nincsenek számok, de ezek az értékek könnyen leolvashatók a nagy kör skála megfelelő osztásainál.

**Nagy kör skála:** a szögek értékei a szokásos csillagászati irányszögeknek megfelelően vannak jelölve. A nagyobb (belső) számok fordított képet adó távcső esetében használatosak, míg a kisebb (külső) számok akkor szükségesek ha a távcsövet zenit tükörrel vagy prizmával használjuk. Alapesetben a szögértéket a nagyobb számok adják meg.

### További információk a szögekkel kapcsolatban

A földről nézve az égitesteket látószögekkel látjuk, melynek értéke ezek távolságától és nagyságától függ. A szög leggyakrabban használt mértékegysége a csillagászatban a fok. Hasonlóan az órához 1 fok(°) 60 perccel egyenlő, 1 perc(') 60 másodpercre('') osztható. Hogy megkülönböztessük az idő mértékegységektől a látószög mértékegységeit ívpercnek, ill. ívmásodpercnek nevezzük. Kb. 1 ívmásodperc alatt látszik egy golflabda 10 km távolságból.

1 óra = 60 perc = 3600 másodperc

1 fok = 60' = 3600''

Néhány csillagászati objektum látszó mérete:

Orion csillagkép	25° x 35°
Nagy Magellán felhő	8° x 8°
Androméda galaxis M31	2,7° x 0,6°
Nagy Orion köd M42/43	1,1° x 1°
A Nap és a Hold	30'
M57 gyűrűs köd	83'' x 60''
Mars	15''
Neptunusz	2''
Pluto	0,1''

A szögek a körív hosszával is mérhetők, ez az egység a radián. Az  $\alpha$  középponti szög radiánban vett értéke a szög szárai által kijelölt körív  $b$  hosszának és a kör  $r$  sugarának hányadosa:  $\alpha = b/r$ .

A középponti szög éppen egy radián, ha a körív hossza egyenlő a sugárral. Ez a szög 57,3° vagy 3438' vagy 206265''.

Kis szögek esetén, mint amilyeneket a Micro Guide okulárral mérünk, a körív jó közelítéssel egyenes szakasznak tekinthető. Ekkor a mért  $\alpha$  szög nagyságát  $b$  nagyság és  $r$  távolság esetén az alábbi képlet adja ívmásodpercben:

$$\alpha = 206265 \times (b/r)$$

#### **Példák:**

Az átlagos oppozíció 588 millió km-es távolságában a Jupiter látszó átmérője (egyenlítői átmérője 142800 km):

$$\alpha = 206265'' \times (142800 \text{ km}/588000000 \text{ km}) = 50,1''$$

1 mm a távcső fókusz síkjában 2000 mm fókusztávolság esetén az alábbi szögtávolságnak felel meg:

$$\alpha = 206265'' \times (1\text{mm}/2000\text{mm}) = 103'' = 1,72'$$

#### **Látószög mérése:**

Először a lineáris skálát kell kalibrálni. Ha a távcső  $f$  fókusztávolsága mm-ben pontosan ismert, akkor a skála osztások SD távolsága ívmásodpercben:

$$SD = 20626/f$$

#### **Példa:**

2000 mm fókusztávolságú távcső esetén:

$$SD = 20626/2000 = 10,3''$$

Ha a távcső fókusztávolságát nem ismerjük pontosan (a kereskedelemben kapható termékek gyártói általában átlagértéket adnak meg), a skálaosztások szögtávolságát meghatározhatjuk egy csillagnak a skálán történő haladási sebessége alapján, ha az állvány óraművét előzetesen kikapcsoljuk.

Ennek elvégzéséhez forgassuk a lineáris skálát úgy, hogy párhuzamos legyen az égi egyenlítővel. Ezt úgy érhetjük el, hogy a kiválasztott csillagot a látómező közepére pozicionáljuk a 30-as jelnél lévő vonalak közé, majd az óraművet kikapcsoljuk. Célszerű alacsony deklinációjú csillagot választani, ezek gyorsabban haladnak a látómezőben. Ekkor a csillag a látómező szélé felé úszik. Mikor eléri a körskálát kapcsoljuk vissza az óraművet majd forgassuk az okulárt úgy, hogy a csillag a 180°-os jelzéshez kerüljön. Ezzel elvégeztük a skála kelet-nyugati irányba állítását. Figyeljük meg újra a csillag mozgását, közben ellenőrizzük, hogy a csillag pontosan a skála vonalában haladjon. Ezután állítsuk be a csillagot a körskála 0°-os jeléhez, kapcsoljuk ki az óramotort majd mérjük meg mennyi idő alatt halad a csillag a lineáris skála 0 pontjától a 60-as pontig. A nagyobb pontosság érdekében ismételjük meg többször a mérést, majd vegyük a mérések átlagát.

