



Üstökösök

Halley (1982i)

Meglehetősen ellentmondásos kép alakult ki a Halley-üstököséről, miután 1985 őszén rövid hetek leforgása alatt az éjszakai-esti égbolt megszokott objektuma lett. Nem csupán az egyszerű érdeklődők, hanem az amatőr csillagászok számottevő része is úgy nyilatkozott: "...ez lett volna a szenzációs történelmi üstökös?".

Nos, hát ez volt! Jóllehet, most a "bulvársajtó" nem teremtett világvége hangulatot, mint 76 esztendeje, de a híradásokban szereplő évszázad üstökösének megjelenését túlzott várakozás előzte meg! Kétségtelen tény, hogy a Halley 1986-os perihéliumátmenete lényegesen rosszabb észlelési körülményekkel párosult az északi félgömbön, mint az 1910-es láthatóság idején. Természetesen az észlelők zöme kezdettől fogva inkább a saját távcsövének (ill. saját szemének) hitt, mint a bizonytalan eredetű napi híreknek.

A Halley iránt megnyilvánuló nagy érdeklődés következménye, hogy a magyar észlelő amatőr csillagászat történetében még nem volt üstökös, melyet ilyen hosszú időn keresztül, gyakorlatilag folyamatosan figyelemmel kísérték. A megfigyelési intervallum közel nyolc hónapra terjedt ki - 1985. okt. 13-án sikerült először megpillantani, majd a perihéliumátmenet után 1986. május 28-án történt a "búcsúészlelés". Ezalatt jelentősen változott naptávolsága: 2,19 CSE-ről 0,6 CSE-re csökkent. A távolodó égitestet 2,02 CSE-ig tudtuk követni. Az adatok többsége a perihélium előtti esti láthatóság idejéből származik, de kielégítő adatsor áll rendelkezésre a "hajnali" üstököséről is. A március-áprilisi észlelési eredmények főként a két görögországi expedíciónak köszönhetőek - ekkor hazánkból nem lehetett látni az üstökösöt, hiszen alig emelkedett a horizont fölé. Az áprilisi nagy földközelség idején pedig -47° volt a deklinációja, így teljesen láthatatlan maradt.

Az IHW program szempontjainak megfelelő, különböző vizuális észlelési területekről származó korrekt adatgyűjtés (fényességbecslések, látszólagos kóma- és csóvaméretek, PA-mérés, a fej és csóva finom szerkezetét bemutató vázlatok, látómezőrajzok, stb...) az eddigi gyakorlattól kissé eltérő módszerek alkalmazását is megkövetelte észlelőinktől. Nagy segítséget jelentett az IHW térképsorozat és a Kézikönyv gyors megjelenése, hiszen ezek jelentették a folyamatos munka alapját. Ez volt az első eset, hogy egy üstökös láthatóság teljes tartamára rendelkezünk pontos öh-csillagokat tartalmazó térképsorozattal.

Összesen 337 vizuális megfigyelés készült, ám akik nem jelentkeztek az IHW programba, természetesen nem is készülhettek fel az egységes észlelésekre. Adataikat nem minden esetben tudtuk felhasználni, hogy csökkentsük az egyébként is óhatatlanul meglévő szórást. Ez különösen a vizuális fotometriánál jelentős.

És most lássuk, miként alakult a beküldött észlelések sorsa, s ejtsünk néhány szót a feldolgozás lépéseiről, mielőtt rátérünk a tényleges eredményekre.

Összesen 274 adat szolgáltatotta a fénygörbe alapját. Az 1. sz. diagrammon az üstökös látszólagos vizuális fényességének alakulását látjuk. 1986 februárja teljesen adatmentes, mivel a pálya perihéliumpontja a Nap túloldalán volt. A vékony folytonos vonal a - menet közben több ízben is korrigált - előrejelzett fényességet jelenti. A többi (A, B, C, D) görbe az ún. heliocentrikus fényességből (H), illetve a fotometrikus paraméterekből "visszszámolt" látszólagos fényességet mutatja. Természetesen ebből még nem vonhatunk le végleges következtetéseket, de az könnyen leolvasható, hogy a láthatóság folyamán gyakran eltért az üstökös fényessége az előrejelzésektől (ld. még később!).

