

# meteor csillagászati évkönyv



A Nap  
ultraibolya fényben

2007



1



2



3



4. 5



6



7



8

Meteor csillagászati évkönyv 2007

# meteor csillagászati évkönyv 2007

összeállította

Illésy György

2007. évi kiadás

Meteor Csillagászati Társaság  
Budapest, 2007



# meteor csillagászati évkönyv 2007

szerkesztette:

Mizser Attila  
Taracsák Gábor

Magyar Csillagászati Egyesület  
Budapest, 2006

*Az évkönyv összeállításában közreműködött:*

Jean Meeus (Belgium)

Sárnecky Krisztián

*Szakmailag ellenőrizte:*

Szabados László (cikkek, beszámolók)

Szabadi Péter (táblázatok)

*Műszaki szerkesztés és illusztrációk:*

Taracsák Gábor

*A szerkesztés és a kiadás támogatói:*

a Magyar Csillagászati Egyesületet

jövedelemadójuk 1%-ával támogató adófizetők

MLog Műszereket Gyártó és Forgalmazó Kft.

MTA Csillagászati Kutatóintézete

ISSN 0866-2851

Felelős kiadó: Mizser Attila

Készült a G-PRINT BT. nyomdájában

Felelős vezető: Wilpert Gábor

Terjedelem: 20 ív + 6 oldal melléklet

Példányszám: 3500

2006. október

## Tartalom

Bevezető .....	7
Használati útmutató .....	8
Jelek és rövidítések .....	13
A csillagképek latin és magyar neve .....	14

### Táblázatok

Jelenségnaptár .....	16
A bolygók kelése és nyugvása (ábra) .....	64
A bolygók adatai .....	66
A bolygók kitérése a Naptól (ábra) .....	79
Julián-dátum táblázat .....	80
A bolygók ekliptikai koordinátái .....	81
A bolygók elhelyezkedése a Nap körül (ábra) .....	84
A Nap adatai .....	86
A Hold adatai .....	88
A colongitudo változása .....	96
Jupiter-holdak .....	97
Szaturnusz-holdak .....	108
Törpebolygók és kisbolygók .....	111
Üstökösök .....	117
Meteorrajok .....	120
Fogyatkozások, fedések .....	122
A Hold csillagfedései .....	124
Csillagkatalógus J2007.5-re .....	129
Új holdnevek a Naprendszerben .....	136

## Cikkek

A csillagászat legújabb eredményei .....	139
KÁLMÁN BÉLA: A Nemzetközi Héliofizikai Év .....	191
FŰRÉSZ GÁBOR: A csillagászati spektroszkópia eszközei .....	204
CSÁK BALÁZS–KISS LÁSZLÓ–VINKÓ JÓZSEF:	
Kataklimikus változócsillagok .....	231
FARKAS GÁBOR FARKAS: Az 1572-es szupernóva és Magyarország ....	249
KŐVÁRI ZSOLT–BENDA KLÁRA–KRIVÁN MIKLÓS:	
Csillagászat szélessávon .....	264

## Beszámolók

Magyar Csillagászati Egyesület .....	269
MTA Csillagászati Kutatóintézete .....	275
ELTE Csillagászati Tanszéke .....	286
Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete .....	290
Magyar Asztronautikai Társaság .....	296
TIT Budapesti Planetárium .....	310
Szerzőink .....	314
Színes képek .....	323

## A címlapon

*A SOHO napkutató űrszonda EIT kamerájának a He II 30.4 nm-es távoli ultraibolya hullámhosszán készült felvétele a Nap felső kromoszférájának és alsó átmeneti rétegének 60 000 K körüli hőmérsékletű tartományairól ad képet (A Nemzetközi Héliofizikai Év című cikkhez). A sötétebb szín alacsonyabb, a világosabb szín magasabb hőmérsékletet jelent. Jól látható a mágneses tér szerkezete és egy hatalmas protuberancia (SOHO, ESA–NASA)*

## A belső borítón

*Képek a Magyar Csillagászati Egyesület életéből (bővebben a 321. oldalon)*

## A hátsó borítón

*A Cassini-űrszonda felvételei alapján készített hamisszínes kép a Szaturnusz Hyperion nevéű holdjáról (a Cassini-űrszonda eredményeiből című hírhez). Az eredetileg erősen vörösés tónust elnyomva kiemelték a felszín anyagi összetételét tükröző többi színt (NASA–JPL – Space Science Institute)*



## Bevezető

A 2007-es évkönyv táblázataiban néhány újdonság található. A jelenségnaptár *Csillagászati események* részében, az égitestek együttállásainál eddig – a sok évtizedes hagyományt és a külföldi évkönyvek többségének gyakorlatát követve – a Föld középpontjához viszonyított, geocentrikus adatok szerepeltek. A bolygók kölcsönös együttállásai esetében ezek az értékek kellő pontossággal érvényesek a Föld bármely pontjáról nézve. A Hold azonban csak mintegy 30 földátmérőnyire kering tőlünk, így az ugyanazon időpontban látható égi helyzete a Föld különböző pontjairól nézve fok nagyságú eltérést is mutathat a geocentrikus iránytól. Ez jelentkezik a Hold és más égitestek együttállásainak időpontjában és szögtávolságában is. Ezért Olvasóink javaslatára a 2007-es évtől a Hold együttállásainak nem a geocentrikus, hanem az évkönyv földrajzi koordinátáira vonatkozó (topocentrikus) adatait közöljük. Így az együttállás időpontja, valamint a Hold és a közelében tartózkodó bolygó szögtávolsága a tőlünk ténylegesen látható égi helyzetnek felel meg. A *Fogyatkozások, fedések* adatainál pedig a 2007. évtől vázlatos ábrát is közlünk a hazánkban látható holdfogyatkozások lefolyásáról.

A táblázatok elkészítése után született az IAU döntése a Naprendszer bolygóinak új meghatározásáról. Ennek értelmében módosítottuk a Plútóra vonatkozó táblázati részeket.

A csillagászat legújabb eredményeiből az idén is bőséges válogatás található a kötetben. Egy aktuális nemzetközi tudományos programot ismertet *A Nemzetközi Héliofizikai Év* című cikk. Az utóbbi évtizedek új csillagászati ismereteinek jelentős részét a szinképelemzés útján szereztük. Az ehhez használatos eszközöket mutatja be a modern csillagászati spektroszkópiáról szóló, gazdagon illusztrált összefoglaló. A harmadik nagy tanulmány a változócsillagoknak talán a legérdekesebb képviselőit, a „robbanó” változókat tekinti át. A csillagásztörténet iránt érdeklődők egy ilyen „felrobbant” csillag, az 1572-es Tycho-féle szupernóva magyarországi megfigyeléseiről is olvashatnak egy másik írásban. Cikkeink sorát egy internetes csillagászati oktatómodul ismertetése zárja.

Az egyesület által kiadott korábbi évkönyv-kötetokről a [evkonyv.mcse.hu](http://evkonyv.mcse.hu) honlapon találhat információkat az Olvasó.

## Használati útmutató

Az évkönyv első felében kaptak helyet a naptári alapadatok, havonkénti csoportosításban: a Nap és a Hold keltének és nyugtának időpontja, a hónap fontosabb csillagászati eseményei, a bolygók láthatósága, a hónap csillagos égboltja. Ezt követik azok az információk, amelyek csillagászati számításokhoz és az amatőr észlelők munkájához szükségesek: a Nap, a Hold és a bolygók koordinátái és fizikai adatai, valamint a különféle segédtablázatok. Végül pedig a speciális észlelési területeken használható előrejelzéseket és adatokat találjuk: fogyatkozásokról, fedésekről, kisbolygókról, meteorrajokról, üstökösökről és egyéb témákról. A tablázatok és adatok Magyarország közepes földrajzi koordinátáira vonatkoznak:

földrajzi hosszúság:  $\lambda = +19^{\circ}0$

földrajzi szélesség:  $\varphi = +47^{\circ}5$

Mínthogy hazánk kiterjedése nem nagy, az évkönyv táblázatai jó közelítéssel használhatók az egész ország területén. A Föld forgásával kapcsolatos időadatoknál a földrajzi hosszúságban mért egy fok különbség 4 időperc eltérést jelent. A kelési, delelési és nyugvási időpontok esetében tehát a  $19^{\circ}$  hosszúsági körtől keletre fokonként négy perccel le kell vonni a táblázat időadatából, nyugat felé pedig ugyanennyit hozzá kell adni. Pontos észleléseknél természetesen ezeket az eltéréseket megfelelő számításokkal kell figyelembe venni.

Az időpontadatok többsége világidőben (UT) szerepel, az egyéb számértékek pedig általában a megadott napon  $0^h$  UT-re vonatkoznak. Erre a táblázatok fejlécében elhelyezett UT, ill.  $0^h$  UT jelzés is utal.

A naptár rész minden időpontadatát, valamint a bolygók kelési, delelési és nyugvási időpontjait közép-európai időben (KÖZEI) adtuk meg. A táblázatok fejlécében a KÖZEI felirat utal erre. A nyári időszámítás (NYISZ) tartama alatt az érintett időpontadatoknál az óra és a perc közötti csillag (pl.  $16^{\circ}33$ ) és egy lábjegyzet figyelmeztet arra, hogy a KÖZEI-ben megadott értékhez egy órát hozzá kell adni. A nyári időszámítás várhatóan 2007.03.25., vasárnap hajnali  $2^h$  KÖZEI-től ( $3^h$  NYISZ) 2007.10.28., vasárnap hajnali  $3^h$  NYISZ-ig ( $2^h$  KÖZEI) lesz érvényben.

A helyi csillagidő értékét a naptár rész  $\vartheta_{gr}$  oszlopából számolhatjuk ki. Ez a szokásos greenwichi csillagidőt tartalmazza  $0^h$  UT-kor, amit 16 perccel növelve kapjuk a  $19^{\circ}$ -os földrajzi hosszúság helyi csillagidejét  $0^h$  KÖZEI-kor. Hozzávetőleges tájékozódásra ehhez elegendő hozzáadni az óránk által muta-

tott időt, és így néhány perc pontossággal meghatározhatjuk a helyi csillagidő pillanatnyi értékét. A nyári időszámítás alatt az így kapott időpontot még egy órával csökkenteni kell. A helyi csillagidő leolvasható a belső bolygók kelését és nyugvását feltüntető ábráról is. Ha nagyobb pontosságra van szükség, a csillagidő értékét a táblázat két szomszédos értéke közötti lineáris interpolációval kapjuk meg. Ehhez még hozzá kell adnunk megfigyelőhelyünk földrajzi hosszúságának megfelelően fokenként 4 perc korrekciót, csak most keletre pozitív, nyugatra negatív előjellel.

A Nap, a Hold és (a Plútó kivételével) a bolygók egyenlítői koordinátái ( $RA$ ,  $D$ ) a pillanatnyi epochára, azaz az égi egyenlítő és a tavaszpont pillanatnyi helyére vonatkoznak. Az égi egyenlítő és a tavaszpont azonban a precesszió miatt elmozdul. Ha tehát pl. az említett koordinátákat csillagtérképre akarjuk vinni, ki kell számolni és figyelembe kell venni a térkép epochája (pl. B1950.0 vagy J2000.0) és a koordináta-adat időpontja közötti időkülönbségnek megfelelő precessziós eltérést.

A Plútó, a kisbolygók és az üstökösök egyenlítői koordinátái J2000.0 epochára szerepelnek, így ezeket egy ilyen jelzésű csillagtérképre közvetlenül át lehet vinni. A bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái ( $\lambda_e$ ,  $\beta$ ) is az ekliptika és a tavaszpont pillanatnyi helyét veszik alapul.

Kelési, illetve nyugvási időpontnak a táblázatokban azt a pillanatot tekintjük, amikor az égitest korongjának felső széle – a légköri refrakció elméleti értékének figyelembevételével – érinti a látóhatárt.

A fázis rovatban szereplő adat azt adja meg, hogyan aránylik az égitest korongjának megvilágított területe a teljes korong területéhez.

A pozíciószög ( $P$ ) az égi északi iránytól K–D–Ny körüljárással, 0–360°-ig mért szög (bizonyos táblázatokban azonban az észlelési hagyományokat figyelembe véve  $\pm 180^\circ$ -ig mérjük). A fényesebb égitest középpontjához viszonyítjuk a halványabbik elhelyezkedését. Az égi északi irányt az égitesten és az égi pólusokon áthaladó főkör jelöli ki, ami általában nem egyezik meg pontosan sem az égitest északi pólusának, sem a terminátor északi végpontjának irányával!

A naptár részben minden hónaphoz két oldal táblázat és két oldal képes csillagászati eseménynaptár tartozik. Ezekben minden időadat KÖZEI-ben szerepel. A bal oldali naptártáblázat első oszlopában található a napnak a hónapon belüli sorszáma, a nap nevének rövidítése és a napnak az év első napjától számított sorszáma. A hetek sorszámát az érvényes magyar szabvány szerint adjuk meg. A Nap időadatai mellett szerepel a delelési magassága, valamint az időegyenlítés értéke is. Az időegyenlítés azt adja meg, hogy az időzónánk közepén ( $\lambda = 15^\circ$ ) mennyit tér el a Nap valódi delelési időpontja a zónaidő déli 12 órájától. Minthogy az évkönyv táblázatai a  $\lambda = 19^\circ$  földrajzi hosszúságra készültek, a delelési időpont oszlopában látható, hogy a valódi

Nap itt 16 perccel korábban delel, mint az időzóna közepén. A holdfázis grafikus ábrázolása az adott naptári nap delére kerekített érték alapján készült. Mellette olvasható a négy fő holdfázis pontos időpontja.

A jobb oldali táblázatban a Julián-dátum és a greenwichi csillagidő található. Mindkettőnek a csillagászati számításoknál vehetjük hasznát. Az utolsó oszlopban az adott naptári napon ünnevelt névnapok listáját olvashatjuk. A szokásos naptárakban szereplő neveket álló betűkkel, a ritkábban előforduló neveket dőlt betűkkel szedtük. A névnap lista adatainak forrása a Vince Kiadónál megjelent LADÓ-BÍRÓ: *Magyar utónévkönyv*. A táblázat alatt az ismertebb ünnepek, időszámítási és kronológiai információk kaptak helyet.

A képes oldalakon találjuk az esti és a hajnali égbolt látványát bemutató ábrákat. Az esti kép az adott hónap közepén  $21^h$ -kor, a hajnali pedig  $3^h$ -kor ábrázolja az égboltot. Ha a bolygókat nem vesszük figyelembe, a képek segítségével megtudhatjuk, milyen a csillagok, csillagképek elhelyezkedése tetszőleges más időpontban. Az égbolt képe a Föld Nap körüli keringése miatt egy hónap alatt kb. két óra napi forgásnak megfelelő mértékben változik meg. Emiatt egy adott hónap közepén  $21^h$ -kor ugyanolyannak látjuk az égboltot, mint a hónap elején  $22^h$ -kor, az előző hónap közepén  $23^h$ -kor, az előző hónap elején  $24^h$ -kor; illetve az adott hónap végén  $20^h$ -kor, a következő hónap közepén  $19^h$ -kor, a következő hónap végén  $18^h$ -kor és így tovább. Hasonló számítás alapján használhatjuk a hajnali képeket is más hónapokban.

Az égboltot ábrázoló képek alatt az este, illetve hajnalban látható égitestek felsorolása található. Az esti égbolt listáját kiegészítettük néhány olyan nevezetes objektummal is, amelyeket észlelési gyakorlatokhoz vagy távcsöves bemutatás céljára ajánlunk. Ez után a hónap legfontosabb csillagászati eseményeinek felsorolása következik.

A jobb oldalon a bolygók láthatóságára vonatkozó információkat találjuk. Az oldalsó ábra pedig azt mutatja be, milyen látványt nyújtanak a bolygók a hónap közepén, csillagászati távcsőben. A gyorsan változó Merkúrról három rajzot találunk, melyek a hónap 5., 15. és 25. napján ábrázolják a bolygót. Az egységes méretarányban készült rajzokról leolvasható a bolygók látszó mérete, tengelyük iránya, egyenlítőjük és terminátoruk helyzete.

A **bolygók kelését és nyugvását** bemutató ábrákról közelítő pontossággal leolvasható a Nap keltének és nyugtának időpontja, a navigációs szürkület időtartama és a  $19^\circ$  keleti hosszúságra vonatkozó helyi csillagidő is. A nyári időszámítás alatt ezeknél az ábráknál is figyelembe kell venni az egy óra korrekciót!

A **bolygók** táblázataiban a kelés, delelés és nyugvás KÖZEI-ben megadott időpontját (a nyári időszámítás idején itt is \* jel figyelmeztet az egy óra hozzáadására), a pillanatnyi egyenlítői koordinátákat, a Földtől mért távolságot,

a látszó fényességet és szögátmérőt, a fázist és a Naptól mért szögtávolságot találjuk. Az erősen lapult óriásbolygóknál a szögátmérő az egyenlítőre vonatkozik. A Szaturnusznál szerepel a gyűrű kistengelyének látszó szögmérete is (a nagytengely mindig a korong átmérőjének 2.26-szorosa). Amikor a gyűrű kistengelyének számértéke negatív, a gyűrű déli oldalára látunk rá. A fizikai adatok mindegyike az adott nap  $0^h$  UT-re érvényes.

A **centrálmeridián** táblázatok adják meg, hogy a bolygó felszíni koordináta-rendszerében melyik hosszúsági kör halad át az adott napon  $0^h$  UT-kor a Földről látott bolygókorong középpontján. A centrálmeridiánnak a megfigyelésünk pillanatában érvényes planetografikus hosszúságát a hosszúságváltozást megadó segédtáblázatokból, interpolációval kaphatjuk meg. A Jupiter nem merev testként forog, ezért esetében az I. rendszer az egyenlítői vidékre, a II. rendszer a mérsékelt éghajlati övnek megfelelő részekre vonatkozik.

Az **Uránusz és Neptunusz keresőtérképe** e bolygók megtalálását segíti az égen. Az áttekintő térképen bekeretezett terület a részlettérképen kinagyítva látható. A részlettérképen a látszó pálya kezdeténél lévő korong mutatja a bolygó átlagos fényességét. A pálya mentén lévő számok a bolygó helyét jelölik a megfelelő sorszámú hónap első napján  $0^h$  UT-kor. A kisebb osztások a hónap elejétől eltelt 5 napos időközöknek felelnek meg.

A **bolygók Naptól való kitérését** feltüntető ábráról leolvasható a kitérés szöge és iránya, valamint hozzávetőleges pontossággal az is, hogy melyik csillagképben halad a bolygó a keresett időpontban.

A **bolygók ekliptikai koordinátái** a pillanatnyi heliocentrikus ekliptikai hosszúságot és szélességet, valamint a bolygók Naptól mért távolságát adják meg. Bár az ekliptika voltaképpen a Föld pályasíkja, a Föld ekliptikai szélessége mégis mutat ívmásodperc nagyságú eltérést a nulla értéktől. Ezt a Hold és a bolygók gravitációs hatása okozza.

A **bolygók Nap körüli elhelyezkedését** bemutató ábrák a bolygók pálya menti helyzetét adják meg, a Föld típusú bolygók esetében az év egyes hónapjainak kezdetén, az óriásbolygók és a Plútó esetében az egyes évek kezdetén.

A **Nap adatai** között megtaláljuk a pillanatnyi egyenlítői koordinátáit, a Földtől mért távolságát, látszó szögátmérőjét, geocentrikus ekliptikai hosszúságát. Az utolsó oszlopokban a Földről látott napkorong középpontjának a napfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: heliografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Nap forgástengelyének pozíciószöge kapott helyet. Kiegészítő táblázat tartalmazza a Nap tengelyforgását leíró *Carrington-rotációk* kezdetének időpontját.

A **Hold adatai** táblázatban a pillanatnyi egyenlítői koordinátái, a Földtől mért távolsága, látszó szögátmérője és fázisa szerepel. Ezt követi a hajnali terminátor és a holdi egyenlítő metszéspontjának szelenografikus hosszúsága

(*colongitudo*), amit az észlelési hagyományoknak megfelelően nyugati irányba,  $0^{\circ}$ -tól  $360^{\circ}$ -ig mérünk. A *colongitudo* pillanatnyi értékének meghatározását külön interpolációs táblázat segíti. Az utolsó oszlopokban a Földről látott holdkorong középpontjának a holdfelszíni koordináta-rendszerben mért koordinátái: szelenografikus hosszúsága és szélessége, valamint a Hold forgástengelyének pozíciószöge található.

A **Jupiter-holdak** mozgását feltüntető ábráról tetszőleges időpontra leolvasható a holdak elhelyezkedése a bolygó körül. A közepén látható kettős függőleges vonal a bolygókorong méretét jelzi. A táblázatokban a holdak Budapestről megfigyelhető jelenségei szerepelnek.

A **Szaturnusz-holdak** megfigyeléséhez megadjuk a legnagyobb keleti kitérések időpontját UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében a nyugati kitérések időpontja is szerepel. A holdak megtalálását ábra könnyíti meg.

A **kisbolygók** táblázataiban az év során látható legfényesebb kisbolygók J2000.0 epochára vonatkozó koordinátáit és látszó fényességét találjuk a legkedvezőbb megfigyelési időszakra.

Az **üstökösök** táblázataiban a J2000.0-re vonatkozó koordináták, a Naptól, illetve a Földtől mért távolság, a Naptól való kitérés szöge és a várható fényesség szerepel.

A **meteorrajok** táblázatában az év során megfigyelhető fontosabb rajok jellemzőit foglaltuk össze.

