

# Csillagfedések

## Teljes holdfogyatkozás augusztus 16/17-én

Két és fél nappal augusztusi perigeuma előtt a Hold ismét átvonul Földünk árnyékkúpján. A pályaalak eredményeként a Hold egészen nagyra fog tűnni (sugara  $16''15''3$ ) és viszonylag nagy szögsebességgel mozog az umbrában. Azonban a pálya nagyon mélyen nyúlik be az umbrába, így a totalitás hossza egy óra harminchat perc lesz. A fogyatkozás maximumánál az umbrába merülés nagysága 1,6039 holdátmérő, tehát a holdkorong középpontja 9'-cel délre lesz az árnyék axisától. Ez rendkívül sötét fogyatkozást okozhat, ezért fontos, hogy minden észlelő megbecsülje ennek értékét az 5 fokozatú Danjon-skálán.

A fogyatkozás adatait John E. Westfall jóvoltából az ALPO Solar System Ephemeris 1989 és a RASC Observer's Handbook 1989-ből vettük. Az előrejelzések hibahatára 2%, ami a földi atmoszférából következően a földárnyék szélének bizonytalansága és elmosódottsága miatt adódik. Ezért található kis eltérés az itt közölt és a Csillagászati évkönyvben adott adatok között.

A fogyatkozás 00:23,9 UT-kor kezdődik a penumbrába való belépéssel. Egy órával később a részleges fogyatkozás következik az umbrába való belépéssel, 01:20,6 UT-kor. Ez az I. kontaktus, amit feltétlenül mérni kell. A totalitás kezdete 02:19,9 UT (II. kontaktus), ekkor azonban már véget ért az éjszaka és megkezdődött a csillagászati szürkület. A fogyatkozás középekor (03:08,2 UT) már erősen világos az ég, s 03:40 UT körül a Nap is felkel. A nyugati országrészből kedvező esetben épp a horizonton "el lehet csípni" a teljes fogyatkozás végét, azaz a III. kontaktust 03:56,4 UT-kor.

A fogyatkozás középekor az egyre világosabb égen, a horizont közelében nehéz lesz az árnyék sötéttségét megbecsülni. Ha elég tiszta a légkör, valószínűleg könnyebb lesz a becslés, mindenképpen próbálkozzunk meg vele! Érdekességgént a tapasztaltabb észlelők a totalitás teljes ideje alatt (5–10 percenként) megbecsülhetik a Hold fényességét a Danjon-skála szerint, s így megvizsgálhatjuk, hogy — miközben a Hold egyre beljebb merül az árnyékkúpba, s közelebb a horizonthoz — a szürkület milyen hatással van a becslésekre. A vizuális megfigyeléseknél tehát a legfontosabb:

- a) megmérni a fő kontaktusokat;
- b) a fogyatkozás középekor szabad szemmel megbecsülni a Danjon-skála szerinti értéket (esetleg folyamatosan végezni becsléseket);
- c) leírni a penumbra láthatóságát, szerkezetét, tónusát és színeit szabad szemmel és kisebb nagyításokkal;
- d) leírni az umbra szélének alakját, lehetséges megnyúltságát vagy deformáltságát;
- e) az umbra belsejének és szélének színeit, részeit, tónusát, szerkezetét, ezeknek zonális változásait az idő előrehaladtával;
- f) a holdfelszín láthatóságát az umbra belsejében.

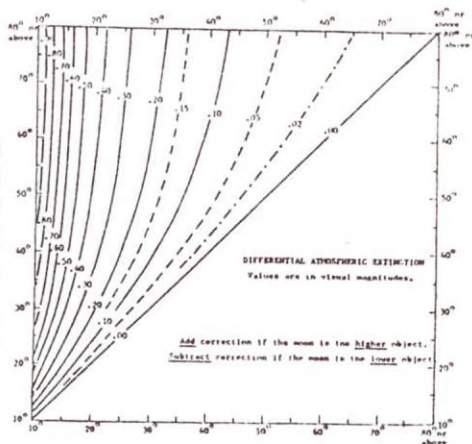
Ezek közül a c-t penumbrális fázisban, a d-t a részleges fogyatkozás fázisában, a b-t pedig csak a totalitás idején lehet becsülni. Az e-t és az f-et a penumbrális fázis kivételével lehetőleg folyamatosan figyeljük. A Danjon-skála becslésénél a gyakorlottabb észlelők törtértékeket is használhatnak (pl. 2,3 vagy 3,5).