A fényességbecslések elsődleges célja, hogy megvizsgálhassuk az üstökös fotometriai paramétereinek változását. A jól ismert formulával írhatjuk le egy üstökös vizuális fényességét:

$$m = m_0 + 5 \log \Delta + 2,5n \log r,$$

ahol Δ és r rendre az üstökös föld- illetve naptávolsága CSE-ben, m_0 az abszolút fényesség (egy olyan elméleti érték, amikor $\Delta=r=1$ CSE), n az üstökös aktivitására utaló empirikus faktor.

Nyilvánvaló, hogy a kellő gondossággal végzett fényességbecslésekből (Δ és r pillanatnyi értékének ismeretében) meghatározhatjuk a jellemző fényességi paramétereket: m_0 -t és n -t.

Ám ahhoz, hogy ezt korrekten módon megtehessek, figyelembe kell vennünk, hogy az észlelések különböző átmérőjű és típusú távcsövekkel készültek. Mintegy fél évszázada N. Bobrovnyikov mutatott rá, hogy a távcsőátmérő növekedésével arányosan viszonylag halványabban jelenik meg egy adott üstökös képe a látómezőben. Természetesen e látszólagos effektus eltérően nyilvánul meg refraktorokban, mint reflektorokban. Az 1970-es években az ALPO Üstökösszekciójának munkatársai újrapvizsgálták e jelenséget, és gyakorlati összefüggéseket mutattak ki az üstökösök relatív (becsült) fényessége és az alkalmazott távcsőátmérők között.

Így az általánosan elfogadott nemzetközi gyakorlatnak megfelelően az összes fényességadatot egy elméleti 6,8 cm-es átmérőre kellett korrigálni. (Tehát ezáltal olyan adatsorhoz jutottunk, mintha az összes észlelő azonos átmérőjű- és típusú műszerrel dolgozott volna.)

Ezután a heliocentrikus fényesség meghatározása következik, amely a fentebb leírt általános fényesség-képletből kiszámítható:

$$H_{\Delta} = m - 5 \log \Delta$$

Már csak némi kitartás az olvasó részéről, és - miután a H értékét minden egyes észlelésre meghatároztuk - már csak ábrázolnunk kell a naptávolság logaritmusát ($\log r$) függvényében, és megkapjuk a 2. sz. ábrát. Elméletileg az adatok bizonyos intervallumon belül egyenessel közelíthetők. Már a grafikon megszerkesztésénél kitűnt, hogy egyetlen egyenest csak nagy bizonytalansággal - jelentős szórás mellett - lehet fölfektetni. S ez nem reprezentálná a fotometrikus paraméterek változását különböző naptávolságoknál. Valójában az ábrán látható egyenesek (sötét körök perihélium előtt, üres karikák perihélium után) tartalmazzák azokat a paramétereket, amelyekre kíváncsiak vagyunk, egyúttal kiolvasható belőlük az üstökös aktivitása.

Könnyen belátható, hogy annál pontosabb eredményre jutunk, minél hosszabb időszakra kiterjedő adatsor áll rendelkezésre, azaz a láthatóság alatt minél nagyobb az üstökös naptávolságának változása. A Halley-üstökös ebből a szempontból (is) ideálisnak mondható.

Most pedig lássuk a számítások végeredményét! Az üstökös nagyobb naptávolságnál eléggé lassan fényesedett, lényegesen alatta maradt a várakozásnak. Am ezen inaktívnak minősített szakasz csupán néhány hétig tartott!

$$\left[\begin{array}{l} r = 2,19 \rightarrow 1,15 \text{ CSE intervallumban:} \\ m = 4,43 + 5 \log \Delta + 15,43 \log r, \end{array} \right. \quad (A)$$

ahol $m_0 = 4,43$, $n = 6,17$ - ami fokozatos gáz- és porkiáramlásra, és a mag megnövekedett aktivitására utal. A fényességnövekedés ilyen üteme egyértelműen azt jelenti, hogy a Halley fényessége a korai optimista előrejelzéseket is túl fogja szárnyalni a perihéliumátmenet idején. Mint annyiszor az üstökös kutatás történetében, most sem így történt, mivel pár hét leforgása alatt számottevően megváltoztak a fotometrikus paraméterek.

$$\left[\begin{array}{l} r = 1,15 \rightarrow 0,71 \text{ CSE között így módosult a fényességképlet:} \\ m = 4,70 + 5 \log \Delta + 9,98 \log r, \\ \text{azaz } m_0 = 4,70 \text{ és } n = 3,99. \end{array} \right. \quad (B)$$

A láthatóság során többször tapasztalt kifényesedések és elhalványulások - amelyek a perihéliumátmenet előtt és után ismét fölléptek - a Halley-üstökös magjának szakaszos "működéséről" árulkodnak. (Ezt megerősítik a fej és a csóva kialakulására és fejlődésére vonatkozó adatok is - ld. később.)