A **fogyatkozások és fedések** cím alatt olvashatjuk a nap- és holdfogyatkozásoknak, valamint a Hold bolygófedéseinek adatait.

Külön táblázat tartalmazza a **Hold csillagfedéseit**, amelynek részletes magyarázata a táblázat mellett olvasható.

A **Julián-dátum** táblázatból tetszőleges időpontra megállapítható a JD értéke, azaz egy megállapodás szerinti (de egyébként önkényesen megválasztott) időponttól, i. e. 4713.01.01.  $12^{\text{h}}$  UT-től eltelt napok száma. Egy tetszőleges időpontodat JD-re való átszámítását a tizednap segéd táblázat könnyíti meg.

A **csillagkatalógus** elsősorban azok számára készült, akiknek nagy pontosságú koordinátákra van szükségük. A táblázat alapját az FK5 (*Fundamental Katalog 5*) adatai képezik. A  $-30^{\circ}$  deklinációnál északabbra elhelyezkedő és  $4^{\text{m}}0$ -nál fényesebb csillagok adatait tartalmazza. A csillagok egyenlítői koordinátái az év közepére vonatkoznak, a pontos epocha a táblázat végén szerepel. A számítás során a precesszió hosszú periódusú tagját és a csillag sajátmozgását vettük figyelembe. A koordináták egy évre eső változása szintén e két mozgás együttes hatását tartalmazza. A sajátmozgás értékek 100 évre vonatkoznak. Végül megtalálható a csillag radiális sebessége, parallaxisa (melynek reciproka a parszekben mért távolságot adja) és vizuális fényessége.

## Jelek és rövidítések

### Holdfázisok, bolygók

●	újhold
◐	első negyed
○	holdtölte
◑	utolsó negyed
♿	Merkúr
♀	Vénusz
♂	Mars
♃	Jupiter
♄	Szaturnusz
♅	Uránusz
♆	Neptunusz
♇	Plútó

### Állatövi csillagképek

♈	Kos (Aries)
♉	Bika (Taurus)
♊	Ikrek (Gemini)
♋	Rák (Cancer)
♌	Oroszlán (Leo)
♍	Szűz (Virgo)
♎	Mérleg (Libra)
♏	Skorpió (Scorpius) Kígyótartó (Ophiuchus)
♐	
♑	Nyilas (Sagittarius)
♒	Bak (Capricornus)
♓	Vízöntő (Aquarius)
♈	Halak (Pisces)

### A táblázatokban használt gyakoribb jelölések

$h_d$	a Nap delelési magassága
$E_t$	időegyenlítés
$\vartheta_{gr}$	greenwichi csillagidő
$\lambda$	földrajzi hosszúság
$\varphi$	földrajzi szélesség
$RA$	rektaszenció
$D$	deklináció
$\lambda_e$	ekliptikai hosszúság
$\beta$	ekliptikai szélesség
$r$	az égitest távolsága a Naptól
$\Delta$	az égitest távolsága a Földtől
$\varnothing$	látászó szögátmérő
$L$	a centrálmeridián hosszúsága
$B$	a centrálmeridián szélessége
$P$	a forgástengely pozíciószöge
$m$	látászó fényesség

$E$	a Naptól mért szögtávolság
$b$	a Szaturnusz gyűrűjének kistengelye
UT	világidő (Universal Time)
KÖZEI	közép-európai idő
NYISZ	nyári időszámítás
JD	Julián-dátum
$h^m s$	óra, perc, másodperc
$^{\circ} ' ''$	fok, ívperc, ívmásodperc
AU	csillagászati egység (Astronomical Unit)
$C_N$	colongitudo
$\mu_{RA}$	sajátmozgás rektaszencióban
$\mu_D$	sajátmozgás deklinációban
$v_{rad}$	radiális sebesség
$\pi$	parallaxis

## A csillagképek latin és magyar neve

röv.	latin név	magyar név	röv.	latin név	magyar név
And	Andromeda	Androméda	Lac	Lacerta	Gyík
Ant	Antlia	Légszivattyú	Leo	Leo	Oroszlán
Aps	Apus	Paradicsommadár	LMi	Leo Minor	Kis Oroszlán
Aqr	Aquarius	Vízöntő	Lep	Lepus	Nyúl
Aql	Aquila	Sas	Lib	Libra	Mérleg
Ara	Ara	Oltár	Lup	Lupus	Farkas
Ari	Aries	Kos	Lyn	Lynx	Hiúz
Aur	Auriga	Szekeres	Lyr	Lyra	Lant
Boo	Bootes	Ökörhajcsár	Men	Mensa	Táblahegy
Cae	Caelum	Vésző	Mic	Microscopium	Mikroszkóp
Cam	Camelopardalis	Zsiráf	Mon	Monoceros	Egyszarvú
Cnc	Cancer	Rák	Mus	Musca	Légy
CVn	Canes Venatici	Vadászebek	Nor	Norma	Szögmérő
CMA	Canis Maior	Nagy Kutya	Oct	Octans	Oktáns
CMi	Canis Minor	Kis Kutya	Oph	Ophiuchus	Kígyóirtató
Cap	Capricornus	Bak	Ori	Orion	Orion
Car	Carina	Hajógerinc	Pav	Pavo	Páva
Cas	Cassiopeia	Kassziopeia	Peg	Pegasus	Pegazus
Cen	Centaurus	Kentaur	Per	Perseus	Perzeusz
Cep	Cepheus	Cefeusz	Phe	Phoenix	Főnix
Cet	Cetus	Cet	Pic	Pictor	Festő
Cha	Chamaeleon	Kaméleon	Psc	Pisces	Halak
Cir	Circinus	Körző	PsA	Piscis Austrinis	Déli Hal
Col	Columba	Galamb	Pup	Puppis	Hajófara
Com	Coma Berenices	Bereniké haja	Pyx	Pyxis	Tájoló
CrA	Corona Australis	Déli Korona	Ret	Reticulum	Háló
CrB	Corona Borealis	Északi Korona	Sge	Sagitta	Nyíl
Crv	Corvus	Holló	Sgr	Sagittarius	Nyilas
Crt	Crater	Serleg	Scor	Scorpius	Skorpió
Cru	Crux	Déli Keresztje	Scul	Sculptor	Szobrász
Cyg	Cygnus	Hattyú	Sct	Scutum	Pajzs
Del	Delphinus	Delfin	Ser	Serpens	Kígyó
Dor	Dorado	Aranyhal	Sex	Sextans	Szextáns
Dra	Draco	Sárkány	Tau	Taurus	Bika
Equ	Equuleus	Csikó	Tel	Telescopium	Távcső
Eri	Eridanus	Eridánusz	Tri	Triangulum	Háromszög
For	Fornax	Kemence	TrA	Triang. Australe	Déli Háromszög
Gem	Gemini	Ikrek	Tuc	Tucana	Tukán
Gru	Grus	Daru	UMa	Ursa Maior	Nagy Medve
Her	Hercules	Herkules	UMi	Ursa Minor	Kis Medve
Hor	Horologium	Ingaóra	Vel	Vela	Vitorla
Hya	Hydra	Északi Vízikígyó	Vir	Virgo	Szűz
Hyi	Hydrus	Déli Vízikígyó	Vol	Volans	Repülőhal
Ind	Indus	Indián	Vul	Vulpecula	Kis Róka





$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5$ 

## Naptár – január

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel. h m	delel. h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_i$ m	kel. h m	delel. h m	nyugszik h m		
1. hét										
1. h 1.	7 32	11 47	16 03	19.4	-3.2	13 34	22 13	5 47	○	
2. k 2.	7 32	11 48	16 04	19.5	-3.7	14 29	23 13	6 57	○	
3. sz 3.	7 32	11 48	16 05	19.6	-4.1	15 35	—	7 54	○	14 57
4. cs 4.	7 32	11 49	16 06	19.7	-4.6	16 49	0 12	8 36	○	
5. p 5.	7 32	11 49	16 07	19.8	-5.0	18 04	1 06	9 07	○	
6. sz 6.	7 31	11 50	16 08	19.9	-5.5	19 18	1 55	9 30	○	
7. v 7.	7 31	11 50	16 09	20.1	-5.9	20 28	2 41	9 48	○	
2. hét										
8. h 8.	7 31	11 51	16 11	20.2	-6.4	21 35	3 23	10 03	○	
9. k 9.	7 30	11 51	16 12	20.3	-6.8	22 40	4 03	10 17	○	
10. sz 10.	7 30	11 51	16 13	20.5	-7.2	23 46	4 42	10 30	○	
11. cs 11.	7 30	11 52	16 14	20.6	-7.6	—	5 21	10 44	○	13 45
12. p 12.	7 29	11 52	16 15	20.8	-8.0	0 53	6 01	11 00	○	
13. sz 13.	7 29	11 53	16 17	20.9	-8.4	2 01	6 45	11 19	○	
14. v 14.	7 28	11 53	16 18	21.1	-8.8	3 12	7 32	11 44	○	
3. hét										
15. h 15.	7 27	11 53	16 19	21.3	-9.1	4 24	8 23	12 17	○	
16. k 16.	7 27	11 54	16 21	21.5	-9.5	5 33	9 19	13 02	○	
17. sz 17.	7 26	11 54	16 22	21.6	-9.8	6 34	10 17	14 02	○	
18. cs 18.	7 25	11 54	16 24	21.9	-10.2	7 23	11 17	15 16	○	
19. p 19.	7 25	11 55	16 25	22.1	-10.5	8 00	12 15	16 38	○	5 01
20. sz 20.	7 24	11 55	16 26	22.3	-10.8	8 29	13 10	18 02	○	
21. v 21.	7 23	11 55	16 28	22.5	-11.1	8 51	14 02	19 26	○	
4. hét										
22. h 22.	7 22	11 56	16 29	22.7	-11.4	9 10	14 52	20 48	○	
23. k 23.	7 21	11 56	16 31	22.9	-11.6	9 27	15 40	22 09	○	
24. sz 24.	7 20	11 56	16 32	23.2	-11.9	9 44	16 28	23 30	○	
25. cs 25.	7 19	11 56	16 34	23.4	-12.1	10 03	17 18	—	○	
26. p 26.	7 18	11 56	16 35	23.6	-12.4	10 25	18 11	0 52	○	0 01
27. sz 27.	7 17	11 57	16 37	23.9	-12.6	10 53	19 06	2 15	○	
28. v 28.	7 16	11 57	16 38	24.1	-12.8	11 30	20 05	3 35	○	
5. hét										
29. h 29.	7 15	11 57	16 40	24.4	-13.0	12 19	21 04	4 47	○	
30. k 30.	7 13	11 57	16 42	24.7	-13.2	13 21	22 02	5 47	○	
31. sz 31.	7 12	11 57	16 43	25.0	-13.3	14 31	22 57	6 34	○	

## január

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 102	6 41 04	Újév; Fruzsina, Aglája, Almos
2.	2 454 103	6 45 00	Ábel, Akos, Fanni, Gergely, Gergő, Stefánia
3.	2 454 104	6 48 57	Benjámin, Genovéva, Dzszenifer, Gyöngyvér, Hermina
4.	2 454 105	6 52 54	Leona, Títusz, Angéla, Angelika, Izabella
5.	2 454 106	6 56 50	Simon, Árpád, Ede, Emília, Gáspár
6.	2 454 107	7 00 47	Boldizsár, Gáspár, Menyhért
7.	2 454 108	7 04 43	Attila, Ramóna, Bálint, Melánia, Rajmund, Valentin
8.	2 454 109	7 08 40	Gyöngyvér, Virág
9.	2 454 110	7 12 36	Marcell
10.	2 454 111	7 16 33	Melánia, Vilma, Vilmos
11.	2 454 112	7 20 29	Ágota, Agáta
12.	2 454 113	7 24 26	Ernő, Éma, Ernesztina, Veronika
13.	2 454 114	7 28 23	Veronika, Csongor, Ivett, Judit, Vera
14.	2 454 115	7 32 19	Bódog
15.	2 454 116	7 36 16	Loránd, Lóránt, Alfréd, Pál, Sándor
16.	2 454 117	7 40 12	Gusztáv, Fanni, Henrik, Marcell, Ottó, Stefánia
17.	2 454 118	7 44 09	Antal, Antónia, Leonetta, Roxána
18.	2 454 119	7 48 05	Piroska, Aténé, Beatrix, Margit, Pál
19.	2 454 120	7 52 02	Sára, Márió, Margit, Márta, Sarolta, Veronika
20.	2 454 121	7 55 58	Fábián, Sebestyén, Szabaszián, Tímea
21.	2 454 122	7 59 55	Ágnes
22.	2 454 123	8 03 52	Vince, Artúr, Artemisz, Cintia, Dorián
23.	2 454 124	8 07 48	Zelma, Rajmund, Emese, János, Mária
24.	2 454 125	8 11 45	Timót, Erik, Erika, Ferenc, Vera, Veronika, Xénia
25.	2 454 126	8 15 41	Pál, Henriett, Henrietta, Henrik, Péter
26.	2 454 127	8 19 38	Vanda, Paula, Titanilla
27.	2 454 128	8 23 34	Angelika, Angéla, János
28.	2 454 129	8 27 31	Károly, Karola, Ágnes, Amália, Apollónia, Margit, Péter
29.	2 454 130	8 31 27	Adél, Etelka, Ferenc
30.	2 454 131	8 35 24	Martina, Gerda, Gellért
31.	2 454 132	8 39 21	Marcella, János, Lujza, Péter

6. Vízkereszt.

14. A Julián-naptár szerinti újév napja.

19. Az iszlám naptár 1428. évének kezdete napnyugtakor.



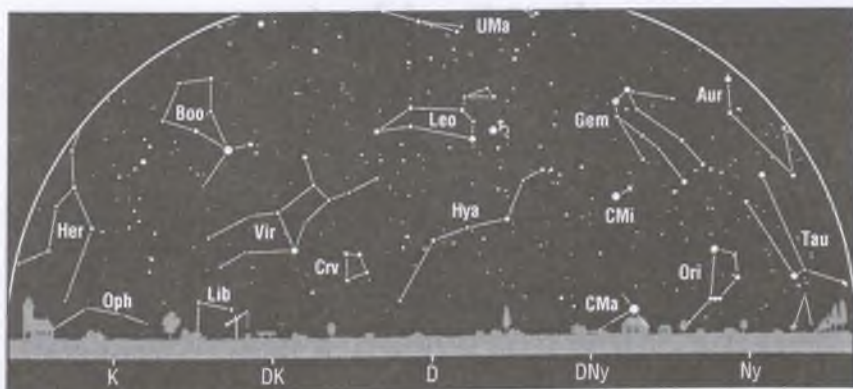
## Az esti égbolt

Hold 3-ig és 20-tól, Merkúr 21-től, Vénusz, Szaturnusz késő este, Uránusz, Neptunusz 15-ig.

*Kettőscillagok:*  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. *Nyílthalmazok:*  $h$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). *Gömbthalmazok:* M15 (Peg), M79 (Lep). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMa).

## Csillagászati események

3. 15<sup>h</sup> Telehold.
3. 21<sup>h</sup> A Föld napközelen.
6. 18<sup>h</sup> A Szaturnusz 0<sup>o</sup>.4-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
6. 18<sup>h</sup> A Merkúr felső együttállásban.
11. 07<sup>h</sup> Utolsó negyed.
15. 18<sup>h</sup> A Jupiter 6<sup>o</sup>.2-kal északra a Holdtól.
17. 02<sup>h</sup> A Mars 5<sup>o</sup>.0-kal északra a Holdtól.
18. 19<sup>h</sup> A Vénusz 1<sup>o</sup>.4-kal délre a Neptunusztól.
19. 05<sup>h</sup> Újhold.
20. 19<sup>h</sup> A Vénusz 1<sup>o</sup>.2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
22. 06<sup>h</sup> Az Uránusz 0<sup>o</sup>.5-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
26. 00<sup>h</sup> Első negyed.



## A hajnali égbolt

Hold 3-tól 18-ig. Mars szürkületben, Jupiter, Szaturnusz. Quadrantidák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** 7-én van felső együttállásban a Nappal. A hónap utolsó hetében azonban már megfigyelhető este a nyugati látóhatár fölött. A hó végén másfél órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** Napnyugta után feltűnően látszik a nyugati látóhatár fölött. A hó elején másfél órával, végén két órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m7$ , átmérője  $10''$ , fázisa 0.96-ról 0.93-ra csökken.

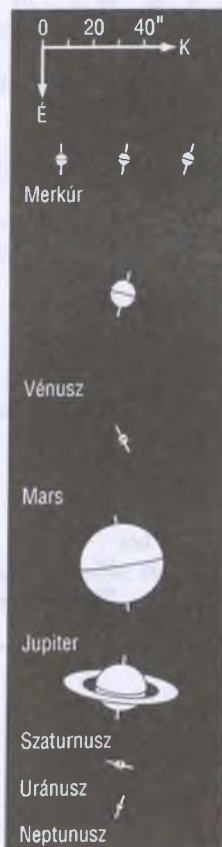
**Mars:** A hajnali szürkületben kereshető a délkeleti látóhatár fölött a Kígyóirtó, majd a Nyilas csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m5$ , átmérője  $3''.9$ -ről  $4''.2$ -re nő.

**Jupiter:** Hajnalban kel. A hajnali égen látható a Kígyóirtó csillagképben. Fényessége  $-1^m8$ , átmérője  $33''$ .

**Szaturnusz:** Az esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége  $0^m1$ , átmérője  $20''$ .

**Uránusz:** Sötétedés után még megfigyelhető a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik.

**Neptunusz:** A hónap elején még megkereshető sötétedés után a Bak csillagképben. Kora este nyugszik.



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47^\circ.5$ 

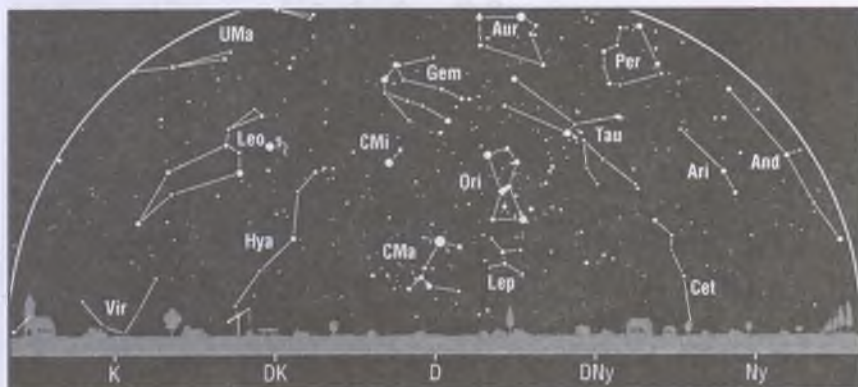
## Naptár – február

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
5. hét										
1. cs 32.	7 11	11 58	16 45	25.2	-13.5	15 46	23 48	7 08	○	
2. p 33.	7 10	11 58	16 46	25.5	-13.6	17 00	—	7 33	○	6 45
3. sz 34.	7 08	11 58	16 48	25.8	-13.7	18 11	0 34	7 53	○	
4. v 35.	7 07	11 58	16 49	26.1	-13.8	19 20	1 18	8 09	○	
6. hét										
5. h 36.	7 06	11 58	16 51	26.4	-13.9	20 26	1 58	8 23	○	
6. k 37.	7 04	11 58	16 53	26.7	-14.0	21 32	2 38	8 36	○	
7. sz 38.	7 03	11 58	16 54	27.0	-14.1	22 38	3 17	8 50	○	
8. cs 39.	7 01	11 58	16 56	27.3	-14.1	23 46	3 57	9 04	○	
9. p 40.	7 00	11 58	16 57	27.7	-14.2	—	4 38	9 22	○	
10. sz 41.	6 58	11 58	16 59	28.0	-14.2	0 55	5 23	9 43	○	10 51
11. v 42.	6 57	11 58	17 00	28.3	-14.2	2 06	6 12	10 12	○	
7. hét										
12. h 43.	6 55	11 58	17 02	28.6	-14.2	3 15	7 04	10 50	○	
13. k 44.	6 54	11 58	17 03	28.9	-14.2	4 19	8 01	11 42	○	
14. sz 45.	6 52	11 58	17 05	29.3	-14.2	5 13	8 59	12 49	○	
15. cs 46.	6 50	11 58	17 07	29.6	-14.2	5 55	9 57	14 07	○	
16. p 47.	6 49	11 58	17 08	30.0	-14.1	6 28	10 54	15 32	○	
17. sz 48.	6 47	11 58	17 10	30.3	-14.1	6 53	11 49	16 58	○	17 14
18. v 49.	6 45	11 58	17 11	30.7	-14.0	7 13	12 41	18 23	○	
8. hét										
19. h 50.	6 44	11 58	17 13	31.0	-13.9	7 31	13 31	19 48	○	
20. k 51.	6 42	11 58	17 14	31.4	-13.8	7 49	14 21	21 12	○	
21. sz 52.	6 40	11 58	17 16	31.7	-13.7	8 08	15 13	22 37	○	
22. cs 53.	6 38	11 58	17 17	32.1	-13.6	8 29	16 06	—	○	
23. p 54.	6 37	11 57	17 19	32.5	-13.5	8 55	17 01	0 01	○	
24. sz 55.	6 35	11 57	17 21	32.8	-13.3	9 30	17 59	1 24	○	8 56
25. v 56.	6 33	11 57	17 22	33.2	-13.2	10 15	18 58	2 40	○	
9. hét										
26. h 57.	6 31	11 57	17 24	33.6	-13.0	11 13	19 57	3 44	○	
27. k 58.	6 29	11 57	17 25	33.9	-12.9	12 20	20 52	4 34	○	
28. sz 59.	6 27	11 57	17 27	34.3	-12.7	13 33	21 43	5 10	○	

