

# És mégis forog! — kisbolygók vizuális fotometriája

A kisbolygók fényváltozásával kapcsolatban a CCD-rovatban látott napvilágot egy cikk (Meteor 1998/4., 21. o.), amelyben a megfigyelés aspektusain kívül a fényváltozás okairól és természetéről is ejtettem pár szót. Az általánosan elterjedt nézet szerint a fényváltozást egy homogén felületi fényességű alak forgásával magyarázzák. Így a fénygörbe két maximuma között eltelt idő a forgás periódusának fele — egyszer jobbról, egyszer balról látunk rá az elnyúlt alakra.

A fényváltozás amplitúdója általában kicsi, hiszen akár még egy 1:2 arányban megnyúlt alak is csak maximum 0,7

magnitúdós változást produkál. Van néhány ilyen tengelyarányú kisbolygó, de nem ez a jellemző. Az amplitúdó általában nem éri el az alakból levezethető elméleti maximálisát, hiszen ha nem pontosan merőlegesen látunk rá a forgástengelyre, akkor lényegesen kisebb változást látunk. (Képzeljünk el egy forgó golyóstollat, amelyre különböző irányokból tekintünk...)

Az amplitúdó változása és a maximumok időbeli lefolyása arra ad lehetőséget, hogy kizárólag a fényváltozás alapján megadjuk a forgás fő fizikai paramétereit: a periódust, a forgástengely helyzetét és a forgásirányt. Emellett alakmodelleket is számíthatunk. A fényváltozások nyomon követése tehát hasznos feladat, de a kis amplitúdók miatt inkább CCD technikát igényel.

Az okulár mellett fölnőtt megfigyelő azonban még a CCD mellől is hajlamos fölkiáltani: „Hiszem, ha látom!” És máris készíti a látómezőrajzokat a mért kisbolygó elmozdulásáról, a monitoron látott kép alapján megpróbálja elképzelni a fényváltozás menetét, és szorgalmasan vadászik a nagy amplitúdójú aszteroidákra, amelyek forgását kedvező körülmények közt vizuálisan is megfigyelheti. Reménykedni azért is lehet, mert a kisbolygós fotometriai adatbázisok is tartalmaznak néhány vizuális adatsort, jobbára a hőskori időkből.

A táblázatban néhány ilyen kisbolygó adatait tüntettük föl, mégpedig a maximális amplitúdók csökkenő sorrendjében. Ha számítottak forgási modellt, azt is mellékeljük, hogy mely csillagképek környékén haladja meg a fényváltozás a 0,5 magnitúdót (ez összesen két ellentétes égi pozíciót jelöl).

## Jelentős fényváltozást mutató kisbolygók

név	periódus (ó.)	amplitúdó ( <sup>m</sup> )	
433 Eros	5,270	0,05–1,5	(Tau, Sco)
216 Kleopatra	5,385	0,13–1,18	(Leo, Cap)
624 Hektor	6,921	0,1–1,1	(Tau, Sco)
63 Ausonia	9,298	0,15–0,95	(Vir, Psc)
753 Tiflis	9,85	0,35–0,8	
337 Devosa	4,610	0,08–0,75	
201 Penelope	3,747	0,15–0,73	(Leo, Aqr)
125 Liberatrix	3,969	0,29–0,71	(Vir, Psc)
434 Hungaria	26,51	0,70	
182 Elsa	80	0,7	
276 Adelheid		>0,6?	
317 Roxane	8,16	0,67	
43 Ariadne	5,751	0,13–0,66	(Leo, Cap)
273 Atropos	20	0,65	
984 Gretia	5,781	0,4–0,63	
87 Sylvia	5,183	0,30–0,62	(Leo, Cap)
792 Metcalfia	9,17	0,62	
944 Hidalgo	10,064	0,35–0,60	
699 Hela	3,656	0,60	
250 Bettina	5,105	0,33–0,60	
288 Glauke	1150	>0,6	
622 Esther	47,5	>0,6	

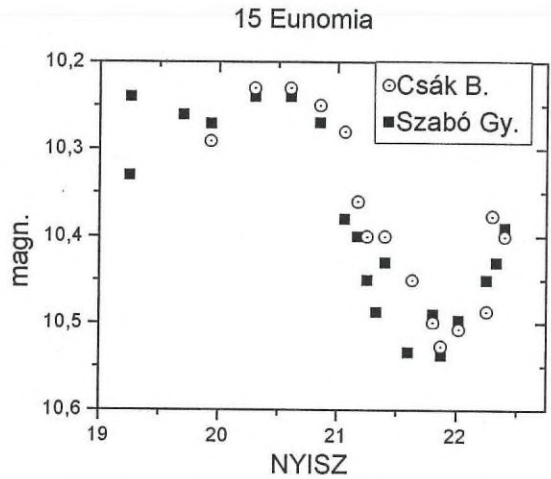
Nehézséget az okozhat, hogy a halványabb kisbolygók produkálnak nagyobb fényváltozást, összhangban azzal, hogy alakjuk szabálytalanabb. Ezért az ilyen programok végzéséhez általában legalább 20 cm körüli távcsőre van szükség.