A skálaosztások SD szögtávolságát az alábbi képlet adja meg, ahol  $t$  a csillag elhaladási ideje másodpercben,  $\delta$  a csillag deklinációja fokban:

$$SD = (t \times \cos \delta) / 4$$

**Példa:**

A csillag, melynek deklinációja 20° 83,05 másodperc alatt halad végig a skála 0 és 60-as jele között. A képlet az alábbi SD értéket adja:

$$SD = (83,05 \times \cos 20) / 4 = 19,5''$$

Ez a módszer a távcső fókusztávolságának pontos meghatározására is alkalmas. Az  $f$  fókusztávolság ha a fentiekkel azonos  $t$  és  $\delta$  értéket vesszük:

$$f = 82506 / (t \times \cos \delta)$$

A fenti példa szerinti távcső esetében a fókusztávolság:

$$f = 82506 / (83,03 \times \cos 20^\circ) = 1057 \text{ mm}$$

Barlow lencse vagy fókusztávolság reduktor használata esetén ne szorozzuk meg egyszerűen az eredményt az alkalmazott eszköz nagyítási (kicsinyítési) tényezőjével, mivel az függhet az okulár pontos helyzetétől és eltérhet a gyártó által megadott értéktől. Olyan távcsövek esetén, melyeknél a fókusztávolság a főtükör mozgatásával történik (ilyen a legtöbb Schmidt Cassegrain távcső), az effektív fókusztávolság zenittükör vagy prizma használatával különbözni fog a közvetlen betekintéstől. Használja a fent leírt eljárást az effektív fókusztávolság és a megfelelő SD meghatározásához minden optikai konfigurációban. Például a Micro Guide – C8 teszt 2140 mm fókusztávolságot ad zenit prizmával, nélküle pedig 1884 mm-t (SD=10,95").

A skála kalibrálása után a Micro Guide használható szögtávolságok vagy szögátmérők mérésére, mint például napfoltok mérete vagy objektumok mérete a Hold felszínén, kiemelkedések magassága vagy kettőscsillagok szögtávolsága. Ha a seeing megengedi, akkor ezek a mérések kb. 1/5 skálaosztás pontossággal végezhetők el, ami a fókusztávolságban 20  $\mu\text{m}$ -t jelent vagy 2000 mm fókusztávolságú távcső

esetében 2"-et. Ha az objektum távolsága ismert, akkor a mért szögátmérő és a távcső fókusz távolsága ismeretében meghatározható a méret, és fordítva, ha ismert a méret akkor meghatározható a távolság. Ez a módszer természetesen földi objektumokra is alkalmazható.

A távolságok és a méretek az alábbi képletekkel számíthatók:

$$b = r(a/f), r = b(f/a)$$

ahol:

b: az objektum mérete

r: távolság

f: a távcső fókusz távolsága

a: az objektum képének mérete (1 SD=0.1 mm)

#### **Példák:**

A Kopernikusz kráter képe 0.5 mm (5 SD) 2000 mm fókusz távolságú távcsővel. A csillagászati táblázatok szerint a Hold távolsága a megfigyelés időpontjában 377000 km. A kráter valódi mérete:

$$b = 377000 \text{ km} \times (0.5 \text{ mm} / 2000 \text{ mm}) = 94 \text{ km}.$$

Az 1 m magas postaláda 2,5 mm (25 SD) magasanak látszik 760 mm fókusz távolságú távcsővel.

Távolsága:

$$r = 1 \text{ m} \times (760 \text{ mm} / 2,5 \text{ mm}) = 304 \text{ m}$$

A Micro Guide okulár használható még a távcső óragép periodikus hibájának vagy a légköri seeingnek a méréséhez.

#### **A pozíció skála beállítása és használata**

A pozíció szög (PA) arra jó, hogy meghatározzuk, hogy egy objektum milyen irányban van egy másiktól vagy az éggömb valamely pontjától. A csillagászatban az irány szögek: észak(0°), kelet(90°), dél(180°), nyugat(270°). Két csillag azonos RA-val egymástól 0° vagy 180° fok irányban van, míg két csillag ugyanakkora deklinációval egymástól 90° vagy 270° irány szögben van attól függően, hogy melyik csillag a referencia pont; kettőscsillagok esetén a fényesebb komponenst tekintjük ennek.

A pozíció szögek mérése előtt a skálát állítsuk párhuzamosra az égi koordináta rendszerrel. Hozzunk be egy csillagot a látómező közepére a lineáris skála 30-as beosztásánál lévő vonalak közé. Ezután kapcsoljuk ki az óramotort (vagy lassan mozgassuk a távcsövet keleti irányba) amíg a csillag eléri a körskálát. Most forgassuk el az okulárt úgy, hogy a csillag a körskála 270° osztásához kerüljön. Mivel sok okulár kihuzat nem biztosítja az okulár központosított helyzetét (a Micro Guide skálája gyártási okokból szintén nem biztos, hogy központosított), ezért az okulár beállítását ellenőrizni kell úgy, hogy a csillagot a körskála 90° osztásához állítsuk és figyeljük az elmozdulását a látómezőben. Ha a csillag a skála túlsó oldalát a 270° osztásnál éri el, akkor az okulár megfelelő helyzetben van; ellenkező esetben finombeállítás szükséges.