## február

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 133	8 43 17	Ignác, <i>Brigitta, Kincső</i>
2.	2 454 134	8 47 14	Karolina, Aida, <i>Johanna, Mária</i>
3.	2 454 135	8 51 10	Balázs, <i>Oszkár</i>
4.	2 454 136	8 55 07	Ráhel, Csenge, <i>András, Andrea, Róbert, Veronika</i>
5.	2 454 137	8 59 03	Ágota, Ingrid, <i>Agáta, Alida, Etelka, Kolos</i>
6.	2 454 138	9 03 00	Dorottya, Dóra, <i>Amanda, Dorina, Dorka, Réka</i>
7.	2 454 139	9 06 56	Tódor, Rómeó, <i>Richárd</i>
8.	2 454 140	9 10 53	Aranka, <i>János, Zsaklin</i>
9.	2 454 141	9 14 50	Abigél, Alex, <i>Apollónia, Erik, Erika</i>
10.	2 454 142	9 18 46	Elvira, <i>Ella, Pál, Vilmos</i>
11.	2 454 143	9 22 43	Bertold, Marietta, <i>Dezső, Elek, Mária, Titanilla</i>
12.	2 454 144	9 26 39	Lívia, Lídia, <i>Lilla</i>
13.	2 454 145	9 30 36	Ella, Linda, <i>Gergely, Gergő, Katalin, Leila, Levente</i>
14.	2 454 146	9 34 32	Bálint, <i>Valentin</i>
15.	2 454 147	9 38 29	Kolos, Georgina, <i>Alfréd, Gina, Györgyi</i>
16.	2 454 148	9 42 25	Julianna, Lilla, <i>Dániel, Illés, Sámuel</i>
17.	2 454 149	9 46 22	Donát, <i>Alex, Elek</i>
18.	2 454 150	9 50 19	Bernadett, <i>Simon</i>
19.	2 454 151	9 54 15	Zsuzsanna, <i>Eliza, Elizabet</i>
20.	2 454 152	9 58 12	Aladár, Álmos, <i>Elemér, Leona</i>
21.	2 454 153	10 02 08	Eleonóra, <i>György, Leona, Leonóra, Nóra, Péter</i>
22.	2 454 154	10 06 05	Gerzson, <i>Gréta, Margit, Pál, Péter</i>
23.	2 454 155	10 10 01	Alfréd, <i>Ottó, Péter</i>
24.	2 454 156	10 13 58	Mátyás, <i>Darinka, Hedvig, János</i>
25.	2 454 157	10 17 54	Géza, <i>Vanda</i>
26.	2 454 158	10 21 51	Edina, <i>Alexander, Géza, Győző, Izabella, Sándor, Viktor</i>
27.	2 454 159	10 25 48	Ákos, Bátor, <i>Antigoné, Gábor, László</i>
28.	2 454 160	10 29 44	Elemér, <i>Antónia</i>



## Az esti égbolt

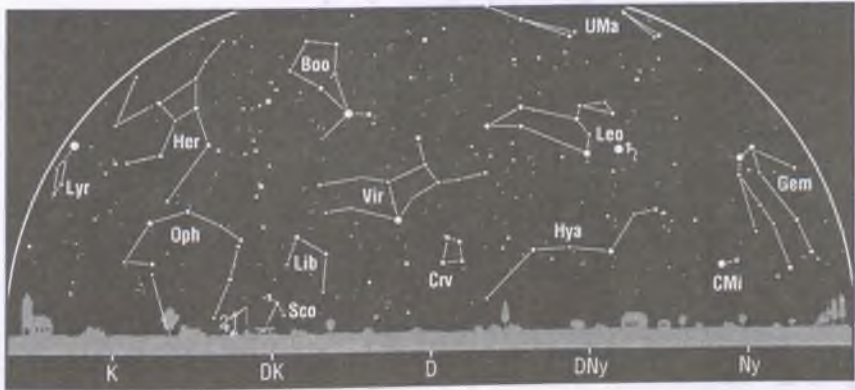
Hold 2-ig és 18-tól, Merkúr 17-ig, Vénusz, Szaturnusz, Uránusz 15-ig.

**Keletőcsillagok:**  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nyílthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbhalmazok:** M79 (Lep). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa).

## Csillagászati események

2. 07<sup>h</sup> Telehold.
3. 00<sup>h</sup> A Szaturnusz 0<sup>o</sup>.4-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
7. 14<sup>h</sup> A Vénusz 0<sup>o</sup>.7-kal délre az Uránusztól.
7. 18<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (18<sup>o</sup>).
8. 17<sup>h</sup> A Neptunusz együttállásban a Nappal.
10. 11<sup>h</sup> Utolsó negyed.
10. 20<sup>h</sup> A Szaturnusz szembenállásban.
12. 13<sup>h</sup> A Jupiter 6<sup>o</sup>.7-kal északra a Holdtól.
15. 01<sup>h</sup> A Mars 4<sup>o</sup>.2-kal északra a Holdtól.
17. 17<sup>h</sup> Újhold.
19. 20<sup>h</sup> A Vénusz 2<sup>o</sup>.2-kal délre a Holdtól.
23. 06<sup>h</sup> A Merkúr alsó együttállásban.
24. 09<sup>h</sup> Első negyed.





## A hajnali égbolt

Hold 2-tól 16-ig, Mars szürkületben, Jupiter, Szaturnusz kora hajnalban.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap első fele nagyon kedvező időszak a bolygó esti megfigyeléséhez. 7-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $18^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával nyugszik a Nap után. A hónap közepétől láthatósága gyorsan romlik. 23-án már alsó együttállásban van a Nappal.

**Vénusz:** Este a nyugati égbolt feltűnő égitestje. A hó elején két órával, végén két és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m8$ , átmérője  $11''$ , fázisa 0.93-ról 0.87-ra csökken.

**Mars:** A hajnali szürkületben kereshető a délkeleti látóhatár fölött a Nyilas, majd a Bak csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m4$ , átmérője  $4''.2$ -ről  $4''.5$ -re nő.

**Jupiter:** Kora hajnalban kel. A hajnali égen látható a Kígyó-tartó csillagképben. Fényessége  $-2^m0$ , átmérője  $35''$ .

**Szaturnusz:** Egész éjszaka látható az Oroszlán csillagképben. 10-én van szembenállásban. Fényessége  $0^m0$ , átmérője  $20''$ .

**Uránusz:** A hónap első felében még megkereshető sötétedés után a Vízöntő csillagképben. Kora este nyugszik.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 8-án van együttállásban a Nappal.



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47.5$ 

## Naptár – március

KÖZEI\*

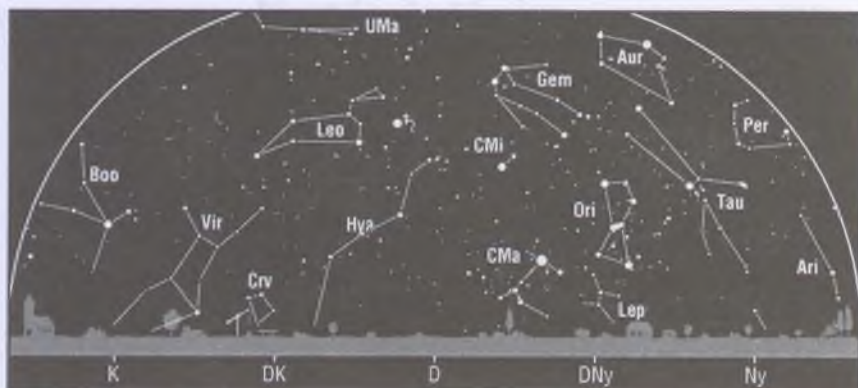
dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
9. hét									
1. cs 60.	6 26	11 56	17 28	34.7	-12.5	14 46	22 31	5 38	○
2. p 61.	6 24	11 56	17 30	35.1	-12.3	15 58	23 15	5 59	○
3. sz 62.	6 22	11 56	17 31	35.5	-12.1	17 07	23 56	6 15	○
4. v 63.	6 20	11 56	17 33	35.8	-11.9	18 14	—	6 30	○ 0 17
10. hét									
5. h 64.	6 18	11 56	17 34	36.2	-11.7	19 20	0 35	6 43	○
6. k 65.	6 16	11 55	17 36	36.6	-11.5	20 26	1 14	6 57	○
7. sz 66.	6 14	11 55	17 37	37.0	-11.2	21 33	1 54	7 11	○
8. cs 67.	6 12	11 55	17 39	37.4	-11.0	22 41	2 35	7 27	○
9. p 68.	6 10	11 55	17 40	37.8	-10.7	23 51	3 18	7 47	○
10. sz 69.	6 08	11 54	17 41	38.2	-10.5	—	4 05	8 12	○
11. v 70.	6 06	11 54	17 43	38.6	-10.2	1 00	4 55	8 45	○
11. hét									
12. h 71.	6 04	11 54	17 44	39.0	-10.0	2 05	5 48	9 30	○ 4 54
13. k 72.	6 02	11 54	17 46	39.4	-9.7	3 02	6 44	10 29	○
14. sz 73.	6 00	11 53	17 47	39.7	-9.4	3 48	7 41	11 40	○
15. cs 74.	5 58	11 53	17 49	40.1	-9.2	4 24	8 38	13 00	○
16. p 75.	5 56	11 53	17 50	40.5	-8.9	4 52	9 32	14 24	○
17. sz 76.	5 54	11 52	17 52	40.9	-8.6	5 14	10 25	15 50	○
18. v 77.	5 52	11 52	17 53	41.3	-8.3	5 34	11 16	17 15	○
12. hét									
19. h 78.	5 50	11 52	17 55	41.7	-8.0	5 52	12 08	18 41	○ 3 43
20. k 79.	5 48	11 52	17 56	42.1	-7.7	6 10	13 00	20 08	○
21. sz 80.	5 46	11 51	17 57	42.5	-7.4	6 31	13 54	21 37	○
22. cs 81.	5 44	11 51	17 59	42.9	-7.1	6 56	14 51	23 04	○
23. p 82.	5 42	11 51	18 00	43.3	-6.8	7 28	15 50	—	○
24. sz 83.	5 40	11 50	18 02	43.7	-6.5	8 10	16 51	0 26	○
25. v 84.	5*38	11*50	18*03	44.1	-6.2	9*05	17*51	1 37	○ 19*16
13. hét									
26. h 85.	5*36	11*50	18*04	44.5	-5.9	10*11	18*48	2*32	○
27. k 86.	5*34	11*50	18*06	44.9	-5.6	11*23	19*41	3*13	○
28. sz 87.	5*32	11*49	18*07	45.3	-5.3	12*37	20*29	3*43	○
29. cs 88.	5*30	11*49	18*09	45.6	-5.0	13*48	21*13	4*05	○
30. p 89.	5*28	11*49	18*10	46.0	-4.7	14*57	21*55	4*23	○
31. sz 90.	5*26	11*48	18*12	46.4	-4.4	16*04	22*35	4*38	○

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## március

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 161	10 33 41	Albin, <i>Dávid</i>
2.	2 454 162	10 37 37	Lujza, <i>Henriett, Henrietta, Henrik, Károly</i>
3.	2 454 163	10 41 34	Kornélia, <i>Frígyes, Irma, Kamilla, Oszkár</i>
4.	2 454 164	10 45 30	Kázmér, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Adrienn, Zorán</i>
5.	2 454 165	10 49 27	Adorján, Adrián, <i>Adriána, Adrienn, Olivér, Olívia</i>
6.	2 454 166	10 53 23	Leonóra, Inez, <i>Agnes, Elvira</i>
7.	2 454 167	10 57 20	Tamás
8.	2 454 168	11 01 17	Zoltán, <i>Apollónia, Beáta, János</i>
9.	2 454 169	11 05 13	Franciska, Fanni, <i>Gergely, György, Katalin, Rebeka</i>
10.	2 454 170	11 09 10	Ildikó, <i>Anasztázia, Ede, Emil, Kamilla, Kolos, Melitta</i>
11.	2 454 171	11 13 06	Szilárd, <i>Aladár, Borsika, Terézia, Tímea</i>
12.	2 454 172	11 17 03	Gergely, <i>Gergő, György</i>
13.	2 454 173	11 20 59	Krisztián, Ajtony, <i>Arabella, Ida, Rozina, Zoltán</i>
14.	2 454 174	11 24 56	Matild
15.	2 454 175	11 28 52	<b>Nemzeti ünnep;</b> Kristóf, <i>Krisztofer, Lujza, Lukrécia</i>
16.	2 454 176	11 32 49	Henrietta, <i>Ábris, Bálint, Henrik, Valentin</i>
17.	2 454 177	11 36 45	Gertrúd, Patrik, <i>József</i>
18.	2 454 178	11 40 42	Sándor, Ede, <i>Alexa, Alexander, Alexandra, Nárcisz</i>
19.	2 454 179	11 44 39	József, Bánk
20.	2 454 180	11 48 35	Klaudia, <i>Alexa, Alexandra, Irma</i>
21.	2 454 181	11 52 32	Benedek, <i>Bence, Gergely, Gergő, Miklós, Nikolett</i>
22.	2 454 182	11 56 28	Beáta, Izolda, <i>Csilla, Katalin, Lea, Lia</i>
23.	2 454 183	12 00 25	Emőke, <i>Ottó</i>
24.	2 454 184	12 04 21	Gábor, Karina, <i>Ella, Gabriella, Katalin</i>
25.	2 454 185	12 08 18	Irén, Írisz, <i>Irina, Kristóf, Lucia, Mária</i>
26.	2 454 186	12 12 14	Emánuel, <i>Dusán, Leonóra</i>
27.	2 454 187	12 16 11	Hajnalka, <i>Augusztá, Augusztina, János, Lídia</i>
28.	2 454 188	12 20 08	Gedeon, Johanna, <i>Hanna, János, Maja</i>
29.	2 454 189	12 24 04	Augusztá, <i>Augusztina</i>
30.	2 454 190	12 28 01	Zalán
31.	2 454 191	12 31 57	Árpád, <i>Ákos, Benjámín, Johanna, Kornélia</i>

25. A nyári időszámítás kezdete 2<sup>h</sup>KÖZEI-kor.



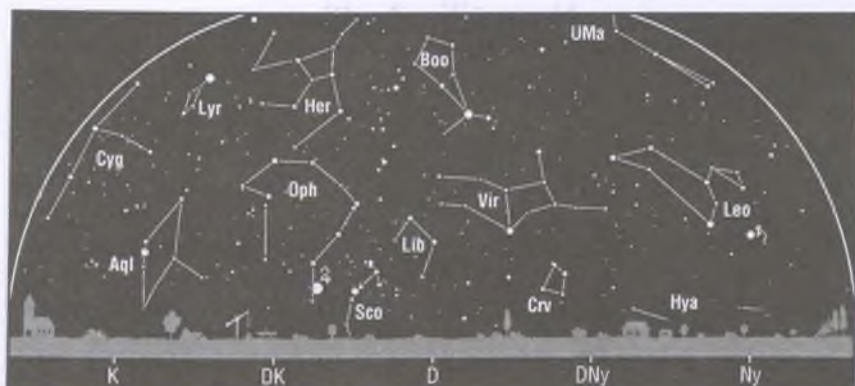
## Az esti égbolt

Hold 3-ig és 20-tól, Vénusz, Szaturnusz. Virginidák meteorraj.

**Kettőscsillagok:**  $\sigma$  Ori,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. **Nyílthalmazok:**  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Ura), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbthalmazok:** M3 (CVn). **Gázködök:** M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

- 2. 04<sup>h</sup> A Szaturnusz 0<sup>o</sup>2-kal délre a Holdtól, fedés.
- 4. 00<sup>h</sup> Telehold, teljes holdfogyatkozás, hazánkból is látható.
- 5. 17<sup>h</sup> Az Uránusz együttállásban a Nappal.
- 12. 00<sup>h</sup> A Jupiter 6<sup>o</sup>6-kal északra a Holdtól.
- 12. 05<sup>h</sup> Utolsó negyed.
- 16. 01<sup>h</sup> A Mars 2<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
- 16. 15<sup>h</sup> A Neptunusz 2<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
- 17. 03<sup>h</sup> A Merkúr 2<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
- 19. 04<sup>h</sup> Újhold, részleges napfogyatkozás (hazánkból nem látható).
- 21. 01<sup>h</sup> 07<sup>m</sup> Napéjegyenlőség.
- 21. 16<sup>h</sup> A Vénusz 3<sup>o</sup>6-kal délre a Holdtól.
- 22. 03<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (28<sup>o</sup>).
- 25. 08<sup>h</sup> A Mars 1<sup>o</sup>0-kal délre a Neptunusztól.
- 25. 19<sup>h</sup> Első negyed.
- 29. 06<sup>h</sup> A Szaturnusz 0<sup>o</sup>3-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).



## A hajnali égbolt

Hold 3-tól 18-ig, Merkúr, Mars szürkületben, Jupiter, Szaturnusz kora hajnalban.

## A bolygók

**Merkúr:** Helyzete megfigyelésre nem kedvező. Megkísérelhető észlelése a hajnali szürkületben, a keleti látóhatár közelében. 22-én van legnagyobb nyugati kitérésben, 28<sup>o</sup>-ra a Naptól, azonban ekkor is csak háromnegyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején két és fél órával, végén három órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m8$ , átmérője 12''-ről 14''-re nő, fázisa 0.87-ről 0.79-ra csökken.

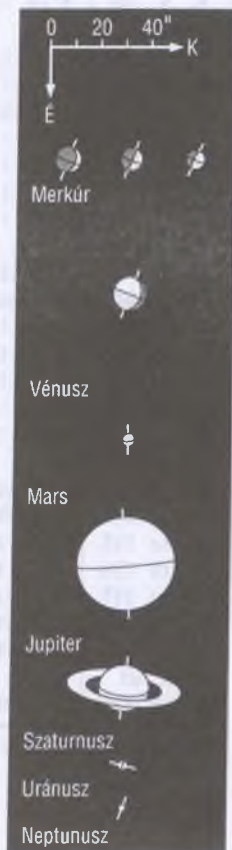
**Mars:** A hajnali szürkületben kereshető a délkeleti látóhatár fölött, a Bak csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m3$ -ról  $1^m1$ -ra, átmérője 4''5-ről 4''9-re nő.

**Jupiter:** Éjfél után kel. A hajnali égen látható a Kígyótartó csillagképben. Fényessége  $-2^m1$ , átmérője 38''.

**Szaturnusz:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető az Oroszlán csillagképben. Hajnalban nyugszik. Fényessége  $0^m1$ , átmérője 20''.

**Uránusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 5-én van együttállásban a Nappal.

**Neptunusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.



$\lambda = 19^\circ, \varphi = 47.5$ 

## Naptár – április

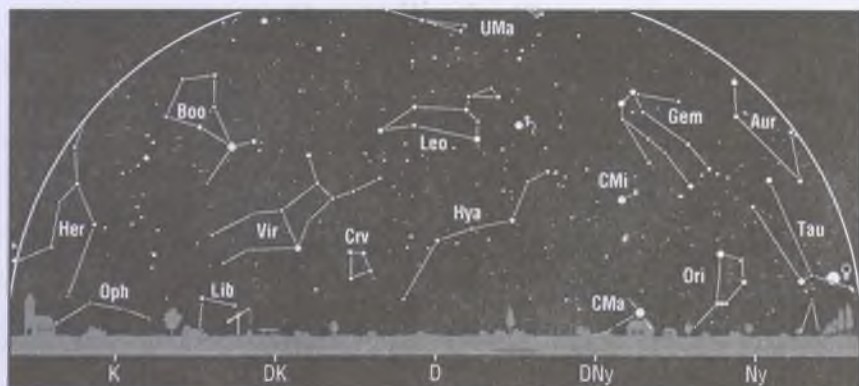
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel, h m	nyugszik h m		
13. hét										
1. v 91.	5*24	11*48	18*13	46.8	-4.1	17*10	23*14	4*51	○	
14. hét										
2. h 92.	5*22	11*48	18*14	47.2	-3.8	18*16	23*53	5*05	○	18*15
3. k 93.	5*20	11*47	18*16	47.6	-3.5	19*22	—	5*18	○	
4. sz 94.	5*18	11*47	18*17	48.0	-3.2	20*30	0*33	5*34	○	
5. cs 95.	5*16	11*47	18*19	48.3	-2.9	21*40	1*16	5*52	○	
6. p 96.	5*14	11*47	18*20	48.7	-2.7	22*49	2*01	6*15	○	
7. sz 97.	5*12	11*46	18*21	49.1	-2.4	23*55	2*50	6*46	○	
8. v 98.	5*10	11*46	18*23	49.5	-2.1	—	3*42	7*26	○	
15. hét										
9. h 99.	5*08	11*46	18*24	49.8	-1.8	0*54	4*36	8*18	○	
10. k 100.	5*06	11*45	18*26	50.2	-1.5	1*43	5*31	9*23	○	19*04
11. sz 101.	5*04	11*45	18*27	50.6	-1.3	2*22	6*26	10*38	○	
12. cs 102.	5*02	11*45	18*28	50.9	-1.0	2*52	7*20	11*57	○	
13. p 103.	5*00	11*45	18*30	51.3	-0.7	3*16	8*11	13*19	○	
14. sz 104.	4*58	11*44	18*31	51.7	-0.5	3*36	9*02	14*43	○	
15. v 105.	4*57	11*44	18*33	52.1	-0.2	3*54	9*52	16*07	○	
16. hét										
16. h 106.	4*55	11*44	18*34	52.4	+0.0	4*12	10*43	17*33	○	
17. k 107.	4*53	11*44	18*36	52.8	+0.2	4*31	11*36	19*01	○	12*36
18. sz 108.	4*51	11*43	18*37	53.1	+0.5	4*54	12*33	20*32	○	
19. cs 109.	4*49	11*43	18*38	53.5	+0.7	5*23	13*33	22*00	○	
20. p 110.	4*47	11*43	18*40	53.8	+0.9	6*02	14*36	23*19	○	
21. sz 111.	4*45	11*43	18*41	54.2	+1.1	6*54	15*38	—	○	
22. v 112.	4*44	11*43	18*43	54.5	+1.3	7*58	16*39	0*23	○	
17. hét										
23. h 113.	4*42	11*42	18*44	54.8	+1.5	9*10	17*35	1*10	○	
24. k 114.	4*40	11*42	18*45	55.2	+1.7	10*25	18*25	1*45	○	7*36
25. sz 115.	4*38	11*42	18*47	55.5	+1.9	11*38	19*12	2*10	○	
26. cs 116.	4*37	11*42	18*48	55.8	+2.1	12*48	19*54	2*29	○	
27. p 117.	4*35	11*42	18*50	56.1	+2.2	13*56	20*35	2*45	○	
28. sz 118.	4*33	11*42	18*51	56.4	+2.4	15*02	21*14	2*59	○	
29. v 119.	4*31	11*41	18*52	56.8	+2.5	16*07	21*53	3*13	○	
18. hét										
30. h 120.	4*30	11*41	18*54	57.1	+2.7	17*13	22*32	3*26	○	

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## április

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 192	12 35 54	Hugó, <i>Pál</i>
2.	2 454 193	12 39 50	Áron, <i>Ferenc, Mária, Tünde</i>
3.	2 454 194	12 43 47	Buda, <i>Richárd, Irén, Irina</i>
4.	2 454 195	12 47 43	Izidor
5.	2 454 196	12 51 40	Vince, <i>Irén, Irina, Julianna, Teodóra</i>
6.	2 454 197	12 55 37	Vilmos, <i>Biborka, Dénes</i>
7.	2 454 198	12 59 33	Herman, <i>Armand, Árpád, József, Mária</i>
8.	2 454 199	13 03 30	<b>Húsvét;</b> <i>Dénes, Júlia, Váler</i>
9.	2 454 200	13 07 26	<b>Húsvét;</b> <i>Erhard, Dusan, Vince</i>
10.	2 454 201	13 11 23	Zsolt
11.	2 454 202	13 15 19	Leó, <i>Szaniszló, Ariel, Glória, Leona</i>
12.	2 454 203	13 19 16	Gyula, <i>Csaba, Csanád, Szilárd</i>
13.	2 454 204	13 23 12	Ida, <i>Hermína, Martin, Márton</i>
14.	2 454 205	13 27 09	Tibor, <i>Benedek, Gusztáv, Lidia</i>
15.	2 454 206	13 31 06	Anasztázia, <i>Tas</i>
16.	2 454 207	13 35 02	Csongor, <i>Benedek, Bernadett, Enikő, József</i>
17.	2 454 208	13 38 59	Rudolf, <i>Anasztázia, Arnika, Csongor, Klára, Rezső</i>
18.	2 454 209	13 42 55	Andrea, <i>Ilma, Aladár, Hermína</i>
19.	2 454 210	13 46 52	Emma, <i>Malvin</i>
20.	2 454 211	13 50 48	Tivadar, <i>Aladár, Odett, Tihamér</i>
21.	2 454 212	13 54 45	Konrád, <i>Zsombor</i>
22.	2 454 213	13 58 41	Csilla, <i>Noémi</i>
23.	2 454 214	14 02 38	Béla, <i>Albert, Gellért, György, Ilona, Sándor</i>
24.	2 454 215	14 06 35	György, <i>Csaba, Debóra, Györgyi, Hunor, Melitta, Simon</i>
25.	2 454 216	14 10 31	Márk, <i>Ervin</i>
26.	2 454 217	14 14 28	Ervin, <i>Marcell, Mária, Tihamér</i>
27.	2 454 218	14 18 24	Zita, <i>Mariann, Marianna, Péter</i>
28.	2 454 219	14 22 21	Valéria, <i>Dorisz, Pál, Patricia, Patrik, Teodóra</i>
29.	2 454 220	14 26 17	Péter, <i>Antónia, Kata, Katalin, Róbert, Roberta, Tihamér</i>
30.	2 454 221	14 30 14	Katalin, <i>Kitti, Hilda, Ildikó, Mariann, Tivadar, Zsófia</i>



## Az esti égbolt

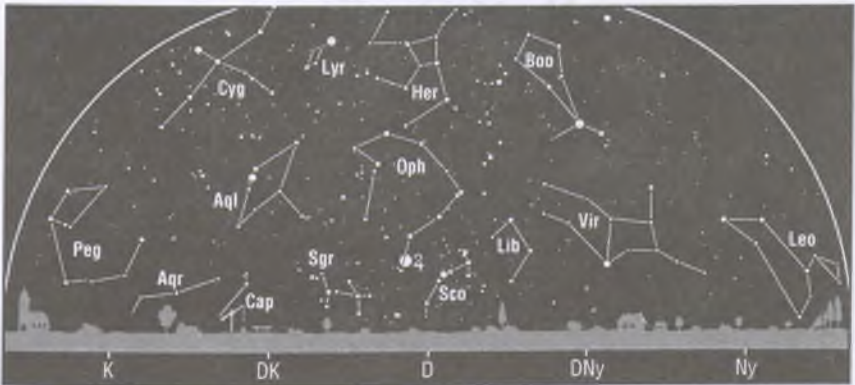
Hold 2-ig és 18-tól, Vénusz, Szaturnusz.

*Kettőscsillagok:*  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa. *Nyílthalmazok:* M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem), M50 (Mon), M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). *Gömbthalmazok:* M3 (CVn), M13 (Her), M92 (Her). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

1. 08<sup>h</sup>\* A Merkúr 1<sup>o</sup>6-kal délre az Uránustól.
2. 18<sup>h</sup>\* Telehold.
8. 11<sup>h</sup>\* A Jupiter 6<sup>o</sup>5-kal északra a Holdtól.
10. 03<sup>h</sup>\* A Juno szembenállásban.
10. 19<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
13. 00<sup>h</sup>\* A Neptunusz 2<sup>o</sup>9-kal északra a Holdtól.
14. 02<sup>h</sup>\* A Mars 0<sup>o</sup>4-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
14. 21<sup>h</sup>\* Az Uránusz 0<sup>o</sup>2-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
16. 12<sup>h</sup>\* A Merkúr 4<sup>o</sup>3-kal délre a Holdtól.
17. 13<sup>h</sup>\* Újhold.
20. 08<sup>h</sup>\* A Vénusz 2<sup>o</sup>5-kal délre a Holdtól.
24. 08<sup>h</sup>\* Első negyed.
25. 10<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 0<sup>o</sup>4-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
28. 20<sup>h</sup>\* A Mars 0<sup>o</sup>7-kal délre az Uránustól.





## A hajnali égbolt

Hold 2-tól 16-ig, Merkúr 25-ig, Mars szürkületben, Jupiter, Neptunusz. Áprilisi Lyridák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** Helyzete megfigyelésre nem kedvező. A hónap elején fél órával, a közepén már csak negyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején három órával, végén négy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-3^m8$ -ról  $-4^m0$ -ra, átmérője  $14''$ -ről  $16''$ -re nő, fázisa 0.79-ről 0.68-ra csökken.

**Mars:** A hajnali szürkületben kereshető a keleti látóhatár fölött a Vízöntő csillagképben. Másfél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m1$ -ről  $1^m0$ -ra, átmérője  $4''9$ -ről  $5''3$ -re nő.

**Jupiter:** Éjjel előtt kel. Az éjszaka második felében látható a Kígyóartó csillagképben. Fényessége  $-2^m4$ , átmérője  $42''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető az Oroszlán csillagképben. Kora hajnalban nyugszik. Fényessége  $0^m3$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

**Neptunusz:** Kora hajnalban kel. A hajnali égen kereshető meg a keleti látóhatár közelében, a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47.5$ 

## Naptár – május

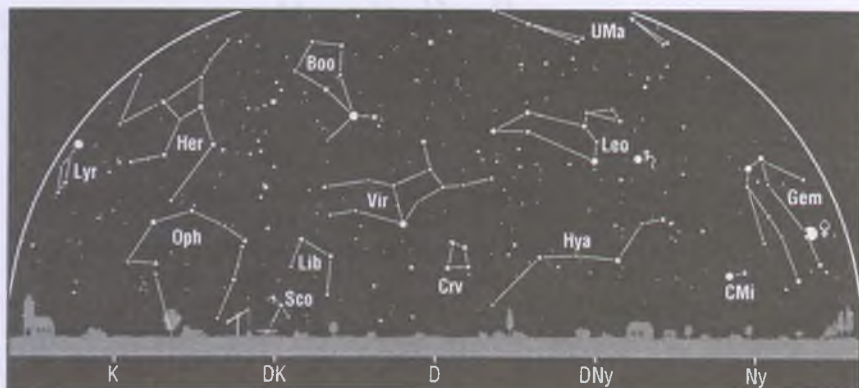
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel, h m	delel, h m	nyugszik h m	
18. hét									
1. k 121.	4*28	11*41	18*55	57.4	+2.8	18*20	23*14	3*41	○
2. sz 122.	4*27	11*41	18*56	57.7	+2.9	19*29	23*59	3*59	○ 11*09
3. cs 123.	4*25	11*41	18*58	58.0	+3.0	20*39	—	4*20	○
4. p 124.	4*23	11*41	18*59	58.3	+3.1	21*47	0*47	4*49	○
5. sz 125.	4*22	11*41	19*01	58.6	+3.2	22*48	1*38	5*26	○
6. v 126.	4*20	11*41	19*02	58.9	+3.3	23*40	2*31	6*14	○
19. hét									
7. h 127.	4*19	11*41	19*03	59.1	+3.4	—	3*26	7*15	○
8. k 128.	4*17	11*41	19*05	59.4	+3.5	0*21	4*20	8*26	○
9. sz 129.	4*16	11*40	19*06	59.7	+3.5	0*53	5*13	9*42	○
10. cs 130.	4*14	11*40	19*07	59.9	+3.6	1*18	6*04	11*01	○ 5*27
11. p 131.	4*13	11*40	19*09	60.2	+3.6	1*39	6*53	12*20	○
12. sz 132.	4*12	11*40	19*10	60.5	+3.6	1*57	7*41	13*41	○
13. v 133.	4*10	11*40	19*11	60.7	+3.7	2*14	8*30	15*03	○
20. hét									
14. h 134.	4*09	11*40	19*12	61.0	+3.7	2*32	9*21	16*28	○
15. k 135.	4*08	11*40	19*14	61.2	+3.7	2*53	10*15	17*56	○
16. sz 136.	4*06	11*40	19*15	61.4	+3.7	3*19	11*13	19*26	○ 20*27
17. cs 137.	4*05	11*40	19*16	61.7	+3.6	3*53	12*15	20*51	○
18. p 138.	4*04	11*40	19*17	61.9	+3.6	4*39	13*19	22*04	○
19. sz 139.	4*03	11*40	19*19	62.1	+3.6	5*39	14*23	23*01	○
20. v 140.	4*02	11*41	19*20	62.4	+3.5	6*50	15*23	23*42	○
21. hét									
21. h 141.	4*01	11*41	19*21	62.6	+3.5	8*07	16*17	—	○
22. k 142.	4*00	11*41	19*22	62.8	+3.4	9*23	17*06	0*11	○
23. sz 143.	3*59	11*41	19*23	62.9	+3.3	10*36	17*51	0*33	○ 22*03
24. cs 144.	3*58	11*41	19*25	63.1	+3.2	11*45	18*33	0*51	○
25. p 145.	3*57	11*41	19*26	63.3	+3.2	12*52	19*12	1*06	○
26. sz 146.	3*56	11*41	19*27	63.5	+3.1	13*57	19*51	1*19	○
27. v 147.	3*55	11*41	19*28	63.7	+3.0	15*03	20*31	1*33	○
22. hét									
28. h 148.	3*54	11*41	19*29	63.9	+2.8	16*10	21*12	1*48	○
29. k 149.	3*53	11*41	19*30	64.0	+2.7	17*18	21*56	2*04	○
30. sz 150.	3*53	11*41	19*31	64.2	+2.6	18*28	22*43	2*25	○
31. cs 151.	3*52	11*42	19*32	64.3	+2.4	19*37	23*33	2*51	○

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## május

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 222	14 34 10	<b>A munka ünnepe;</b> Fülöp, Jakab, <i>Benedek, Berta, József</i>
2.	2 454 223	14 38 07	Zsigmond, <i>Ráhel</i>
3.	2 454 224	14 42 04	Tímea, Irma, <i>Antónia, Jakab, Sándor, Viola, Zsaklin</i>
4.	2 454 225	14 46 00	Mónika, Flórián, <i>Amália, Antónia, László</i>
5.	2 454 226	14 49 57	Györgyi, <i>Erna, Irén, Irina, Judit, Viola</i>
6.	2 454 227	14 53 53	Ivett, Frida, <i>Diitta, Friderika, Ida, János, Judit, Tamara</i>
7.	2 454 228	14 57 50	Gizella, <i>Dalma</i>
8.	2 454 229	15 01 46	Mihály, <i>Géza, Győző, Péter</i>
9.	2 454 230	15 05 43	Gergely, <i>Édua, Gergő, György, Karola, Kristóf, Sarolta</i>
10.	2 454 231	15 09 39	Ármin, Pálma, <i>Antónia, Armand, Míra</i>
11.	2 454 232	15 13 36	Ferenc, <i>Jakab</i>
12.	2 454 233	15 17 33	Pongrác, <i>Dalma, Gyöngyi, Johanna, Viktor</i>
13.	2 454 234	15 21 29	Szervác, Imola, <i>Fatima, Gellért, Glória, Róbert, Roberta</i>
14.	2 454 235	15 25 26	Bonifác, <i>Aglája, Gyöngyi, Julianna</i>
15.	2 454 236	15 29 22	Zsófia, Szonja, <i>Döníz, Izóra, János</i>
16.	2 454 237	15 33 19	Mózes, Botond, <i>János, Simon</i>
17.	2 454 238	15 37 15	Paszvál, <i>Andor</i>
18.	2 454 239	15 41 12	Erik, Alexandra, <i>Erika, Kamilla, Klaudia, Szandra</i>
19.	2 454 240	15 45 08	Ivó, Milán
20.	2 454 241	15 49 05	Bernát, Felícia, <i>Hanna, Johanna</i>
21.	2 454 242	15 53 02	Konstantin, <i>András, Mirella</i>
22.	2 454 243	15 56 58	Júlia, Rita, <i>Emil, Julianna, Renáta</i>
23.	2 454 244	16 00 55	Dezső, <i>Renáta, Vilmos</i>
24.	2 454 245	16 04 51	Eszter, Eliza, <i>Mária, Simon, Szimonetta, Vince, Zsófia</i>
25.	2 454 246	16 08 48	Orbán, <i>Gergely, Gergő, György, Magdolna, Márk</i>
26.	2 454 247	16 12 44	Fülöp, Evelin, <i>Aladár, Gyöngyvér</i>
27.	2 454 248	16 16 41	<b>Pünkösd;</b> Hella, <i>Agoston, Gyula</i>
28.	2 454 249	16 20 37	<b>Pünkösd;</b> Emil, Csanád, <i>Agoston, Vilma, Vilmos</i>
29.	2 454 250	16 24 34	Magdolna, <i>Mária</i>
30.	2 454 251	16 28 31	Janka, Zsanett, <i>Dezső, Hanna, Johanna, Nándor</i>
31.	2 454 252	16 32 27	Angéla, Petronella, <i>Mária, Matild</i>



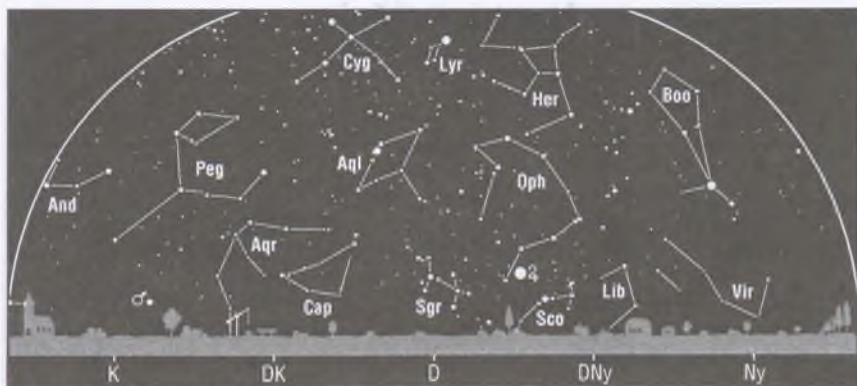
## Az esti égbolt

Hold 2-ig és 17-től, Merkúr 11-től, Vénusz, Jupiter késő este, Szaturnusz.

**Kettőscsillagok:**  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser. **Nyílthalmazok:** M44 (Praesepe, Cnc), M67 (Cnc). **Gömbthalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). **Gáz-ködök:** M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

2. 11<sup>h</sup>\* Telehold.
3. 05<sup>h</sup>\* A Merkúr felső együttállásban.
5. 13<sup>h</sup>\* A Jupiter 6<sup>o</sup>.1-kal északra a Holdtól.
10. 05<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
10. 11<sup>h</sup>\* A Neptunusz 2<sup>o</sup>.2-kal északra a Holdtól.
12. 08<sup>h</sup>\* Az Uránusz 0<sup>o</sup>.5-kal délre a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
13. 01<sup>h</sup>\* A Mars 2<sup>o</sup>.1-kal délre a Holdtól.
16. 20<sup>h</sup>\* Újhold.
18. 01<sup>h</sup>\* A Merkúr 2<sup>o</sup>.1-kal délre a Holdtól.
20. 02<sup>h</sup>\* A Vénusz 0<sup>o</sup>.8-kal délre a Holdtól.
22. 21<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 0<sup>o</sup>.01-kal délre a Holdtól, fedés.
23. 17<sup>h</sup>\* A Regulus 0<sup>o</sup>.2-kal délre a Holdtól, fedés.
23. 22<sup>h</sup>\* Első negyed.
30. 15<sup>h</sup>\* A Vesta szembenállásban.
30. 20<sup>h</sup>\* A Vénusz 4<sup>o</sup>.0-kal délre a Polluxtól.



## A hajnali égbolt

Hold 2-től 15-ig, Mars szürkületben, Jupiter, Uránusz, Neptunusz. Éta Aquaridák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** 3-án van felső együttállásban a Nappal. Ezután látósága gyorsan javul. Napnyugta után kereshető a nyugati látóhatár fölött. A hó végén már két órával nyugszik a Nap után.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején négy órával, végén három és fél órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-4^m0$ -ról  $-4^m2$ -ra, átmérője  $16''$ -ről  $21''$ -re nő, fázisa 0.68-ról 0.55-ra csökken.

**Mars:** A hajnali szürkületben kereshető a keleti látóhatár fölött. A hónap folyamán a Vízöntő, a Halak, a Cet, majd ismét a Halak csillagképben halad. A hó elején másfél órával, a végén két órával kel a Nap előtt. Fényessége  $1^m0$ -ról  $0^m9$ -ra, átmérője  $5''.3$ -ról  $5''.8$ -re nő.

**Jupiter:** Késő este kel. Az éjszaka nagy részében látható a Kígyótartó csillagképben. Fényessége  $-2^m5$ , átmérője  $45''$ .

**Szaturnusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg az Oroszlán csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége  $0^m4$ , átmérője  $18''$ .