E cikk keretei közt három kisbolygónak kétféle vizuális technikával készült megfigyeléseit mutatom be. A 15 Eunomia képviseli a kis amplitúdójú fényes kisbolygók családját, melyeket tapasztalatunk szerint jól lehet észlelni egy kielégítően pontos „profi” öh-sor alapján. A 201 Penelope és 250 Bettina a halvány, nagy amplitúdójú aszteroidákat képviselik, melyek észleléséhez akár egyáltalán nincs szükség öh-sorra, csak minimális változós gyakorlatra és egy nagyobb műszerre, amelynek képalkotását jól ismerjük. Elsősorban a kis fényességkülönbségek detektálása jelent problémát, ezért ezzel a témával részletesen foglalkozunk.

Kezdjük a 15 Eunomiával! Ezt a kisbolygót Csák Balázzsal közösen 1999. március 9-én figyeltük meg, mégpedig a Szegedi Csillagvizsgáló 20 cm-es Newton-reflektorával. A kisbolygó legnagyobb, 0,35 magnitúdós fényváltozását figyeltük meg, bár meg kell mondom, a kis amplitúdó miatt szkepticizmussal szemléltük a jövődöket. Mindenképpen szükségünk volt egy pontos öh-sorra, amelyet a Tycho V-szűrős adatbázisából szereztünk. A térképre az öh-kat század magnitúdó pontossággal tüntettük föl, bár az utolsó jegyek nem tulajdonítottunk jelentőséget.

A megfigyeléseket úgy terveztük, hogy öt percenként háromszor tizedmagnitúdó pontossággal becsüljük meg a fényességet, majd ötperces átlagokat képezünk. Az első meglepetés a távcső mellett ért, ahol azt tapasztaltuk, hogy a 0,08–0,12 magnitúdós különbségű összehasonlítókat láthatóan kissé eltérő fényességűek! Ezért módosítottunk a stratégián, és a századmagnitúdót is meg mertük becsülni. Ezen a gyakorlaton változósok esetleg megbotránkozhatnak, hiszen nem egy változó vizuális fénygörbéje több mint egy magnitúdó vastag. Nem állítjuk, hogy a vizuális pontosság század magnitúdó. De azt tapasztaltuk, hogy egy megfelelő öh-sorozat alapján ugyanaz az észlelő ugyanazon az éjszakán ugyanolyan extinkciós viszonyok mellett ugyanazzal a műszerrel végezve megfigyeléseit — valamivel tized magnitúdó alatti fényességkülönbségeket is tud érzékelni. Ezt a tapasztalatot egyébként mások is megerősítették.

Engedve e kisebb kitérő csábitásának, még egy momentumra térnék ki. Az egész megfigyelési széria alatt Balázs „sokkal” (kb. 0,3 magnitúdó) fényesebbnek becsülte a kisbolygót, mint jómagam. Az eltérő színérzékenység mellett mindenképpen szerepet játszott ebben az a tény, hogy a kisbolygó egy egyenlő fényességű „csillagsor” utolsó





tagja volt. Pszichológiai kutatások tárgyát képezhetné, hogy mennyivel látja a megfigyelő fényesebbnek (halványabbnak?) egy csillaglánc szélső tagját, mint a nagy ürességben árválkodó összehasonlítókat. Ennek ellenére konzisztens módon láttuk a fényváltozást, csak más átlagos érték körül.

Ismét arra a következtetésre jutottunk, hogy a vizuális észlelés hibaforrásai sokrétűek és jelentősek; de egy megfigyelő egy éjszakán meglepően kis fényváltozásokat is képes meglátni.

Az észlelés alkalmával igyekeztünk egymást minél kevésbé befolyásolni (titkolózás, más témáról folyó beszélgetés), bár nem volt elkerülhető, hogy néha felszínesen megvitassuk a látottakat. Hogy a mindkettőnk által látott halványodást nem a lenyugvó égterület extinkciós paramétereinek folyamatos változása okozta, az akkor derült ki, amikor a kisbolygó minimuma után újra fényesedni kezdett.

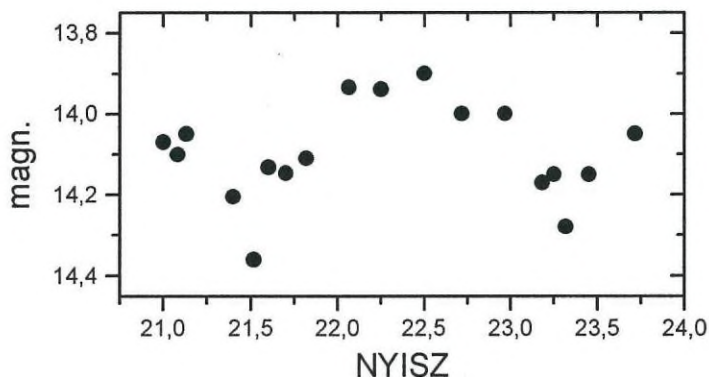
A két fénygörbét azonos átlagszinten összetolva láthatjuk az ábrán.