Közel másfél hónapra eltűnt szemünk elől a Halley - mialatt áthaladt pályája napközelpontján, s előbukkanva a hajnali égbolton, szinte teljesen új üstökös benyomását keltette. Legalábbis ezt jelzi az eddigiektől lényegesen különböző összefüggés, amely viszont csak rövid ideig (kb. 1 CSE-ig) érvényes:

$$\left[\begin{array}{l} m = 3,65 + 5 \log \Delta + 13,83 \log r, \\ \text{így: } m_0 = 3,65, n = 5,53. \end{array} \right. \quad (C)$$

E rövid, pár hétig tartó "föllángolást" folyamatos, néhány fluktuációval tarkított halványulás követte egészen a láthatóság végéig. Így 2,02 CSE távolságig az abszolút fényesség alacsonyabb értéke, és gyengébb aktivitás jellemezte a Halley-üstököszt.

$$m = 4,29 + 5 \log \Delta + 8,44 \log r, \quad (D)$$

tehát: $m_0 = 4,29$, $n = 3,37$.

Az üstökös fő szerkezeti egységeiről (mag, kóma, csóva) is számos vizuális és fotografikus megfigyelés készült. Bár viszonylag sokan jelezték, hogy aktívan részt vállalnak az IHW program fotografikus munkájában, a beküldött anyag a láthatóság kisebb szakaszaira koncentrálódik. Igaz, hogy készültek kifejezetten látványos színes diaképek – a perihélium körüli időről – de ugyanakkor hiányoznak a jól kiértékelhető, homogén fekete-fehér sorozatok.

Ezért a fej és a csóva méretére, növekedésére vonatkozó számításoknál célszerűbb volt a pontatlanabb, de a láthatóság teljes időtartamára kiterjedő vizuális adatokat fölhasználni.

Az első hazai megfigyelések idején jellegtelen diffúz foltocska volt a Halley, és még 1,9 CSE-nél is alig haladta meg az üstökös feje a 100 ezer km-t. Ettől kezdve egyre intenzívebbé vált a gáz és porkibocsátás folyamata. Reálisnak tűnik két heves fluktuáció 1,8, majd 1,4 CSE környékén, amikor a kóma erősen kiterjedt, előbb 300, majd 400 ezer km-re. Megjegyezzük, hogy az utóbbi a november végi nagy földközelség idején játszódott le, és a gyors kómafejlődés nemcsak látszólagos effektus volt.

1986 januárjában – alig két héttel a perihéliumátmenet előtt – a kómaátmérő meghaladta a 700 ezer km-t vizuálisan, noha az észlelési körülmények egyre romlottak. (Hogy legyen viszonyítási alapunk: a holdpálya sugara 384 ezer km!) Ha eltekintünk a fent említett fluktuációktól, első közelítésben egy olyan görbével írhatjuk le a kóma fejlődését, amely monoton növekszik. Vagyis 0,1 CSE-gel csökkenő r értékekhez durván 50 ezer km-es átmérőnövekedés járul!

A perihéliumátmenet után valóban másként "viselkedett" az üstökös, amint azt a fotometrikus paraméterek vizsgálatánál már korábban megállapítottuk. A Naptól távolodó üstököszt március közepétől tudtuk többé-kevésbé szisztematikusan nyomonkövetni. Március elejéről csupán egyetlen adatunk van ($r < 0,8$ CSE), amikor csak a kóma legbelső fényes részét lehetett megpillantani, hiszen még nagyon kicsi volt az üstökös elongációja. Így az ebből számolt kb. 250 ezer km-es kómaátmérő csak tájékoztató adat, nem tükrözheti a valóságot.