**Uránusz:** Kora hajnalban kel. A hajnali égen kereshető meg a keleti látóhatár közelében, a Vízöntő csillagképben.

**Neptunusz:** Éjfél után kel. A hajnali órákban látható a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – június

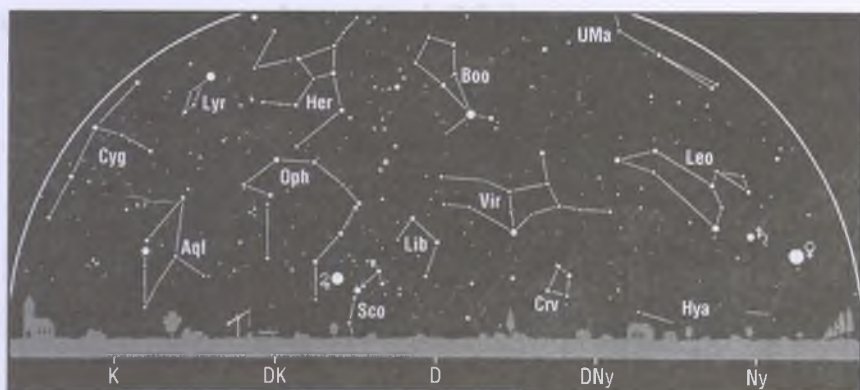
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_I$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
22. hét										
1. p 152.	3*51	11*42	19*33	64.5	+2.3	20*41	—	3*25	○	2*04
2. sz 153.	3*51	11*42	19*34	64.6	+2.2	21*36	0*27	4*11	○	
3. v 154.	3*50	11*42	19*35	64.7	+2.0	22*21	1*22	5*09	○	
23. hét										
4. h 155.	3*49	11*42	19*36	64.9	+1.8	22*56	2*16	6*17	○	
5. k 156.	3*49	11*42	19*36	65.0	+1.7	23*22	3*10	7*32	○	
6. sz 157.	3*48	11*43	19*37	65.1	+1.5	23*44	4*01	8*50	○	
7. cs 158.	3*48	11*43	19*38	65.2	+1.3	—	4*50	10*08	○	
8. p 159.	3*48	11*43	19*39	65.3	+1.1	0*02	5*37	11*26	○	12*43
9. sz 160.	3*47	11*43	19*39	65.4	+0.9	0*19	6*24	12*45	○	
10. v 161.	3*47	11*43	19*40	65.4	+0.7	0*36	7*12	14*06	○	
24. hét										
11. h 162.	3*47	11*44	19*41	65.5	+0.5	0*55	8*03	15*30	○	
12. k 163.	3*47	11*44	19*41	65.6	+0.3	1*18	8*57	16*56	○	
13. sz 164.	3*46	11*44	19*42	65.7	+0.1	1*47	9*56	18*22	○	
14. cs 165.	3*46	11*44	19*42	65.7	-0.1	2*26	10*59	19*41	○	
15. p 166.	3*46	11*44	19*43	65.8	-0.3	3*19	12*03	20*46	○	4*13
16. sz 167.	3*46	11*45	19*43	65.8	-0.5	4*26	13*06	21*34	○	
17. v 168.	3*46	11*45	19*44	65.9	-0.7	5*43	14*04	22*09	○	
25. hét										
18. h 169.	3*46	11*45	19*44	65.9	-0.9	7*01	14*56	22*35	○	
19. k 170.	3*46	11*45	19*44	65.9	-1.2	8*17	15*44	22*54	○	
20. sz 171.	3*46	11*45	19*45	65.9	-1.4	9*30	16*28	23*11	○	
21. cs 172.	3*47	11*46	19*45	65.9	-1.6	10*39	17*09	23*25	○	
22. p 173.	3*47	11*46	19*45	65.9	-1.8	11*45	17*48	23*39	○	14*15
23. sz 174.	3*47	11*46	19*45	65.9	-2.0	12*51	18*28	23*53	○	
24. v 175.	3*47	11*46	19*45	65.9	-2.3	13*57	19*08	—	○	
26. hét										
25. h 176.	3*48	11*47	19*45	65.9	-2.5	15*05	19*51	0*09	○	
26. k 177.	3*48	11*47	19*45	65.9	-2.7	16*14	20*37	0*28	○	
27. sz 178.	3*48	11*47	19*45	65.8	-2.9	17*24	21*26	0*52	○	
28. cs 179.	3*49	11*47	19*45	65.8	-3.1	18*30	22*19	1*23	○	
29. p 180.	3*49	11*47	19*45	65.8	-3.3	19*30	23*14	2*05	○	
30. sz 181.	3*50	11*48	19*45	65.7	-3.5	20*19	—	2*59	○	14*49

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## június

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 253	16 36 24	Tünde, <i>Angéla, Hortenzia</i>
2.	2 454 254	16 40 20	Kármén, Anita, <i>Abel, Csilla, Irma, Jenő, Kornél, Péter</i>
3.	2 454 255	16 44 17	Klotild, <i>Cecília, Kevin</i>
4.	2 454 256	16 48 13	Bulcsú, <i>Fatima, Fatime, Ferenc</i>
5.	2 454 257	16 52 10	Fatime, <i>Fatima, Nándor, Valéria</i>
6.	2 454 258	16 56 06	Norbert, Cintia, <i>Artemisz, Felícia, Klaudia, Kolos</i>
7.	2 454 259	17 00 03	Róbert
8.	2 454 260	17 04 00	Medárd, <i>Agnes, Helga, Izabella, Vilmos</i>
9.	2 454 261	17 07 56	Félix, <i>Annamária, Diána, Előd</i>
10.	2 454 262	17 11 53	Margit, Gréta, <i>Diána, Gitta</i>
11.	2 454 263	17 15 49	Barnabás, <i>Etelka, Roxána</i>
12.	2 454 264	17 19 46	Villő, <i>Etelka, János</i>
13.	2 454 265	17 23 42	Antal, Anett
14.	2 454 266	17 27 39	Vazul
15.	2 454 267	17 31 35	Jolán, Vid, <i>Abrahám, Bernát, Izolda, Viola, Violetta</i>
16.	2 454 268	17 35 32	Jusztin, <i>Ferenc, Jusztina, Péter</i>
17.	2 454 269	17 39 29	Laura, Alida, <i>Alinka, Terézia</i>
18.	2 454 270	17 43 25	Arnold, Levente, <i>Dolóresz, Márk</i>
19.	2 454 271	17 47 22	Gyárfás, <i>Hajnalka, Julianna, Liána, Mihály, Rómeó</i>
20.	2 454 272	17 51 18	Rafael, <i>Benigna, Koppány, Margit</i>
21.	2 454 273	17 55 15	Alajos, Leila, <i>Lejla, Lujza, Olga</i>
22.	2 454 274	17 59 11	Paulina, <i>Ákos, Kriszta, Krisztina, Tamás</i>
23.	2 454 275	18 03 08	Zoltán, <i>Édua</i>
24.	2 454 276	18 07 04	Iván, <i>Beáta, János, Levente</i>
25.	2 454 277	18 11 01	Vilmos, <i>Vilma, Viola, Violetta</i>
26.	2 454 278	18 14 58	János, Pál, <i>Dávid, Örs</i>
27.	2 454 279	18 18 54	László, <i>Olga</i>
28.	2 454 280	18 22 51	Levente, Irén, <i>Gyula, Irina, Laura, Marcella, Tivadar</i>
29.	2 454 281	18 26 47	Péter, Pál, <i>Aladár, Aliz, Beáta, Ditta, Emma, Petra</i>
30.	2 454 282	18 30 44	Pál, <i>Ditta, Judit</i>



## Az esti égbolt

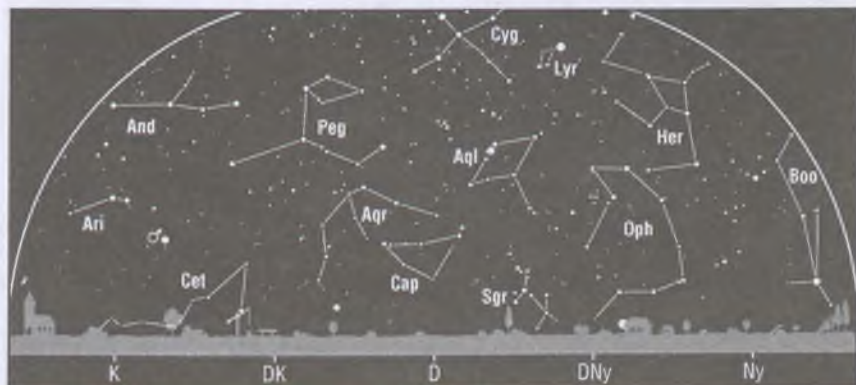
Hold 1-ig és 16-tól 30-ig, Merkúr 20-ig, Vénusz, Jupiter, Szaturnusz.

**Kettőscsillagok:**  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\beta$  Cyg. **Nyílthalmazok:** M11 (Sct). **Gömbthalmazok:** M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her). **Gázködök:** M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr). **Galaxisok:** M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104 (Sombbrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Órvény-köd, CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

1. 02<sup>h</sup>\* Telehold.
1. 13<sup>h</sup>\* A Jupiter 6<sup>o</sup>0-kal északra a Holdtól.
2. 11<sup>h</sup>\* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (23<sup>o</sup>).
6. 00<sup>h</sup>\* A Jupiter szembenállásban.
6. 16<sup>h</sup>\* A Neptunusz 1<sup>o</sup>8-kal északra a Holdtól.
8. 13<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
8. 16<sup>h</sup>\* Az Uránusz 1<sup>o</sup>0-kal délre a Holdtól.
9. 04<sup>h</sup>\* A Vénusz legnagyobb keleti kitérésben (45<sup>o</sup>).
10. 22<sup>h</sup>\* A Mars 4<sup>o</sup>2-kal délre a Holdtól.
15. 04<sup>h</sup>\* Újhold.
18. 16<sup>h</sup>\* A Vénusz 0<sup>o</sup>1-kal délre a Holdtól, fedés.
19. 08<sup>h</sup>\* A Plútó szembenállásban.
19. 08<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 0<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
21. 19<sup>h</sup>\*06<sup>m</sup> Napforduló.
22. 14<sup>h</sup>\* Első negyed.
28. 14<sup>h</sup>\* A Jupiter 6<sup>o</sup>1-kal északra a Holdtól.
28. 20<sup>h</sup>\* A Merkúr alsó együttállásban.
30. 15<sup>h</sup>\* Telehold.





## A hajnali égbolt

Hold 1-től 14-ig és 30-tól, Mars, Jupiter kora hajnalban, Uránusz, Neptunusz.

## A bolygók

**Merkúr:** 2-án van legnagyobb keleti kitérésben,  $23^{\circ}$ -ra a Naptól. A hó első hete még igen kedvező időszak a bolygó esti megfigyelésére. A hónap közepén láthatósága gyorsan romlik, és 28-án már alsó együttállásba kerül a Nappal.

**Vénusz:** Az esti égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején három és fél órával, végén két órával nyugszik a Nap után. 9-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $45^{\circ}$ -ra a Naptól. Fényessége  $-4^m2$ -ről  $-4^m4$ -ra, átmérője  $21''$ -ről  $31''$ -re nő, fázisa 0.55-ről 0.36-ra csökken.

**Mars:** Éjfél után kel, a hajnali órákban látható a Halak, majd a Kos csillagképben. Fényessége  $0^m9$ -ról  $0^m7$ -ra, átmérője  $5''8$ -ról  $6''3$ -re nő.

**Jupiter:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Kígyótartó csillagképben. Hajnalban nyugszik. 6-án van szembenállásban. Fényessége  $-2^m6$ , átmérője  $46''$ .

**Szaturnusz:** Az esti órákban figyelhető meg az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt nyugszik. Fényessége  $0^m5$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Éjfél körül kel. Az éjszaka második felében látható a Vízöntő csillagképben.

**Neptunusz:** Éjfél előtt kel. Az éjszaka második felében látható a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – július

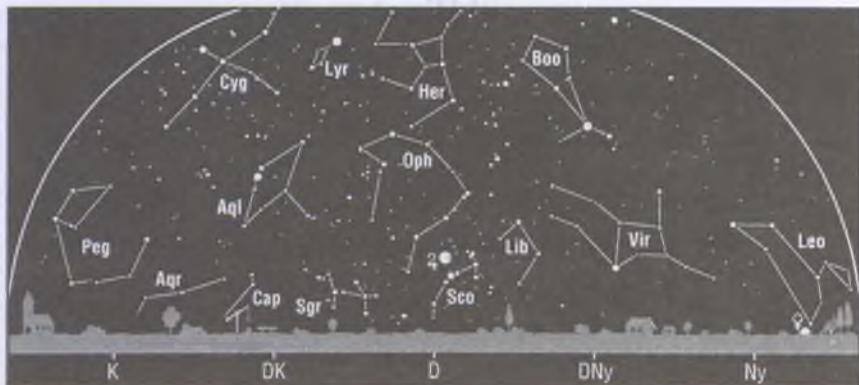
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
26. hét										
1. v 182.	3*50	11*48	19*45	65.6	-3.7	20*57	0*10	4*05	○	
27. hét										
2. h 183.	3*51	11*48	19*45	65.6	-3.9	21*26	1*05	5*20	○	
3. k 184.	3*52	11*48	19*44	65.5	-4.1	21*49	1*57	6*39	○	
4. sz 185.	3*52	11*48	19*44	65.4	-4.3	22*08	2*47	7*58	○	
5. cs 186.	3*53	11*49	19*44	65.3	-4.4	22*25	3*35	9*16	○	
6. p 187.	3*54	11*49	19*43	65.2	-4.6	22*42	4*22	10*34	○	
7. sz 188.	3*55	11*49	19*43	65.1	-4.8	23*00	5*09	11*53	○	17*54
8. v 189.	3*55	11*49	19*42	65.0	-4.9	23*20	5*58	13*14	○	
28. hét										
9. h 190.	3*56	11*49	19*42	64.9	-5.1	23*46	6*50	14*38	○	
10. k 191.	3*57	11*49	19*41	64.8	-5.2	—	7*46	16*02	○	
11. sz 192.	3*58	11*49	19*41	64.7	-5.4	0*20	8*45	17*22	○	
12. cs 193.	3*59	11*50	19*40	64.6	-5.5	1*06	9*47	18*32	○	
13. p 194.	4*00	11*50	19*39	64.4	-5.7	2*07	10*50	19*26	○	
14. sz 195.	4*01	11*50	19*38	64.3	-5.8	3*19	11*50	20*06	○	13*04
15. v 196.	4*02	11*50	19*38	64.1	-5.9	4*37	12*45	20*35	○	
29. hét										
16. h 197.	4*03	11*50	19*37	63.9	-6.0	5*55	13*35	20*57	○	
17. k 198.	4*04	11*50	19*36	63.8	-6.1	7*10	14*21	21*15	○	
18. sz 199.	4*05	11*50	19*35	63.6	-6.2	8*22	15*03	21*30	○	
19. cs 200.	4*06	11*50	19*34	63.4	-6.3	9*30	15*44	21*44	○	
20. p 201.	4*07	11*50	19*33	63.3	-6.3	10*37	16*23	21*58	○	
21. sz 202.	4*08	11*50	19*32	63.1	-6.4	11*43	17*04	22*13	○	
22. v 203.	4*09	11*50	19*31	62.9	-6.4	12*51	17*45	22*31	○	7*29
30. hét										
23. h 204.	4*10	11*50	19*30	62.7	-6.5	13*59	18*30	22*52	○	
24. k 205.	4*11	11*51	19*29	62.5	-6.5	15*08	19*17	23*20	○	
25. sz 206.	4*13	11*51	19*28	62.3	-6.5	16*16	20*09	23*57	○	
26. cs 207.	4*14	11*51	19*27	62.1	-6.5	17*19	21*03	—	○	
27. p 208.	4*15	11*51	19*25	61.8	-6.5	18*12	21*59	0*46	○	
28. sz 209.	4*16	11*51	19*24	61.6	-6.5	18*55	22*55	1*48	○	
29. v 210.	4*17	11*50	19*23	61.4	-6.5	19*27	23*49	3*01	○	
31. hét										
30. h 211.	4*19	11*50	19*22	61.1	-6.5	19*53	—	4*20	○	1*48
31. k 212.	4*20	11*50	19*20	60.9	-6.4	20*14	0*41	5*41	○	

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## július

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 283	18 34 40	Tihamér, Annamária, Áron, Előd, Gyula, Olivér
2.	2 454 284	18 38 37	Ottó, Jenő, Mária
3.	2 454 285	18 42 33	Kornél, Soma, Bernát, Napsugár, Tamás
4.	2 454 286	18 46 30	Ulrik, Berta, Betti, Illés, Izabella, Rajmund, Ramón
5.	2 454 287	18 50 27	Emese, Sarolta, Antal, Vilmos
6.	2 454 288	18 54 23	Csaba, Dominika, Mária, Tamás
7.	2 454 289	18 58 20	Apollónia, Apolka, Donát
8.	2 454 290	19 02 16	Ellák, Eszter, Izabella, Jenő, Liza, Terézia, Zsóka
9.	2 454 291	19 06 13	Lukrécia, Koppány, Margit, Vera, Veronika
10.	2 454 292	19 10 09	Amália, Alma
11.	2 454 293	19 14 06	Nóra, Lili, Eleonóra, Helga, Lilla, Nelli, Olga, Olivér
12.	2 454 294	19 18 02	Izabella, Dalma, Eleonóra, Ernő, János, Leonóra, Nóra
13.	2 454 295	19 21 59	Jenő, Ernő, Henrietta, Henrik, Jakab, Sára, Sarolta
14.	2 454 296	19 25 56	Örs, Stella, Esztella, Ferenc, Zalán
15.	2 454 297	19 29 52	Henrik, Roland, Leonóra, Loránd, Lóránt, Stella
16.	2 454 298	19 33 49	Valter, Aténé, Kármén, Mária
17.	2 454 299	19 37 45	Endre, Elek, Magda, Magdolna, Róbert, Szabolcs
18.	2 454 300	19 41 42	Frigyes, Arnold, Hedvig, Kamilla, Milán
19.	2 454 301	19 45 38	Emília, Alfréd, Ambrus, Aranka, Aurélia, Stella, Vince
20.	2 454 302	19 49 35	Illés, Margaréta, Margit, Marina
21.	2 454 303	19 53 31	Dániel, Daniella, Angéla, Angelina, Júlia, Lőrinc
22.	2 454 304	19 57 28	Magdolna, Léna, Lenke, Magda, Magdaléna, Mária
23.	2 454 305	20 01 25	Lenke, Brigitta
24.	2 454 306	20 05 21	Kinga, Kincső, Bernát, Csenge, Kriszta, Krisztina, Lujza
25.	2 454 307	20 09 18	Kristóf, Jakab, Krisztofer, Valentin, Valentina, Zsaklin
26.	2 454 308	20 13 14	Anna, Anikó, Anett, Anilla, Anita, Panna
27.	2 454 309	20 17 11	Olga, Liliána, György, Kamilla, Krisztián, Natália
28.	2 454 310	20 21 07	Szabolcs, Botond, Győző, Szeréna, Viktor
29.	2 454 311	20 25 04	Márta, Flóra, Bea, Beatrix, Virág
30.	2 454 312	20 29 00	Judit, Xénia, Julietta
31.	2 454 313	20 32 57	Oszkár, Elena, Eleni, Helén, Heléna, Ignác, Ilona, Léna



## Az esti égbolt

Hold 15-től 30-ig, Vénusz, Jupiter, Szaturnusz szürkületben.

*Kettőscsillagok:*  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\theta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:*

M11 (Sct). *Gömbthalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr).

*Gázködök:* M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-

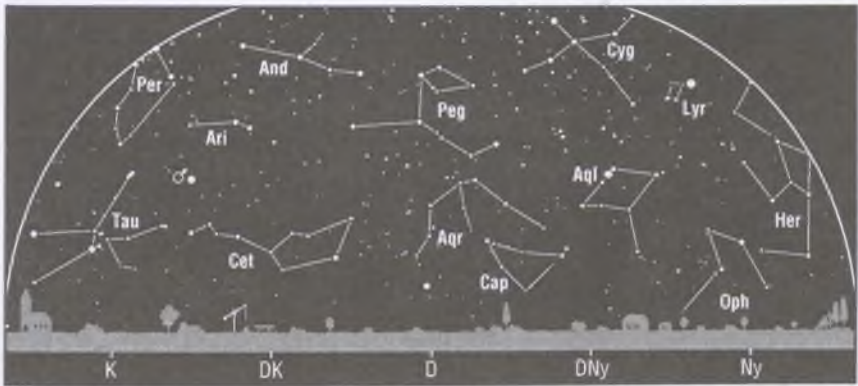
köd, Vul). *Galaxisok:* M81–82 (UMa), M106 (CVn), M49 (Vir), M87 (Vir), M104

(Sombrero-galaxis, Vir), M94 (CVn), M64 (Com), M63 (CVn), M51 (Örvény-köd,

CVn), M101 (UMa).

## Csillagászati események

2. 02<sup>h</sup>\* A Vénusz 0<sup>o</sup>8-kal délre a Szaturnusztól.
3. 19<sup>h</sup>\* A Neptunusz 2<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
5. 20<sup>h</sup>\* Az Uránusz 0<sup>o</sup>8-kal délre a Holdtól.
7. 01<sup>h</sup>\* A Föld naptávolban.
7. 18<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
12. 15<sup>h</sup>\* A Vénusz legnagyobb fényességben.
14. 13<sup>h</sup>\* Újhold.
16. 16<sup>h</sup>\* A Vénusz 1<sup>o</sup>8-kal délre a Regulustól.
17. 00<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 0<sup>o</sup>9-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
17. 09<sup>h</sup>\* A Regulus 0<sup>o</sup>1-kal északra a Holdtól, fedés.
17. 10<sup>h</sup>\* A Vénusz 2<sup>o</sup>3-kal délre a Holdtól.
20. 16<sup>h</sup>\* A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (20<sup>o</sup>).
22. 07<sup>h</sup>\* Első negyed.
25. 19<sup>h</sup>\* A Jupiter 6<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
30. 02<sup>h</sup>\* Telehold.
31. 03<sup>h</sup>\* A Neptunusz 2<sup>o</sup>0-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).



## A hajnali égbolt

Hold 13-ig és 30-tól, Merkúr 7-től, Mars, Uránusz, Neptunusz.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap második hetétől figyelhető meg a hajnali égbolton, a keleti látóhatár közelében. 20-án van legnagyobb nyugati kitérésben,  $20^\circ$ -ra a Naptól. Ekkor másfél órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** A hónap nagy részében még feltűnően látszik este a nyugati látóhatár fölött. A hónap végén azonban megfigyelhetősége gyorsan romlik. A hó elején két órával, végén már csak fél órával nyugszik a Nap után. 12-én éri el legnagyobb fényességét  $-4^m5$ -nél. Átmérője  $31''$ -ről  $49''$ -re nő, fázisa 0.36-ról 0.11-ra csökken.

**Mars:** Éjfél körül kel, az éjszaka második felében látható a Kos, majd a Bika csillagképben. Fényessége  $0^m7$ -ről  $0^m5$ -ra, átmérője  $6''.3$ -ről  $7''.0$ -re nő.