A folytatásra egy kicsivel több mint egy év múlva került sor. 2000. április 29-én az akkoriban ideálisnak ígérkező 201 Penelope és 250 Bettina volt a kiszemelt áldozat. A Penelope fényessége 14 magnitúdó körül volt várható, a Bettina ennél két renddel volt fényesebb. Az észleléshez mindenképpen nagy műszerre volt szükség, így a Szegedi Csillagvizsgáló 40 cm-es távcsövével használtam. A „szokásos” 40 mm-es ortho okulárral a nagyítás 140x-es, a látómező 18'. Ebben a fényességtartományban már nehézkes pontos öh-sort összeállítani, ezért más technikához folyamodtam.

A látott kép alapján kiválasztottam két, a kisbolygóhoz közeli fényességű csillagot, és minden észlelés alkalmával két becslést végeztem az aszteroidáról. Külön-külön becsültem meg, hogy az egyes csillagokhoz képest hány tized magnitúdó az eltérés. A két eltérés különbsége az öh-k indirekt „fényességbecslését” jelenti; ezeket az adatokat az észlelés után összeátlagoltam. Így kiszámítva a két öh becsült különbségét, az egyedi eltéréseket mintegy normálva „beleskáláztam” az átlagos eltérés szintjébe. Tapasztalatom szerint két öh alkalmazásával egyértelműbben azonosíthatjuk a fényváltozást, a relatív skálázást használva pedig még jobbakká lesznek a kapott fénygörbék, mint egyszerű átlagolással.

Természetesen az átlagos eltérés bizonytalansága miatt még az amplitúdó becslése is merész vállalkozás, de nem is ez a végső cél. Tudományos szintű megfigyeléshez

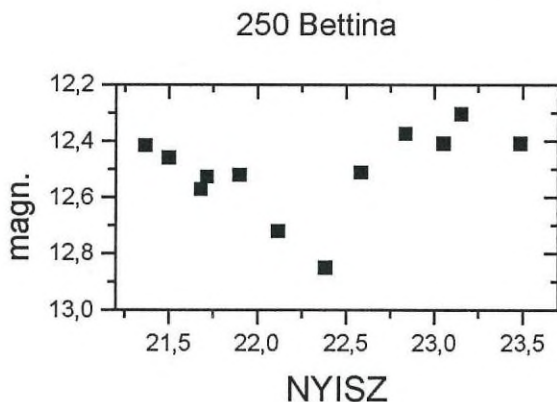
## 201 Penelope



műszereket kell használnunk; az ilyen jellegű megfigyelés viszont kiválóan alkalmas arra, hogy valami érdekeset LÁSSUNK.

Az észleléskor az jelentette a fő nehézséget, hogy a 14 magnitúdós égitest gyorsan belebukott a város fölötti párába, így becslése egyre nehezebbé vált. Amíg tudtam követni, addig két minimumot figyeltem meg. A megfigyelés előtt nem néztem meg a pontos periódust, de a kicsit kevesebb, mint két órával egymás után következő minimumok igen jó egyezésben vannak az irodalmi értékekkel is. Az amplitúdó elvileg alulmúlja a várható 0,7 magnitúdós értéket, de mint említettük, a „relatív skálázású” fényességbecslésben ez egy nagyon bizonytalan paraméter.

Végül a 250 Bettina fénygörbéjét mutatjuk be. Ez a kisbolygó négyszer fényesebb volt a Penelopénál. A fényességváltozás szemre is meggyőzőbb volt. Ebben az esetben két maximumot láttam, ezek távolsága valamivel több, mint két óra.



A kisbolygók elmozdulása az Eunomia esetében látványos volt, míg a másik két esetben kevésbé. Ennek elsősorban a csillagos háttér gyengésege volt az oka.

Az itt bemutatotthoz hasonló programot a mellékelt táblázat alapján bárki össze tud állítani. Mind fotografikusan, CCD-vel, mind vizuálisan érhetünk el eredményeket, persze mindegyik más minőséget fog képviselni. (A CCD méréseket akár szaklapban is lehet publikálni.) Érdemes a tapasztalatokat előre is gyűjteni: 2004-ben a Toutatis nemcsak napi 50 fokos elmozdulása és binoklis fényessége miatt lesz látványos megfigyelni való. Kettős periódusú fényváltozásának nyomon követésével a forrást és a precessziót egyszerre tapasztalhatjuk a „saját bőrünkön”.

SZABÓ GYULA

### **CSILLAGÁSZATI TÁBOR RÁKTANYÁN (2000. aug. 3–10.)**

A tábort elsősorban középiskolásoknak szervezzük a Magas-Bakonyban, a Hárskút közelében fekvő Ráktanyán. A táborozók megismerkedhetnek a csillagképekkel és megtanulnak tájékozódni az égbolton, elsajátítják a távcső használatát és csillagászati megfigyeléseket végeznek.

**Jelentkezés: Horváth Ferenc, 8411 Veszprém-Kádárta, Láncki u. 18. Tel.: (88) 458-319**