A földárnyék szélének deformáltságára pontosabb adatokat kapunk a kráter-kontaktusok mérésével. Az ALPO által korábban "szabványosított" 15 kráter elhelyezkedését a Kézikönyv I. kötetének 199. oldalán találjuk meg. Itt most a 15 kráter árnyékba merülésének előrejelzett idejét adjuk meg. A kráterek a teleholdon fényesek, jól láthatók, azonban az umbra szélének elmosódottsága miatt itt is 2%-os a lehetséges hiba. A kráterek az árnyékba merülés sorrendjében:

Grimaldi	1:26	Timocharis	1:42	Tycho	1:56
Aristarchus	1:19	Plato	1:44	Menelaus	1:57
Kepler	1:33	Aristoteles	1:52	Plinius	2:00
Pytheas	1:39	Eudoxus	1:53	Proclus	2:09
Copernicus	1:40	Manilius	1:54	Taruntius	2:10

Fotometriával a Hold egészének vagy egy területének fényességét mérhetjük meg. Mindkét esetben végigkísérhetjük a fogyatkozás teljes menetét, de a legértékesebb adatok a totalitás ideje alatt szülehetnek. Vizuális és fotografikus módszerrel a Hold képe összehasonlítható bolygókkal és csillagokkal. A fotometriai módszerek mindegyike különbözik valamiben a másiktól. Mivel a Hold fényessége a fogyatkozás ideje alatt akár 10–15 magnitúdót is csökkenhet, nincs olyan módszer, amely egyedül üdvös lenne minden fázisnál.

A földi atmoszféra fénycsökkentő hatása a horizont feletti magasság függvényében, magnitúdóban. (Az ábra segítségével a két objektum közötti légkör okozta különbséget határozhatjuk meg, vagy mindkét fényességet a zenitre korrigálhatjuk. A függőleges tengelyen a magasabban lévő objektum magassága, a vízszintes tengelyen az alacsonyabban lévő objektum magassága.)



Tapasztalati értékekre alapozva a telehold fényességét  $-12^m,7$ -nak vesszük. Minden módszernél számolnunk kell a földi atmoszféra fénycsökkentő hatásával. Ha a Hold és az összehasonlító nem egyforma magasan tartózkodik a látóhatár felett, egy E jelű korrekciós értéket kell közbeiktatnunk (1. ábra). Az ábrán a függőleges skálán a magasabban, a vízszintes skálán az alacsonyabban tartózkodó objektum magassága található. (Augusztus 17-én többnyire a Hold lesz alacsonyabban.) Értelemszerűen a két égitest horizont feletti magasságának megfelelő légköri elnyelődés okozta különbséget hozzáadni vagy kivonni kell a Holdra kapott fényességből. Kérünk minden észlelőt, aki fotometriával végez megfigyelést, hogy a részletes adatokat

(tehát az összehasonlító objektum nevét, fényességét és a korrekciós fényességértéket is) küldjük be. Felhívjuk a figyelmet a Hold és az összehasonlító eltérő színére és az ebből adódó bonyodalmakra (l. változóészlelés).

Vizuális módszerek. Három különböző módszert szokás használni. A képletekben a továbbiakban  $M$  a Hold becsült fényessége,  $m$  az összehasonlító objektum fényessége,  $E$  pedig a légköri elnyelődés referenciavértéke. Megjegyzendő, hogy az 1-es és a 2-es módszernél a Holdnak közbeeső fényessége is lehet a két összehasonlítóhoz képest, ilyenkor a légkör okozta elnyelődés értéke minden objektumnál megjelenhet (azaz a zenitre korrigálunk). A változóészleléshez használatos fokozatbecslést alkalmazzunk.

1. A rövidlátók leveszik szemüvegüket és a Hold defókuszált képét összehasonlítják ismert fényességű csillagokkal vagy bolygókkal. A Hold fényessége:  $M = m \pm E$ . Ez a módszer használható a teljes fényfázisában, vagy közel a totálisához, azaz a Hold esetében  $-1^m,5$  és  $+3^m$  között.

2. Megfordított binokulárban látott holdképet összehasonlítjuk vele párhuzamosan szabad szemmel észlelt csillagokkal vagy bolygókkal. Ha a műszer nagyítását ( $P$ )-nek vesszük, a Hold fényessége:

$$M = m - (5 \log P + 0,31) \pm E.$$

A  $0,31$ -es konstans  $25\%$ -os fényességcsökkenést tételez fel a távcsőnél. (Ez a faktor halvány csillagokat fényesebb bolygókkal összehasonlítva az adott műszerre még pontosabban meghatározható.) A  $0,31$ -es értéket használva néhány normál nagyításra a következő értékek adódnak:

6x	$-4^m,20$	11x	$-5^m,52$
7x	$-4^m,54$	12x	$-5^m,71$
8x	$-4^m,83$	16x	$-6^m,33$
10x	$-5^m,31$	20x	$-6^m,82$

Ez a módszer a fogyatkozás umbrális és totális fázisában használható, azaz kb.  $-6^m$ -tól  $+1^m$ -ig.