**Jupiter:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után nyugszik. Fényessége  $-2^m5$ , átmérője  $44''$ .

**Szturnusz:** Napnyugta után még megkereshető a nyugati látóhatár közelében, láthatósága gyorsan romlik. Fényessége  $0^m6$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Késő este kel. Az éjszaka nagy részében látható a Vízöntő csillagképben.

**Neptunusz:** Az esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható a Bak csillagképben.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – augusztus

KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
31. hét										
1. sz 213.	4*21	11*50	19*19	60.6	-6.4	20*32	1*31	7*02	○	
2. cs 214.	4*22	11*50	19*17	60.4	-6.3	20*49	2*19	8*22	○	
3. p 215.	4*24	11*50	19*16	60.1	-6.2	21*06	3*07	9*42	○	
4. sz 216.	4*25	11*50	19*15	59.9	-6.2	21*26	3*56	11*03	○	
5. v 217.	4*26	11*50	19*13	59.6	-6.1	21*49	4*46	12*26	○	22*20
32. hét										
6. h 218.	4*27	11*50	19*12	59.4	-6.0	22*20	5*40	13*49	○	
7. k 219.	4*29	11*50	19*10	59.1	-5.9	23*01	6*38	15*10	○	
8. sz 220.	4*30	11*50	19*08	58.8	-5.7	23*55	7*38	16*22	○	
9. cs 221.	4*31	11*50	19*07	58.5	-5.6	—	8*40	17*21	○	
10. p 222.	4*33	11*49	19*05	58.2	-5.5	1*02	9*39	18*04	○	
11. sz 223.	4*34	11*49	19*04	57.9	-5.3	2*18	10*35	18*37	○	
12. v 224.	4*35	11*49	19*02	57.6	-5.2	3*35	11*27	19*01	○	
33. hét										
13. h 225.	4*37	11*49	19*00	57.3	-5.0	4*51	12*14	19*20	○	0*02
14. k 226.	4*38	11*49	18*59	57.0	-4.8	6*04	12*57	19*36	○	
15. sz 227.	4*39	11*49	18*57	56.7	-4.6	7*14	13*39	19*50	○	
16. cs 228.	4*41	11*48	18*55	56.4	-4.5	8*22	14*19	20*04	○	
17. p 229.	4*42	11*48	18*53	56.1	-4.2	9*29	14*59	20*18	○	
18. sz 230.	4*43	11*48	18*52	55.8	-4.0	10*36	15*40	20*35	○	
19. v 231.	4*45	11*48	18*50	55.5	-3.8	11*44	16*23	20*54	○	
34. hét										
20. h 232.	4*46	11*47	18*48	55.1	-3.6	12*53	17*09	21*19	○	
21. k 233.	4*47	11*47	18*46	54.8	-3.4	14*01	17*58	21*51	○	0*54
22. sz 234.	4*49	11*47	18*44	54.5	-3.1	15*05	18*51	22*35	○	
23. cs 235.	4*50	11*47	18*43	54.1	-2.9	16*02	19*45	23*30	○	
24. p 236.	4*51	11*46	18*41	53.8	-2.6	16*49	20*41	—	○	
25. sz 237.	4*53	11*46	18*39	53.4	-2.3	17*26	21*36	0*38	○	
26. v 238.	4*54	11*46	18*37	53.1	-2.0	17*54	22*30	1*55	○	
35. hét										
27. h 239.	4*55	11*46	18*35	52.8	-1.8	18*17	23*21	3*16	○	
28. k 240.	4*57	11*45	18*33	52.4	-1.5	18*36	—	4*38	○	11*35
29. sz 241.	4*58	11*45	18*31	52.1	-1.2	18*54	0*11	6*00	○	
30. cs 242.	4*59	11*45	18*29	51.7	-0.9	19*12	1*00	7*22	○	
31. p 243.	5*01	11*44	18*27	51.3	-0.6	19*31	1*50	8*46	○	

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## augusztus

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 314	20 36 54	Boglárka, <i>Gusztáv, Pálma, Péter, Zsófia</i>
2.	2 454 315	20 40 50	Lehel, <i>Gusztáv, Mária</i>
3.	2 454 316	20 44 47	Hermína, <i>István, Lidia, Terézia</i>
4.	2 454 317	20 48 43	Domonkos, Dominika
5.	2 454 318	20 52 40	Krisztina, <i>Abel, Afrodité, Kriszta, Mária</i>
6.	2 454 319	20 56 36	Berta, Bettina, <i>Géza</i>
7.	2 454 320	21 00 33	Ibolya, <i>Afrodité, Albert, Arabella, Donát</i>
8.	2 454 321	21 04 29	László, <i>Dominik, Domonkos, Gusztáv</i>
9.	2 454 322	21 08 26	Emőd, <i>János, Roland</i>
10.	2 454 323	21 12 23	Lőrinc, <i>Bianka, Blanka, Csilla, Loránd, Lóránt, Roland</i>
11.	2 454 324	21 16 19	Zsuzsanna, Tiborc, <i>Klára, Lilian, Liliána, Lujza</i>
12.	2 454 325	21 20 16	Klára, <i>Hilda, Leticia</i>
13.	2 454 326	21 24 12	Ipoly, <i>Gerda, Gertrúd, Helén, Heléna, Ibolya, János</i>
14.	2 454 327	21 28 09	Marcell, <i>Menyhért</i>
15.	2 454 328	21 32 05	Mária, <i>Alfréd</i>
16.	2 454 329	21 36 02	Ábrahám, <i>István, Szeréna</i>
17.	2 454 330	21 39 58	Jácint
18.	2 454 331	21 43 55	Ilona, <i>Elena, Eleni, Helén, Heléna, Lenke</i>
19.	2 454 332	21 47 52	Huba, <i>Bernát, János, Lajos</i>
20.	2 454 333	21 51 48	<b>Szent István ünnepe;</b> <i>István, Bernát, Stefánia, Vajk</i>
21.	2 454 334	21 55 45	Sámuel, Hajna, <i>Erik, Erika, Franciska, Johanna</i>
22.	2 454 335	21 59 41	Menyhért, Mirjam, <i>Boglár, Boglárka, János, Mária</i>
23.	2 454 336	22 03 38	Bence, <i>Róza, Rózsa, Szidónia</i>
24.	2 454 337	22 07 34	Bertalan, <i>Albert, Aliz</i>
25.	2 454 338	22 11 31	Lajos, Patrícia, <i>Elemér, József, Tamás</i>
26.	2 454 339	22 15 27	Izsó, <i>Margit, Natália, Natasa, Rita</i>
27.	2 454 340	22 19 24	Gáspár, <i>József, Mónika</i>
28.	2 454 341	22 23 21	Ágoston, <i>Alfréd, Elemér, László</i>
29.	2 454 342	22 27 17	Beatrix, Erna, <i>Ernesztina, János, Kamilla, Szabina</i>
30.	2 454 343	22 31 14	Róza, <i>Letícia, Rózsa</i>
31.	2 454 344	22 35 10	Erika, Bella, <i>Aida, Hanga, Izabella, Rajmund, Ramóna</i>



## Az esti égbolt

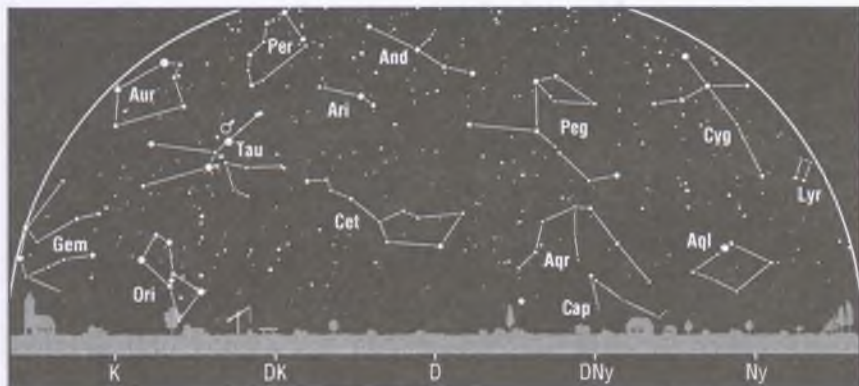
Hold 13-tól 28-ig, Merkúr 25-től, Jupiter, Uránusz és Neptunusz késő este. Perseidák meteorraj, Aquaridák meteorraj.

*Kettőscillagok:*  $\gamma$  And,  $\alpha$  CVn,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílt-halmazok:* M11 (Sct). *Gömbhalmazok:* M3 (CVn), M5 (Ser), M13 (Her), M92 (Her), M22 (Sgr), M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M16 (Ser), M17 (Omega-köd, Sgr), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

## Csillagászati események

- 2. 03<sup>h</sup>\* Az Uránusz 1<sup>o</sup>3-kal délre a Holdtól.
- 5. 22<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
- 13. 00<sup>h</sup>\* Újhold.
- 13. 19<sup>h</sup>\* A Neptunusz szembenállásban.
- 15. 21<sup>h</sup>\* A Merkúr felső együttállásban.
- 18. 05<sup>h</sup>\* A Vénusz alsó együttállásban.
- 21. 01<sup>h</sup>\* Első negyed.
- 22. 00<sup>h</sup>\* A Szaturnusz együttállásban a Nappal.
- 24. 01<sup>h</sup>\* A Mars 4<sup>o</sup>6-kal északra az Aldebarantól.
- 27. 10<sup>h</sup>\* A Neptunusz 1<sup>o</sup>9-kal északra a Holdtól.
- 28. 12<sup>h</sup>\* Telehold, teljes holdfogyatkozás (hazánkból nem látható).
- 29. 10<sup>h</sup>\* Az Uránusz 1<sup>o</sup>4-kal délre a Holdtól.





## A hajnali égbolt

Hold 11-ig és 28-tól, Merkúr 8-ig, Vénusz 22-től, Mars, Uránusz, Neptunusz kora hajnalban.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap első napjaiban még megkereshető a hajnali égbolton, a keleti látóhatár közelében. Ezután a láthatósága gyorsan romlik. 15-én már felső együttállásban van a Nappal. Ezután az esti égen jelenik meg, de a hó végén is csak fél órával nyugszik a Nap után, így helyzete megfigyelésre nem kedvező.

**Vénusz:** Helyzete a hónap nagy részében nem kedvező a megfigyelésre. 18-án van alsó együttállásban a Nappal. A hónap utolsó hetében azonban már kereshető a hajnali szürkületben a keleti látóhatár fölött. Fényessége a hó elején  $-4^m3$ , a hó végén  $-4^m1$ ; átmérője  $49''$ -ről  $58''$ -re nő, majd  $55''$ -re csökken; fázisa 0.11-ről 0.01-ra csökken, majd 0.05-ra nő.

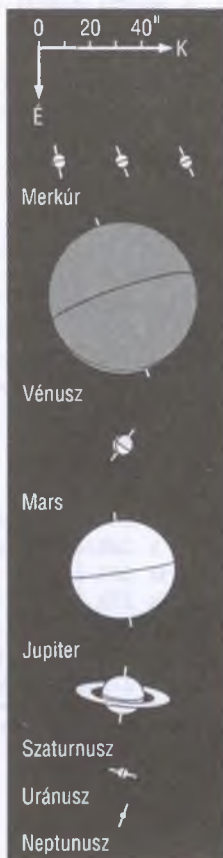
**Mars:** Éjjfel előtt kel, az éjszaka második felében látható a Bika csillagképben. Fényessége  $0^m5$ -ről  $0^m3$ -ra, átmérője  $7.0$ -ról  $8.0$ -ra nő.

**Jupiter:** Az esti órákban figyelhető meg a Kígyótartó csillagképben. Éjjfel előtt nyugszik. Fényessége  $-2^m3$ , átmérője  $40''$ .

**Szaturnusz:** A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 22-én van együttállásban a Nappal. Fényessége  $0^m6$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Az esti órákban kel. Az éjszaka nagy részében látható a Vízöntő csillagképben.

**Neptunusz:** Csaknem egész éjszaka látható a Bak csillagképben. 13-án van szembenállásban.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47.5$ 

## Naptár – szeptember

KÖZEI\*

dátum	Nap				Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m	
35. hét									
1. sz 244.	5*02	11*44	18*25	51.0	-0.3	19*53	2*41	10*11	○
2. v 245.	5*03	11*44	18*23	50.6	+0.1	20*22	3*35	11*36	○
36. hét									
3. h 246.	5*05	11*43	18*21	50.3	+0.4	21*00	4*33	12*59	○
4. k 247.	5*06	11*43	18*19	49.9	+0.7	21*50	5*33	14*15	○ 3*32
5. sz 248.	5*07	11*43	18*17	49.5	+1.0	22*53	6*34	15*17	○
6. cs 249.	5*09	11*42	18*15	49.2	+1.4	—	7*33	16*05	○
7. p 250.	5*10	11*42	18*13	48.8	+1.7	0*05	8*30	16*40	○
8. sz 251.	5*11	11*42	18*11	48.4	+2.0	1*21	9*22	17*05	○
9. v 252.	5*13	11*41	18*09	48.0	+2.4	2*37	10*10	17*26	○
37. hét									
10. h 253.	5*14	11*41	18*07	47.7	+2.7	3*50	10*54	17*42	○
11. k 254.	5*15	11*41	18*05	47.3	+3.1	5*00	11*36	17*57	○ 13*44
12. sz 255.	5*17	11*40	18*03	46.9	+3.4	6*08	12*16	18*11	○
13. cs 256.	5*18	11*40	18*01	46.5	+3.8	7*15	12*56	18*25	○
14. p 257.	5*19	11*40	17*59	46.1	+4.1	8*22	13*37	18*41	○
15. sz 258.	5*21	11*39	17*57	45.8	+4.5	9*30	14*19	18*59	○
16. v 259.	5*22	11*39	17*55	45.4	+4.8	10*38	15*04	19*21	○
38. hét									
17. h 260.	5*23	11*39	17*53	45.0	+5.2	11*47	15*51	19*50	○
18. k 261.	5*25	11*38	17*51	44.6	+5.6	12*52	16*41	20*28	○
19. sz 262.	5*26	11*38	17*49	44.2	+5.9	13*51	17*34	21*17	○ 17*48
20. cs 263.	5*27	11*38	17*47	43.8	+6.3	14*41	18*28	22*19	○
21. p 264.	5*29	11*37	17*45	43.4	+6.6	15*21	19*22	23*30	○
22. sz 265.	5*30	11*37	17*43	43.0	+7.0	15*53	20*16	—	○
23. v 266.	5*31	11*37	17*41	42.7	+7.3	16*18	21*07	0*48	○
39. hét									
24. h 267.	5*33	11*36	17*39	42.3	+7.7	16*38	21*58	2*08	○
25. k 268.	5*34	11*36	17*37	41.9	+8.0	16*57	22*47	3*30	○
26. sz 269.	5*35	11*35	17*35	41.5	+8.4	17*15	23*38	4*53	○ 20*45
27. cs 270.	5*37	11*35	17*33	41.1	+8.7	17*34	—	6*18	○
28. p 271.	5*38	11*35	17*31	40.7	+9.1	17*55	0*29	7*44	○
29. sz 272.	5*39	11*34	17*29	40.3	+9.4	18*22	1*24	9*13	○
30. v 273.	5*41	11*34	17*27	40.0	+9.7	18*58	2*23	10*41	○

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## szeptember

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 345	22 39 07	Egyed, Egon, <i>Ignác, Izabella, Noémi, Tamara</i>
2.	2 454 346	22 43 03	Rebeka, Dorina, <i>Ella, Ingrid, István, Margit, Teodóra</i>
3.	2 454 347	22 47 00	Hilda, <i>Gergely, Gergő</i>
4.	2 454 348	22 50 56	Rozália, <i>Ida, Róza, Rózsa</i>
5.	2 454 349	22 54 53	Viktor, Lőrinc, <i>Albert</i>
6.	2 454 350	22 58 50	Zakariás, <i>Bea, Beáta, Csanád, Ida</i>
7.	2 454 351	23 02 46	Regina, <i>Dusán, István, Menyhért</i>
8.	2 454 352	23 06 43	Mária, Adrienn, <i>Adorján, Adrián, Adriána, Irma</i>
9.	2 454 353	23 10 39	Ádám, <i>Péter</i>
10.	2 454 354	23 14 36	Nikolett, Hunor, <i>Erik, Miklós, Nikola, Noémi, Zalán</i>
11.	2 454 355	23 18 32	Teodóra, <i>Emil, Helga, Jácint, Milán</i>
12.	2 454 356	23 22 29	Mária, <i>Ibolya, Irma</i>
13.	2 454 357	23 26 25	Kornél, <i>János, Lujza</i>
14.	2 454 358	23 30 22	Szeréna, <i>Roxána</i>
15.	2 454 359	23 34 19	Enikő, Melitta, <i>Katalin, Loránd, Lóránt, Mária, Roland</i>
16.	2 454 360	23 38 15	Edit, <i>Ditta, Kornél, Kornélia, Lúcia, Soma</i>
17.	2 454 361	23 42 12	Zsófia, <i>Ildikó, Róbert</i>
18.	2 454 362	23 46 08	Diána, <i>József, Richárd</i>
19.	2 454 363	23 50 05	Vilhelmina, <i>Emília, Mária, Szabolcs, Tivadar, Vilma</i>
20.	2 454 364	23 54 01	Friderika, <i>Frida, Zsuzsa, Zsuzsanna</i>
21.	2 454 365	23 57 58	Máté, <i>Ildikó, Míra, Mirella</i>
22.	2 454 366	0 01 54	Móric, <i>Írisz, Ottó, Tamás</i>
23.	2 454 367	0 05 51	Tekla, <i>Ildikó, Ilona</i>
24.	2 454 368	0 09 48	Gellért, <i>Mercédesz, Gerda, Mária</i>
25.	2 454 369	0 13 44	Eufrozina, <i>Kende, Miklós, Nikolett, Nikoletta</i>
26.	2 454 370	0 17 41	Jusztina, <i>Dániel</i>
27.	2 454 371	0 21 37	Adalbert, <i>Albert, Károly, Vince</i>
28.	2 454 372	0 25 34	Vencel, <i>Bernát, Jusztina</i>
29.	2 454 373	0 29 30	Mihály, <i>Gábor, Gabriella, Rafael</i>
30.	2 454 374	0 33 27	Jeromos, <i>Felícia, Hunor, Őrs, Viktor, Zsófia</i>

12. A zsidó naptár 5768. évének kezdete napnyugtakor.

14. A bizánci naptár 7516. évének kezdete.



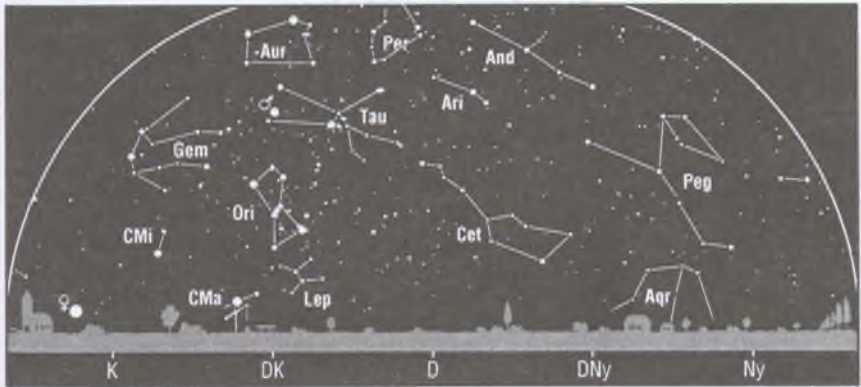
## Az esti égbolt

Hold 12-től 26-ig, Merkúr, Jupiter, Uránusz, Neptunusz.

*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  UMa,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\gamma$  Del. *Nylthalmazok:*  $h$  és  $\chi$  Per, M11 (Sct). *Gömbhalmazok:* M13 (Her), M92 (Her), M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M16 (Ser), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M81–82 (UMa), M101 (UMa).

## Csillagászati események

3. 01<sup>h</sup>\* A Pallas szembenállásban.
4. 04<sup>h</sup>\* Utolsó negyed.
9. 20<sup>h</sup>\* Az Uránusz szembenállásban.
10. 03<sup>h</sup>\* A Szaturnusz 1<sup>h</sup>2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
11. 14<sup>h</sup>\* Újhold, részleges napfogyatkozás (hazánkból nem látható).
13. 16<sup>h</sup>\* A Merkúr 3<sup>h</sup>5-kal északra a Holdtól.
19. 18<sup>h</sup>\* Első negyed.
22. 10<sup>h</sup>\* A Merkúr 0<sup>h</sup>1-kal északra a Spicától.
23. 10<sup>h</sup>-51<sup>m</sup> Napéjegyenlőség.
23. 19<sup>h</sup>\* A Neptunusz 2<sup>h</sup>3-kal északra a Holdtól.
24. 00<sup>h</sup>\* A Vénusz legnagyobb fényességben.
25. 17<sup>h</sup>\* Az Uránusz 0<sup>h</sup>8-kal délre a Holdtól.
26. 21<sup>h</sup>\* Telehold.
29. 17<sup>h</sup>\* A Merkúr legnagyobb keleti kitérésben (26<sup>o</sup>).



## A hajnali égbolt

Hold 10-ig és 26-tól, Vénusz, Mars, Szaturnusz, Uránusz kora hajnalban.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap folyamán csak fél órával nyugszik a Nap után, így helyzete megfigyelésre nem kedvező. 29-én van legnagyobb keleti kitérésben,  $26^{\circ}$ -ra a Naptól.