Olyan objektumok esetében, melyek túlnyúlnak a látómezőn (pl. üstökös csóva) az irány szög úgy mérhető, hogy a referencia pontot (az üstökös magját) a Micro Guide látómező közepére kell behozni és az irány szöget az objektum és a körskála metszéspontjánál kell leolvasni. Kisebb objektumoknál és

távolságoknál a félköríves skálát használjuk; a referencia pont ilyenkor a skálaközépnél lévő kis kör lesz. Az objektum helyzetétől függően szükség lehet a mért szög + vagy – 180 fokos módosítására, pl. ha a kettőscsillag halványabb komponensét használtuk mint referencia pontot. A körskála leírásánál már említettük, hogy a nagy számokat csillagászati (fordított képet adó) távcsöveknél használjuk, míg a kis számokat zenit tükör vagy prizma esetén használjuk.

Német szerelésű ekvatoriális állvány használatakor a Micro Guide-ot 180° -kal el kell forgatni amikor a távcsövet körbe forgatjuk.

### Vezetés Micro Guide-dal

Nincs olyan óramű – sem amatőr sem professzionális – ami képes az ívmásodperc pontosságú követésre a mély-ég objektumok hosszú expozíciós idejű fotózásakor. Hosszú fókuszú távcső esetén a kép elmozdulása jelentősen meghaladja a fényképezés felbontóképességét, ha a távcső nem vezetett.

A hosszú expozíciós felvételek vezetéséhez a Micro Guide több skálája használható: a vezető csillag beállítható szálkeresztbe, a körskála közepébe vagy a lineáris skála bármely két osztása közé.

Az utóbbi módszer különösen precíz, ha a lineáris skála beállítása a fentebb leírt kalibrációs módszerrel történt. A vezető csillagot pontosan a két osztást összekötő vonalon kell tartani. A legkisebb követési hiba is azonnal észrevehető. A Micro Guide tesztelésekor kiderült, hogy egy halvány csillag képe kb 20 µm lesz a filmen (image sensor-on) ha a felvételt készítő és a vezető távcső fókusz-távolsága azonos, ami igen jó eredmény. Ha kisebb képeket készítünk (általában nagy felbontású film (image sensor) alkalmazásával átlagos seeing mellett viszonylag rövid fókusz-távolsággal), megfelelően hosszabb fókuszú vezető távcsövet kell használni.

Ne használjunk túl fényes vezető csillagot. A halványabb, de még jól látható csillagok jobb eredményt adnak. Az, hogy a Micro Guide látómezőjében viszonylag sok megvilágított vonal van, nem korlátozza a halványabb vezető csillagok használatát. Ugyanolyan halvány csillagok használhatók, mint az egyszerű megvilágított szálkereszt okulárok esetén.

Ha a felvevő távcső fókusza rövidebb, mint a vezető távcsőé (pl. fényképezőgép) a vezető csillag kisebb elmozdulásai nem okoznak gondot, ami a követést megkönnyíti. A Micro Guide koncentrikus körei ezt a célt szolgálják. A vezető távcső fókusz-távolságától és a film felbontóképességétől függően a kör mérete, amelyben a vezető csillagot bent kell tartani kiszámítható tetszőleges fókusz-távolsághoz. Például ha a vezető távcső fókusza 10-szer hosszabb mint a felvevő kameráé és 25 µm felbontás szükséges, akkor a vezető csillagot 250 µm-en belül kell tartani a vezető távcső fókusz-síkjában. Ez pontosan azonos a második kör átmérőjével a Micro Guide-ban. Az expozíciót kezdjük úgy, hogy a vezető csillagot a második legkisebb körön belül tartjuk; a felvétel alatt időnként ellenőrizzük, hogy a csillag a körön belül van-e.

Általánosságban a maximális hasznos kamera fókusz-távolság  $f_c$ , az adott csillagméret a felvételen  $d_s$ , a vezető távcső fókusz-távolság  $f_g$  és az okulárban lévő kör átmérője  $d_t$  közötti összefüggés:

$$f_c = f_g \times (d_s / d_t)$$

**Példa:**

Ha a vezető távcső fókusza 2000 mm , a csillagméret a felvételen 20 ptm ( $\mu\text{m}$  ?) , akkor az alábbi táblázat adja meg a különböző kamera fókusztávolságokat, amiket az különböző okulár körökkel lehet használni:

Tolerance circle	1 <sup>st</sup> circle	2 <sup>nd</sup> circle	3 <sup>rd</sup> circle	4 <sup>th</sup> circle	5 <sup>th</sup> circle
camera focal length	320 mm	160 mm	80 mm	40 mm	20 mm

### Közvetett vezetés

Ha hosszú expozíciójú felvételt készítünk mozgó objektumról, mint pl. egy üstökös, akkor a vezetést magával az üstökössel kell végezni, amennyiben a felvétel idején saját mozgása meghaladja a film felbontó képességét.

Ha a távcső óraműve sziderikus sebességgel mozog, akkor az üstökös pályájának L hossza a filmen mm-ben:

$$L = v \times t \times f / 206265$$

ahol:

v = szögsebesség (ívmásodperc/perc)

t = expozíciós idő percben

f = a kamera fókusztávolsága mm-ben