3. Domború tükröt (vagy golyóscsapágyat, karácsonyfadísz) használva csökkentjük a Hold fényét. Így a Hold egyre kisebb és halványabbá válik, amint szemünket távolítjuk a tükröző felülettől. Azt a távolságot kell megmérnünk, amikor a Hold fényessége egyenlő lesz az összehasonlító objektumével. Ezt jelöljük ( $R$ )-rel, és mérjük centiméterben. Így a Hold fényességét a következő összefüggés adja:

$$M = m + K - 5 \log R \pm E$$

A  $K$  faktor konstans, melyet minden egyes műszerre külön-külön kell mérnünk a telehold ismert fényességénél ( $-12^m,7$ ), a fogyatkozás előtt (vagy után). Ha a domború tükrőfelület mögé síktükröt helyezünk, az összehasonlító objektum és a Hold képét egymás mellé tudjuk vinni. Ilyen módon tudjuk a valódi és a látszólagos holdképet összehasonlítani a  $K$  meghatározásánál.

Domború tükör helyett lencsét (Barlow-lencsét vagy szemlencsét) is alkalmazhatunk. Ennek módszerei hasonlóak az itt leírtakhoz, csak nagyobb gyakorlat szükséges. Különböző görbületű felületek megválasztásával igen széles fényesség tartományok között alkalmazhatjuk ezt az módszert,  $-12^m,7$ -tól kb.  $-4^m$ -ig. (Az összehasonlításhoz alkalmazandó  $-4^m$ -nál

fényesebb — csillagok jegyzékét megtalálhatjuk a Csillagászati évkönyv 69—77. oldalán. A fényesebb bolygók közül a fogyatkozás hajnalán csak a  $-1,6^m$ -s Jupitert használhatjuk, mely az északkeleti égbolton, a Geminiben lesz látható.

Fotografikus fotometriai eljárások. Fotografikus mérések eddig kevéssé voltak használatosak holdfogyatkozások alkalmával, valószínűleg a holdkép fényességének (denzitásának) nehézkes mérése és a magnitúdóskálához való nehéz illesztése miatt. Pedig a fotografikus eljárással objektív és folyamatos mérési sort lehetne kapni.

Ideális esetben minden fotót mérni lehet fotométerrel vagy denzitométerrel, de vizuálisan mérve a holdkép és az objektum összehasonlítása jóval pontatlanabb lesz a vizuális megfigyelésnél. Pedig a fotografikus módszer nagy előnye, hogy archiválható és többször kimérhető.

Jó minőségű, rövid fókuszú objektívet (pl. 50 mm-est) használva a holdkorong alig érzékelhető (kb. 0,45 mm) lesz a filmen, elég kicsi ahhoz, hogy felszínének változásai észrevegtlenek maradjanak. A módszer lényege, hogy ugyanarra a filmre ugyanolyan expozíciós idővel egy vezetett csillag holdkorong méretűre defókuszált képét fotózzuk a holdkorong mellé. A két korong akkor egyezik meg, ha a fényképezőobjektívet a következő távolságra (D) állítjuk:

$$D_{\text{méter}} = 0,11 \times \text{fókuszhossz}_{\text{mm}} / \text{fényerő}$$

Pl. egy 50 mm-es objektívnél 2-es fényerővel 2,75 méterre, 2,8-as fényerővel 1,96 méterre kell a távolságot állítanunk. A csillagok skálaként való fotózásánál legalább egy összehasonlítónak fényesebbnek kell lennie a Holdnál! Ha ugyanazt a fényerőt használjuk a Hold fotózásakor, mint az összehasonlítóznál, ez erősen korlátozza a fényességtartományt ( $-1,5^m$ -tól kb.  $+4^m$ -ig). Az alkalmazható tartományt kitolhatjuk, ha a fényes, részleges fogyatkozásban lévő Holdat szűk rekeszsel (pl. f/16) és rövidebb expozícióval, az összehasonlítót pedig tág nyílással (f/2) és hosszabb expozícióval exponáljuk, de ehhez pontos magnitúdóskálát adni nem tudunk, az összehasonlítást a konkrét helyzettől függően kell megtenni. (Itt a fotografikus skála reciprociását kell figyelembe venni!)

Fotolektromos fotometriával juthatunk a legpontosabb adatokhoz a fogyatkozó Hold fényességét illetően. Ezt a mérést a különböző berendezések tulajdonságainak megfelelően kell végezni. A Hold teljes korongja mellett fontos lehet egyes fényesebb területek (pl. Aristarchus, Copernicus, Kepler) folyamatos nyomon követése is. Ehhez persze pontosan beállított műszerek szükségesek.

Fotografikus munkánál számítanunk kell arra, hogy a fogyatkozás nagyon sötét lesz, és a totalitás idején hosszú expozíciót kell alkalmaznunk. Ez órágepes vagy finommozgatással ellátott távcsövet tételez fel. Itt most megadjuk a 400 ASA-ra, f/8-as optikára a fogyatkozás közepén alkalmazandó hozzávetőleges expozíciókat a Danjon-skála (L)-szerinti érték függvényében:

L= 0	L= 1	L= 2	L= 3	L= 4
800s	200 s	60 s	16 s	4 s

SZABÓ SÁNDOR