**Vénusz:** Hajnalban feltűnően látszik a keleti égen. A hó elején másfél órával, végén három és fél órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4^m 1$ -ről  $-4^m 5$ -ra nő, legnagyobb értékét 24-én éri el, átmérője  $55''$ -ről  $36''$ -re csökken, fázisa 0.05-ről 0.31-ra nő.

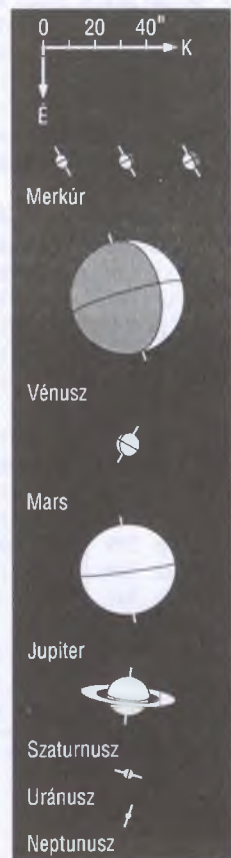
**Mars:** Késő este kel, az éjszaka nagy részében látható a Bika csillagképben. Fényessége  $0^m 3$ -ról  $0^m 0$ -ra, átmérője  $8''.0$ -ról  $9''.5$ -re nő.

**Jupiter:** Az esti órákban figyelhető meg a Kígyóirtó csillagképben. Késő este nyugszik. Fényessége  $-2^m 1$ , átmérője  $37''$ .

**Szaturnusz:** A hajnali égen kereshető meg a keleti látóhatár közelében, láthatósága gyorsan javul. Fényessége  $0^m 7$ , átmérője  $16''$ .

**Uránusz:** Csaknem egész éjszaka látható a Vízöntő csillagképben. 9-én van szembenállásban.

**Neptunusz:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Bak csillagképben. Kora hajnalban nyugszik.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47.5$ 

## Naptár – október

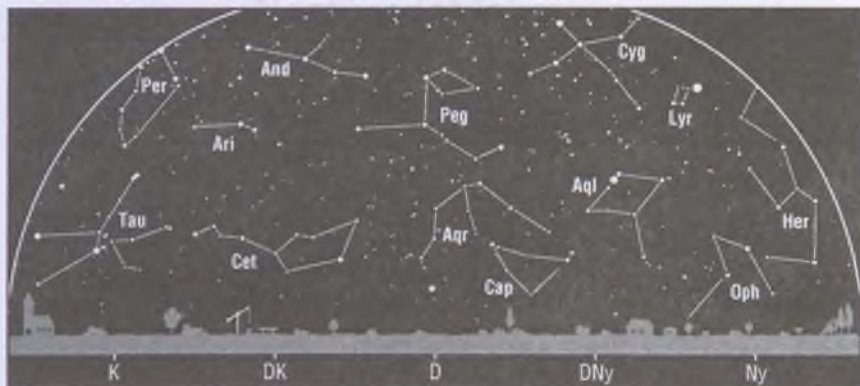
KÖZEI\*

dátum	Nap					Hold			fázis h m
	kel	delel	nyugszik	$h_d$	$E_t$	kel	delel	nyugszik	
	h m	h m	h m	°	m	h m	h m	h m	
40. hét									
1. h 274.	5*42	11*34	17*25	39.5	+10.1	19*45	3*24	12*02	☉
2. k 275.	5*44	11*33	17*23	39.2	+10.4	20*45	4*26	13*11	☉
3. sz 276.	5*45	11*33	17*21	38.8	+10.7	21*56	5*28	14*04	☉ 11*06
4. cs 277.	5*46	11*33	17*19	38.4	+11.0	23*11	6*26	14*42	☉
5. p 278.	5*48	11*33	17*17	38.0	+11.3	—	7*19	15*10	☉
6. sz 279.	5*49	11*32	17*15	37.6	+11.6	0*27	8*08	15*32	☉
7. v 280.	5*51	11*32	17*13	37.2	+11.9	1*40	8*52	15*49	☉
41. hét									
8. h 281.	5*52	11*32	17*11	36.8	+12.2	2*50	9*34	16*05	☉
9. k 282.	5*53	11*31	17*09	36.5	+12.5	3*58	10*15	16*19	☉
10. sz 283.	5*55	11*31	17*07	36.1	+12.8	5*04	10*55	16*33	☉
11. cs 284.	5*56	11*31	17*05	35.7	+13.0	6*11	11*35	16*48	☉ 6*01
12. p 285.	5*58	11*31	17*03	35.3	+13.3	7*18	12*16	17*05	☉
13. sz 286.	5*59	11*30	17*01	35.0	+13.6	8*26	13*00	17*26	☉
14. v 287.	6*00	11*30	16*59	34.6	+13.8	9*35	13*47	17*52	☉
42. hét									
15. h 288.	6*02	11*30	16*57	34.2	+14.0	10*41	14*36	18*27	☉
16. k 289.	6*03	11*30	16*55	33.8	+14.3	11*42	15*27	19*11	☉
17. sz 290.	6*05	11*29	16*53	33.5	+14.5	12*35	16*20	20*07	☉
18. cs 291.	6*06	11*29	16*52	33.1	+14.7	13*18	17*13	21*13	☉
19. p 292.	6*08	11*29	16*50	32.8	+14.9	13*51	18*05	22*26	☉ 9*33
20. sz 293.	6*09	11*29	16*48	32.4	+15.1	14*18	18*55	23*43	☉
21. v 294.	6*11	11*29	16*46	32.0	+15.2	14*40	19*45	—	☉
43. hét									
22. h 295.	6*12	11*29	16*44	31.7	+15.4	14*59	20*33	1*02	☉
23. k 296.	6*14	11*28	16*43	31.3	+15.5	15*17	21*22	2*22	☉
24. sz 297.	6*15	11*28	16*41	31.0	+15.7	15*35	22*13	3*44	☉
25. cs 298.	6*16	11*28	16*39	30.6	+15.8	15*55	23*07	5*09	☉
26. p 299.	6*18	11*28	16*37	30.3	+15.9	16*20	—	6*38	☉ 5*52
27. sz 300.	6*19	11*28	16*36	29.9	+16.1	16*52	0*05	8*09	☉
28. v 301.	6 21	11 28	16 34	29.6	+16.1	17 35	1*06	9 37	☉
44. hét									
29. h 302.	6 22	11 28	16 32	29.3	+16.2	18 32	2 11	10 54	☉
30. k 303.	6 24	11 28	16 31	28.9	+16.3	19 42	3 16	11 56	☉
31. sz 304.	6 25	11 28	16 29	28.6	+16.4	20 58	4 17	12 41	☉

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

## október

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 375	0 37 23	Malvin, Rómeó, Terézia
2.	2 454 376	0 41 20	Petra, Örs, Tamás
3.	2 454 377	0 45 17	Helga, Ignác, Mária, Terézia
4.	2 454 378	0 49 13	Ferenc, Aranka, Hajnalka
5.	2 454 379	0 53 10	Aurél, Attila, Pálma
6.	2 454 380	0 57 06	Brúnó, Renáta, Csaba
7.	2 454 381	1 01 03	Amália, Mária, Márk
8.	2 454 382	1 04 59	Koppány, Bettina, Brigitta, Etelka, Gitta, János, Mária
9.	2 454 383	1 08 56	Dénes, Abrahám, Ábris, Andor, Elemér, Sára
10.	2 454 384	1 12 52	Gedeon, Dániel, Ferenc, Lajos, Sámuel
11.	2 454 385	1 16 49	Brigitta, Andor, Sándor
12.	2 454 386	1 20 46	Miksa, Rezső
13.	2 454 387	1 24 42	Kálmán, Ede, Fatima, Fatime, Jakab
14.	2 454 388	1 28 39	Helén, Beatrix, Dominik, Domonkos, Livia
15.	2 454 389	1 32 35	Teréz, Aranka, Aurélia, Hedvig, Tekla, Terézia, Vilma
16.	2 454 390	1 36 32	Gál, Ambrus, Aranka, Aurélia, Gellért, Hedvig, Margit
17.	2 454 391	1 40 28	Hedvig, Alajos, Ignác, Margit, Rezső, Rudolf
18.	2 454 392	1 44 25	Lukács, Ambrus
19.	2 454 393	1 48 21	Nándor, Frida, Friderika, Laura, Pál, Péter
20.	2 454 394	1 52 18	Vendel, Cintia, Irén, Irina
21.	2 454 395	1 56 15	Orsolya, Klementina, Zsolt
22.	2 454 396	2 00 11	Előd, Korinna
23.	2 454 397	2 04 08	<b>Nemzeti ünnep</b> ; Gyöngyi, Gyöngyvér, Ignác, János
24.	2 454 398	2 08 04	Salamon, Rafael, Ráhel
25.	2 454 399	2 12 01	Blanka, Bianka, János, Margit
26.	2 454 400	2 15 57	Dömötör, Amanda, Ametiszt, Armand
27.	2 454 401	2 19 54	Szabina
28.	2 454 402	2 23 50	Simon, Szimonetta, Alfréd
29.	2 454 403	2 27 47	Nárcisz, Melinda
30.	2 454 404	2 31 44	Alfonz, Fanni, Kolos, Stefánia
31.	2 454 405	2 35 40	Farkas, Kristóf



## Az esti égbolt

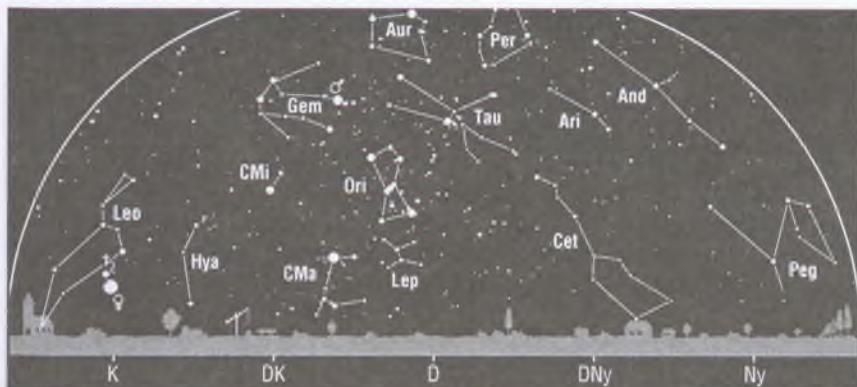
Hold 12-től 26-ig, Merkúr 18-ig, Mars késő este, Jupiter, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj.

*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\vartheta$  Ser,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nylthalmazok:*  $h$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbhalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri).

## Csillagászati események

2. 20<sup>h</sup> A Mars 3<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
3. 11<sup>h</sup> Utolsó negyed.
7. 03<sup>h</sup> A Vénusz 3<sup>o</sup>1-kal délre a Holdtól.
7. 07<sup>h</sup> A Regulus 0<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól, fedés.
7. 18<sup>h</sup> A Szaturnusz 2<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
9. 12<sup>h</sup> A Vénusz 2<sup>o</sup>8-kal délre a Regulustól.
11. 06<sup>h</sup> Újhold.
13. 02<sup>h</sup> A Merkúr 1<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
15. 15<sup>h</sup> A Vénusz 2<sup>o</sup>9-kal délre a Szaturnusztól.
16. 06<sup>h</sup> A Jupiter 5<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól.
19. 10<sup>h</sup> Első negyed.
21. 05<sup>h</sup> A Neptunusz 1<sup>o</sup>7-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
23. 04<sup>h</sup> Az Uránusz 1<sup>o</sup>4-kal délre a Holdtól.
24. 01<sup>h</sup> A Merkúr alsó együttállásban.
26. 06<sup>h</sup> Telehold.
28. 16<sup>h</sup> A Vénusz legnagyobb nyugati kitérésben (46<sup>o</sup>).
30. 19<sup>h</sup> A Mars 2<sup>o</sup>4-kal délre a Holdtól.
31. 04<sup>h</sup> A Merkúr 3<sup>o</sup>2-kal északra a Spicától.





## A hajnali égbolt

Hold 10-ig és 26-tól, Vénusz, Mars, Szaturnusz. Orionidák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** A hónap elején csak fél órával nyugszik a Nap után, és megfigyelhetősége tovább romlik. 24-én van alsó együttállásban a Nappal.

**Vénusz:** Hajnalban a keleti égbolt feltűnő égitestje. A hó elején három és fél órával, végén négy órával kel a Nap előtt. 28-án van legnagyobb nyugati kitérésben,  $46^\circ$ -ra a Naptól. Fényessége  $-4^m5$ -ről  $-4^m3$ -ra, átmérője  $36''$ -ról  $24''$ -re csökken, fázisa 0.31-ről 0.50-ra nő.

**Mars:** Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható az Ikrek csillagképben. Fényessége  $0^m0$ -ról  $-0^m5$ -ra, átmérője  $9'.5$ -ről  $12''$ -re nő.

**Jupiter:** Napnyugta után látható a nyugati látóhatár közelében a Kígyótartó csillagképben. Kora este nyugszik. Fényessége  $-1^m9$ , átmérője  $34''$ .

**Szaturnusz:** Kora hajnalban kel. A hajnali égen látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége  $0^m8$ , átmérője  $17''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka nagy részében megfigyelhető a Vízöntő csillagképben. Kora hajnalban nyugszik.

**Neptunusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Bak csillagképben. Éjfél után nyugszik.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

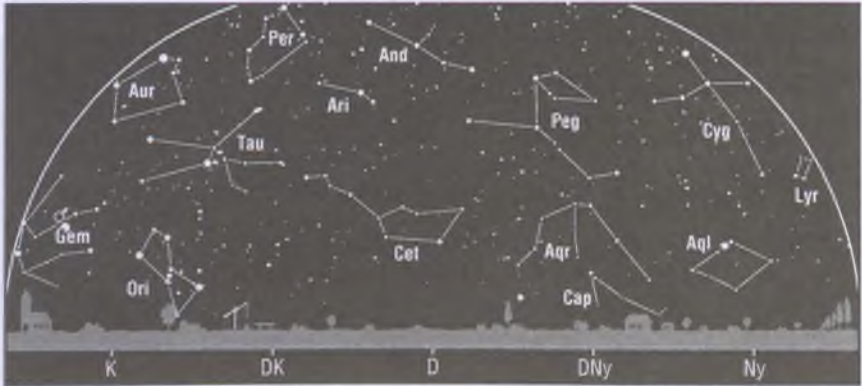
## Naptár – november

KÖZEI

dátum	Nap				Hold			fázis h m	
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_1$ m	kel h m	delel h m		nyugszik h m
44. hét									
1. cs 305.	6 27	11 28	16 28	28.3	+16.4	22 16	5 14	13 13	☉ 22 18
2. p 306.	6 28	11 28	16 26	27.9	+16.4	23 30	6 05	13 37	☉
3. sz 307.	6 30	11 28	16 25	27.6	+16.4	—	6 51	13 56	☉
4. v 308.	6 31	11 28	16 23	27.3	+16.4	0 41	7 34	14 12	☉
45. hét									
5. h 309.	6 33	11 28	16 22	27.0	+16.4	1 50	8 15	14 26	☉
6. k 310.	6 35	11 28	16 20	26.7	+16.4	2 56	8 54	14 40	☉
7. sz 311.	6 36	11 28	16 19	26.4	+16.4	4 02	9 34	14 55	☉
8. cs 312.	6 38	11 28	16 17	26.1	+16.3	5 09	10 15	15 11	☉
9. p 313.	6 39	11 28	16 16	25.8	+16.2	6 16	10 58	15 31	☉
10. sz 314.	6 41	11 28	16 15	25.5	+16.2	7 25	11 44	15 56	☉ 0 03
11. v 315.	6 42	11 28	16 13	25.3	+16.1	8 32	12 32	16 28	☉
46. hét									
12. h 316.	6 44	11 28	16 12	25.0	+16.0	9 35	13 23	17 10	☉
13. k 317.	6 45	11 28	16 11	24.7	+15.8	10 30	14 15	18 02	☉
14. sz 318.	6 47	11 28	16 10	24.4	+15.7	11 15	15 08	19 04	☉
15. cs 319.	6 48	11 29	16 09	24.2	+15.5	11 51	15 59	20 14	☉
16. p 320.	6 50	11 29	16 07	23.9	+15.4	12 20	16 49	21 28	☉
17. sz 321.	6 51	11 29	16 06	23.7	+15.2	12 42	17 37	22 43	☉ 23 33
18. v 322.	6 52	11 29	16 05	23.4	+15.0	13 02	18 24	23 59	☉
47. hét									
19. h 323.	6 54	11 29	16 04	23.2	+14.8	13 19	19 11	—	☉
20. k 324.	6 55	11 30	16 03	22.9	+14.6	13 37	19 59	1 17	☉
21. sz 325.	6 57	11 30	16 02	22.7	+14.3	13 55	20 49	2 38	☉
22. cs 326.	6 58	11 30	16 01	22.5	+14.1	14 17	21 44	4 02	☉
23. p 327.	7 00	11 30	16 01	22.3	+13.8	14 45	22 44	5 31	☉
24. sz 328.	7 01	11 31	16 00	22.1	+13.6	15 22	23 48	7 01	☉ 15 30
25. v 329.	7 02	11 31	15 59	21.9	+13.3	16 13	—	8 26	☉
48. hét									
26. h 330.	7 04	11 31	15 58	21.7	+13.0	17 19	0 54	9 37	☉
27. k 331.	7 05	11 31	15 58	21.5	+12.7	18 36	2 00	10 32	☉
28. sz 332.	7 06	11 32	15 57	21.3	+12.3	19 57	3 01	11 11	☉
29. cs 333.	7 08	11 32	15 56	21.1	+12.0	21 15	3 56	11 39	☉
30. p 334.	7 09	11 33	15 56	21.0	+11.7	22 29	4 46	12 00	☉

## november

nap	Julían dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 406	2 39 37	<b>Mindenszentek;</b> Marianna, <i>Benigna</i>
2.	2 454 407	2 43 33	Achilles, <i>Viktor</i>
3.	2 454 408	2 47 30	Gyöző, <i>Bálint, Ida, Szilvia, Valentin</i>
4.	2 454 409	2 51 26	Károly, <i>Karola, Karolina, Sarolta</i>
5.	2 454 410	2 55 23	Imre
6.	2 454 411	2 59 19	Lénárd
7.	2 454 412	3 03 16	Rezső, <i>Erő, Karina, Rudolf</i>
8.	2 454 413	3 07 13	Zsombor, <i>Kolos</i>
9.	2 454 414	3 11 09	Tivadar, <i>Tihamér</i>
10.	2 454 415	3 15 06	Réka, <i>András, Ariel, Tünde</i>
11.	2 454 416	3 19 02	Márton, <i>Martin</i>
12.	2 454 417	3 22 59	Jónás, Renátó, <i>Emil, Krisztián, Levente, Tihamér</i>
13.	2 454 418	3 26 55	Szilvia, <i>Jenő, Miklós</i>
14.	2 454 419	3 30 52	Aliz, <i>Klementina, Vanda</i>
15.	2 454 420	3 34 48	Albert, Lipót, <i>Dezső, Richárd</i>
16.	2 454 421	3 38 45	Ödön, <i>Ágnes, Alfréd, Gertrúd, Margit, Péter</i>
17.	2 454 422	3 42 42	Hortenzia, <i>Gergő, Ede, Gergely, György, Hilda, Ildikó</i>
18.	2 454 423	3 46 38	Jenő, <i>Jolán, Ottó, Péter</i>
19.	2 454 424	3 50 35	Erzsébet
20.	2 454 425	3 54 31	Jolán, <i>Amália, Ödön, Zoltán, Zsolt</i>
21.	2 454 426	3 58 28	Olivér, <i>Amália, Mária</i>
22.	2 454 427	4 02 24	Cecília, <i>Csilla, Mária</i>
23.	2 454 428	4 06 21	Kelemen, <i>Klementina, Dániel</i>
24.	2 454 429	4 10 17	Emma, <i>Flóra, János, Virág</i>
25.	2 454 430	4 14 14	Katalin, <i>Karina, Katarina, Katica, Katinka, Kitti, Liza</i>
26.	2 454 431	4 18 11	Virág, <i>Lénárd, Péter, Szilveszter</i>
27.	2 454 432	4 22 07	Virgil, <i>Jakab</i>
28.	2 454 433	4 26 04	Stefánia, <i>Jakab</i>
29.	2 454 434	4 30 00	Taksony
30.	2 454 435	4 33 57	András, <i>Andor, Amália, Endre</i>

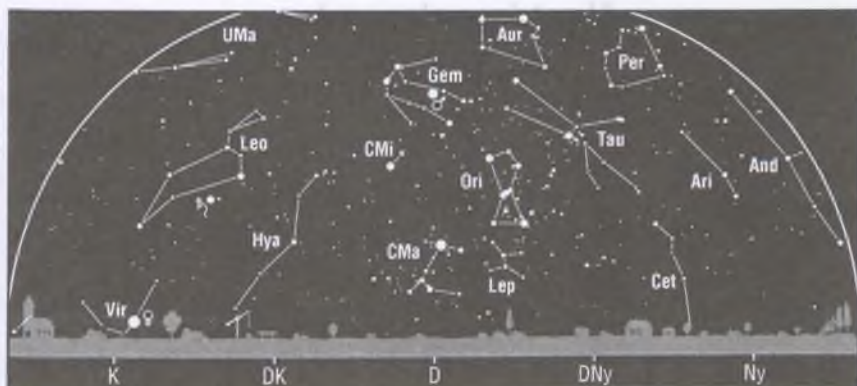


## Az esti égbolt

Hold 10-től 24-ig, Mars késő este, Jupiter, Uránusz, Neptunusz. Tauridák meteorraj.  
*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\zeta$  Lyr,  $\beta$  Lyr,  $\beta$  Cyg,  $\gamma$  Del. *Nyílthalmazok:*  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur). *Gömbthalmazok:* M15 (Peg), M2 (Aqr). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M57 (Gyűrűs-köd, Lyr), M27 (Súlyzó-köd, Vul). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet).