Napközelen rendkívül intenzív lehetett az üstökösrag por- és gázkibocsátása, hiszen alig öt héttel a perihélium után közel egy millió km-nél "tetőzik" a diagram! A vizuális adatokkal igen jól egybevágnak a márciusi fényképfelvételek is. Figyelmet érdemel, hogy mennyire különbözik a perihélium előtti és utáni görbék meredeksége. A szaggatott vonalak a kóma visszafejlődésének két lehetséges, de kevésbé valószínű menetét jelzik. Az április első feléből származó adatokból kapott 600–400 ezer km-es kóma (1,2–1,3 CSE-nél) igen gyors visszafejlődést sejtet, ám a későbbiek ezt nem erősítik meg. Kár, hogy ezen időszakról nem rendelkezünk fotókkal.

Az első biztos csóvanyomok 1,9 CSE-nél jelentkeztek. Korábban csupán a kóma lapultsága, s egy-két halvány "jet" utalt arra, hogy megindult a csóvaképződés folyamata. Egy viszonylag rövid stagnálás után fantasztikusan fölgyorsult a csóvafejlődés! A baloldali görbe közel exponenciális növekedést mutat. (Itt álljunk meg egy gondolat erejéig. Feltehetően a megfigyelők többsége nem így tapasztalta a gyakorlatban. De jusson eszünkbe, hogy az üstökös-Föld-Nap "háromszög" szögei napról napra változnak. Azaz mindig más szögben láttunk rá a csóvára. Így egy viszonylag rövid, pl. 0,5-os csóva akár $5 \cdot 10^6$ km is lehet!)

Az intenzív csóvafejlődés 1,4 CSE közelében indult meg, s azt hiszem nem véletlen, hogy ekkor vált kiterjedtebbé a kóma, s mindezek következménye volt a november végi, december eleji kifényesedés (ld. a fénygörbéket).

A perihélium előtt az üstökös csóvája már meghaladta a $22 \cdot 10^6$ km-t, ekkor már majdnem 0,7 CSE-re volt a Naptól. Igazi veszteség, hogy nem láthatuk a Halleyt, mikor elérte napközelpontját. A távolodó üstökös látványa mindannyiunk számára megkapó volt: fényes, szabadszemes, 5-6 fokos csóvájú objektum. Am ekkor a csóvahossz nem érte el a $20 \cdot 10^6$ km-t! A csóva visszafejlődése lényegesen lassabb folyamat volt, mint a kialakulása. Ezt jelzi, hogy a perihélium utáni görbe kevésbé meredek, s a csóvahossz kb. +1,7 CSE-ig rendre meghaladta a perihélium előtti értékeket.

A megfigyelések egyéb területeiről (a fej finom struktúrája, a csóva szerkezeti változásai, LM-rajzok, fotografikus észlelések, stb.) jelen földolgozás keretében nincs lehetőség szólni. Így a "Halley-kihívásra" ez volt a magyar észlelő amatőrök válasza.

UJVÁROSY ANTAL

④ WILSON (19861)

Szabadszemmel csak a déli féltekéről volt látható, így egyedül Colin Henshaw (Zimbabwe) végzett róla fénybecsléseket májusban, 10x40-es binokulárral. Maximális fényességét a hónap elején érte el 5,0 magnitúdóval. Eszerint a számítottnál halványabb volt. Május végére már 7,0 magnitúdóra halványodott.

④ KLEMOLA (1987i)

Szabó Sándor csak negatív észleléseket küldött róla. Az észlelési kísérleteket 11 cm-es reflektorral végezte. Az elsőrejelzés szerint az üstökös 11 magnitúdós volt.

④ P/DENNING-FUJIKAWA

Szintén Szabó Sándor kísérlete meg észlelését, de sikertelenül.

④ SORRELS (1986n)

Ennek az üstökösnek volt legjobb a láthatósága 1987 első felében. Sajnos, halványsága miatt csak három észlelés készült róla. Zalezsák Tamás június 25-én összefényességét 10,5 magnitúdóra, méretét 1 ívpercre becsülte 15 cm-es reflektorral. Központi sűrűsödés csak nehezen volt észlelhető. Június 27-én a központi sűrűsödés nem volt látható, ekkor fényessége 11,0 magnitúdó volt.

ZALEZSÁK TAMÁS