## Csillagászati események

1. 22<sup>h</sup> Utolsó negyed.
3. 18<sup>h</sup> A Merkúr 3<sup>o</sup>9-kal északra a Spicától.
4. 03<sup>h</sup> A Szaturnusz 2<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól.
5. 21<sup>h</sup> A Vénusz 3<sup>o</sup>8-kal északra a Holdtól.
8. 22<sup>h</sup> A Merkúr legnagyobb nyugati kitérésben (19').
9. 16<sup>h</sup> A Ceres szembenállásban.
10. 00<sup>h</sup> Újhold.
12. 23<sup>h</sup> A Jupiter 5<sup>o</sup>4-kal északra a Holdtól.
17. 11<sup>h</sup> A Neptunusz 1<sup>o</sup>9-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
18. 00<sup>h</sup> Első negyed.
19. 11<sup>h</sup> Az Uránusz 1<sup>o</sup>1-kal délre a Holdtól.
24. 15<sup>h</sup> Telehold.
27. 08<sup>h</sup> A Mars 0<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
28. 23<sup>h</sup> A Vénusz 4<sup>o</sup>2-kal északra a Spicától.



## A hajnali égbolt

Hold 8-ig és 24-től, Merkúr, Vénusz, Mars, Szaturnusz. Leonidák meteorraj.

## A bolygók

**Merkúr:** Az év folyamán a hónap első fele a legkedvezőbb időszak a bolygó hajnali megfigyelésére. 8-án van legnagyobb nyugati kitérésben,  $19^{\circ}$ -ra a Naptól. Ekkor egy és háromnegyed órával kel a Nap előtt.

**Vénusz:** A hajnali égbolt legfeltűnőbb égitestje. Négy órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4^m3$ -ról  $-4^m1$ -ra, átmérője  $24''$ -ről  $18''$ -re csökken, fázisa 0.50-ről 0.64-ra nő.

**Mars:** Az esti órákban kel, az éjszaka nagy részében látható az Ikrék csillagképben. Fényessége  $-0^m5$ -ről  $-1^m2$ -ra, átmérője  $12''$ -ről  $15''$ -re nő.

**Jupiter:** Napnyugta után még megkereshető a nyugati látóhatár közelében, láthatósága romlik. A hó elején két órával, a végén már csak egy órával nyugszik a Nap után. Fényessége  $-1^m8$ , átmérője  $32''$ .

**Szaturnusz:** Éjfél körül kel. Az éjszaka második felében látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége  $0^m8$ , átmérője  $18''$ .

**Uránusz:** Az éjszaka első felében figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél után nyugszik.

**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg a Bak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik.



$\lambda = 19^\circ$ ,  $\varphi = 47^\circ 5'$ 

## Naptár – december

KÖZEI

dátum	Nap					Hold				fázis h m
	kel h m	delel h m	nyugszik h m	$h_d$ °	$E_t$ m	kel h m	delel h m	nyugszik h m		
48. hét										
1. sz 335.	7 10	11 33	15 55	20.8	+11.3	23 40	5 31	12 17	☉	13 44
2. v 336.	7 11	11 33	15 55	20.6	+10.9	—	6 13	12 32	☉	
49. hét										
3. h 337.	7 13	11 34	15 54	20.5	+10.5	0 47	6 53	12 47	☉	
4. k 338.	7 14	11 34	15 54	20.4	+10.1	1 53	7 33	13 01	☉	
5. sz 339.	7 15	11 34	15 54	20.2	+9.7	3 00	8 14	13 17	☉	
6. cs 340.	7 16	11 35	15 53	20.1	+9.3	4 07	8 56	13 36	☉	
7. p 341.	7 17	11 35	15 53	20.0	+8.9	5 15	9 41	13 59	☉	
8. sz 342.	7 18	11 36	15 53	19.9	+8.5	6 22	10 28	14 29	☉	
9. v 343.	7 19	11 36	15 53	19.8	+8.0	7 27	11 19	15 08	☉	18 40
50. hét										
10. h 344.	7 20	11 37	15 53	19.6	+7.6	8 25	12 11	15 57	☉	
11. k 345.	7 21	11 37	15 53	19.6	+7.1	9 14	13 04	16 58	☉	
12. sz 346.	7 22	11 38	15 53	19.5	+6.7	9 53	13 56	18 06	☉	
13. cs 347.	7 23	11 38	15 53	19.4	+6.2	10 23	14 46	19 19	☉	
14. p 348.	7 24	11 38	15 53	19.3	+5.7	10 47	15 35	20 33	☉	
15. sz 349.	7 25	11 39	15 53	19.3	+5.3	11 07	16 21	21 47	☉	
16. v 350.	7 25	11 39	15 53	19.2	+4.8	11 24	17 06	23 02	☉	
51. hét										
17. h 351.	7 26	11 40	15 54	19.2	+4.3	11 41	17 52	—	☉	11 18
18. k 352.	7 27	11 40	15 54	19.1	+3.8	11 58	18 40	0 19	☉	
19. sz 353.	7 28	11 41	15 54	19.1	+3.3	12 18	19 30	1 38	☉	
20. cs 354.	7 28	11 41	15 55	19.1	+2.8	12 41	20 25	3 01	☉	
21. p 355.	7 29	11 42	15 55	19.1	+2.3	13 13	21 26	4 28	☉	
22. sz 356.	7 29	11 42	15 56	19.1	+1.8	13 56	22 30	5 54	☉	
23. v 357.	7 30	11 43	15 56	19.1	+1.3	14 54	23 37	7 12	☉	
52. hét										
24. h 358.	7 30	11 43	15 57	19.1	+0.8	16 06	—	8 16	☉	2 16
25. k 359.	7 30	11 44	15 57	19.1	+0.3	17 28	0 41	9 03	☉	
26. sz 360.	7 31	11 44	15 58	19.1	-0.1	18 50	1 40	9 36	☉	
27. cs 361.	7 31	11 45	15 59	19.1	-0.6	20 08	2 34	10 01	☉	
28. p 362.	7 31	11 45	15 59	19.2	-1.1	21 23	3 23	10 21	☉	
29. sz 363.	7 32	11 46	16 00	19.3	-1.6	22 33	4 07	10 37	☉	
30. v 364.	7 32	11 46	16 01	19.3	-2.1	23 41	4 49	10 52	☉	
53. hét										
31. h 365.	7 32	11 47	16 02	19.4	-2.6	—	5 30	11 07	☉	8 51

## december

nap	Julián dátum 12 <sup>h</sup> UT	$\vartheta_{gr}$ 0 <sup>h</sup> UT h m s	névnapok
1.	2 454 436	4 37 53	Elza, <i>Arnold, Blanka, Ede, Natália, Natasa, Oszkár</i>
2.	2 454 437	4 41 50	Melinda, Vivien, <i>Aranka, Aurélia, Dénes</i>
3.	2 454 438	4 45 46	Ferenc, Olívia
4.	2 454 439	4 49 43	Borbála, Barbara, <i>Boróka, Péter</i>
5.	2 454 440	4 53 40	Vilma, <i>Abel, Csaba, Csanád, Dalma</i>
6.	2 454 441	4 57 36	Miklós, <i>Nikolett, Nikoletta</i>
7.	2 454 442	5 01 33	Ambrus
8.	2 454 443	5 05 29	Mária, <i>Emőke, Mátyás</i>
9.	2 454 444	5 09 26	Natália, <i>Abel, Georgina, György, Györgyi, Péter, Valéria</i>
10.	2 454 445	5 13 22	Judit, <i>Lívía, Loretta</i>
11.	2 454 446	5 17 19	Árpád, <i>Dániel</i>
12.	2 454 447	5 21 15	Gabriella, <i>Franciska, Johanna</i>
13.	2 454 448	5 25 12	Luca, <i>Otília, Éda, Elza, Lúcia</i>
14.	2 454 449	5 29 09	Szilárda
15.	2 454 450	5 33 05	Valér, <i>Dezső, Mária</i>
16.	2 454 451	5 37 02	Etelka, <i>Aletta, Alida, Beáta, Tihamér</i>
17.	2 454 452	5 40 58	Lázár, Olimpia
18.	2 454 453	5 44 55	Augusztá, <i>Dezső, Mária</i>
19.	2 454 454	5 48 51	Viola
20.	2 454 455	5 52 48	Teofil, <i>Ignác, Krisztián</i>
21.	2 454 456	5 56 44	Tamás, <i>Péter</i>
22.	2 454 457	6 00 41	Zénó, <i>Anikó</i>
23.	2 454 458	6 04 38	Viktória
24.	2 454 459	6 08 34	Ádám, Éva, <i>Adél, Alinka, Ervin, Hermina, Noémi</i>
25.	2 454 460	6 12 31	<b>Karácsony</b> ; Eugénia, <i>Anasztázia</i>
26.	2 454 461	6 16 27	<b>Karácsony</b> ; István, <i>Dénes, Előd, Stefánia</i>
27.	2 454 462	6 20 24	János
28.	2 454 463	6 24 20	Kamilla, <i>Ármin, Gáspár</i>
29.	2 454 464	6 28 17	Tamás, <i>Tamara, Dávid, Gáspár</i>
30.	2 454 465	6 32 13	Dávid, <i>Dénes, Hunor, Margit, Zalán</i>
31.	2 454 466	6 36 10	Szilveszter, <i>Darinka, Katalin, Kitti, Melánia</i>



## Az esti égbolt

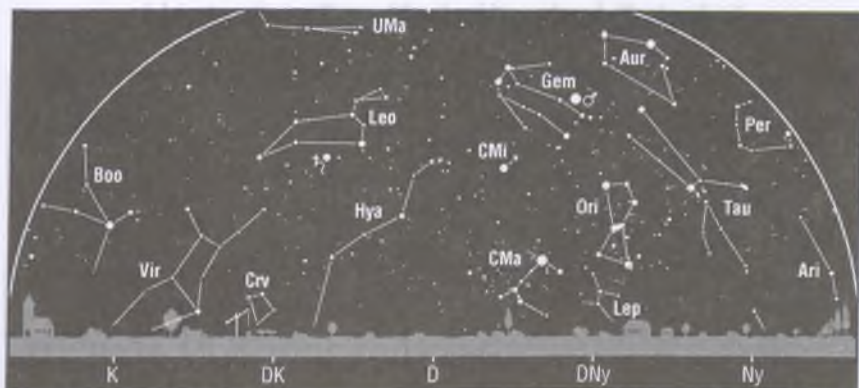
Hold 10-től 24-ig, Mars, Jupiter 10-ig, Uránusz, Neptunusz. Geminidák meteorraj.

*Kettőscsillagok:*  $\gamma$  And,  $\sigma$  Ori. *Nyílthalmazok:*  $\eta$  és  $\chi$  Per, M45 (Plejádok, Tau), M38 (Aur), M36 (Aur), M37 (Aur), M35 (Gem). *Gömbhalmazok:* M15 (Peg), M79 (Lep). *Gázködök:* M1 (Rák-köd, Tau), M42–43 (Orion-köd, Ori). *Galaxisok:* M32 (And), M31 (Androméda-köd, And), M33 (Tri), M77 (Cet), M81–82 (UMa).

## Csillagászati események

- 1. 14<sup>h</sup> Utolsó negyed.
- 1. 15<sup>h</sup> A Szaturnusz 3<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól.
- 7. 21<sup>h</sup> A Merkúr 4<sup>o</sup>2-kal északra az Antarestől.
- 9. 09<sup>h</sup> A Merkúr 5<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól.
- 9. 19<sup>h</sup> Újhold.
- 10. 17<sup>h</sup> A Jupiter 5<sup>o</sup>3-kal északra a Holdtól.
- 14. 20<sup>h</sup> A Neptunusz 1<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól (hazánkból nem látható fedés).
- 16. 20<sup>h</sup> Az Uránusz 1<sup>o</sup>9-kal délre a Holdtól.
- 17. 11<sup>h</sup> Első negyed.
- 17. 16<sup>h</sup> A Merkúr felső együttállásban.
- 19. 01<sup>h</sup> A Mars földközeli.
- 21. 01<sup>h</sup> A Plútó együttállásban a Nappal.
- 22. 07<sup>h</sup> 08<sup>m</sup> Napforduló.
- 23. 07<sup>h</sup> A Jupiter együttállásban a Nappal.
- 24. 02<sup>h</sup> Telehold.
- 24. 05<sup>h</sup> A Mars 0<sup>o</sup>3-kal délre a Holdtól, fedés.
- 24. 21<sup>h</sup> A Mars szembenállásban.
- 28. 22<sup>h</sup> A Szaturnusz 3<sup>o</sup>2-kal északra a Holdtól.
- 31. 09<sup>h</sup> Utolsó negyed.





## A hajnali égbolt

Hold 8-ig és 24-től, Vénusz, Mars kora hajnalban, Szaturnusz.

## A bolygók

**Merkúr:** Ez a hónap nem alkalmas a bolygó megfigyelésére. 17-én van felső együttállásban a Nappal.

**Vénusz:** A hajnali égbolt legfeltűnőbb égitestje. A hó elején négy órával, végén három órával kel a Nap előtt. Fényessége  $-4^m1$ -ről  $-3^m9$ -ra, átmérője  $18''$ -ről  $15''$ -re csökken, fázisa 0.64-ről 0.75-ra nő.

**Mars:** Kora este kel, egész éjszaka látható az Ikrek csillagképben. 24-én van szembenállásban. Fényessége  $-1^m2$ -ről  $-1^m6$ -ra, átmérője  $15''$ -ről  $16''$ -re nő.

**Jupiter:** A hónap első napjaiban még megkereshető az esti szürkületben. Ekkor egy órával nyugszik a Nap után. 23-án már együttállásban van a Nappal. Fényessége  $-1^m8$ , átmérője  $32''$ .

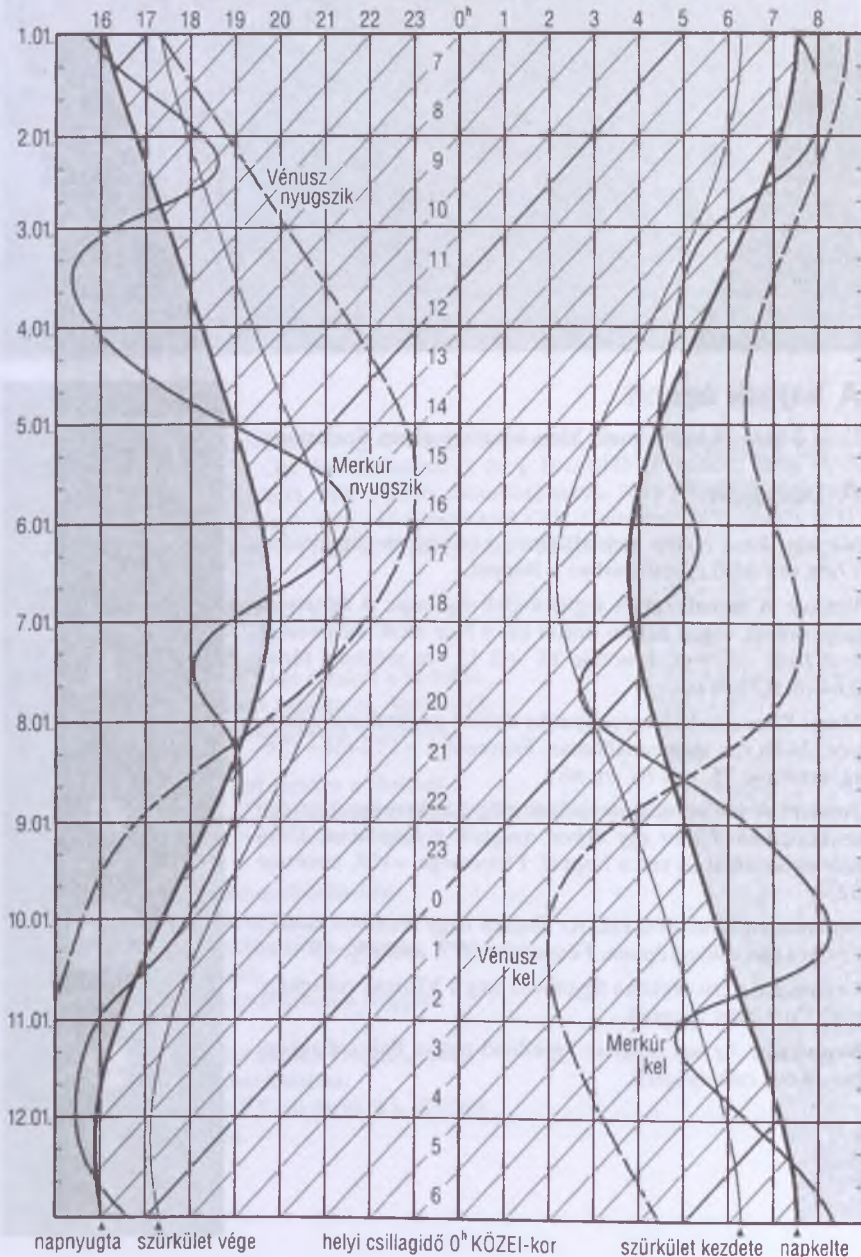
**Szaturnusz:** Késő este kel. Az éjszaka nagy részében látható az Oroszlán csillagképben. Fényessége  $0^m7$ , átmérője  $19''$ .

**Uránusz:** Az esti órákban figyelhető meg a Vízöntő csillagképben. Éjfél előtt nyugszik.

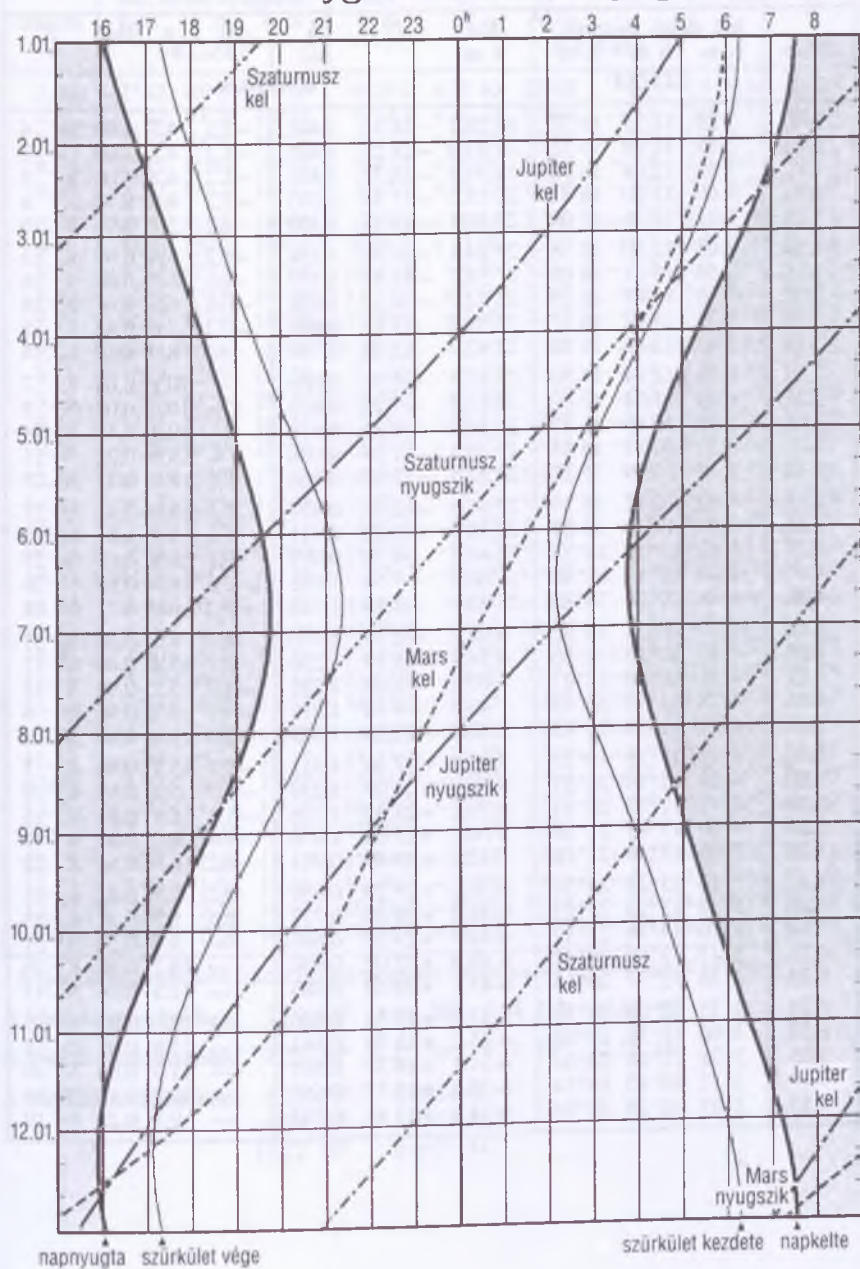
**Neptunusz:** Az esti órákban figyelhető meg a Bak csillagképben. Késő este nyugszik.



# A belső bolygók kelése és nyugvása



## A külső bolygók kelése és nyugvása



## Merkúr

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D ° '	$\Delta$ AU	m	$\varnothing$ "	fázis	E "
	h m	h m	h m							
KÖZEI*				0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	7 29	11 33	15 37	18 28.7	-24 45	1.440	-1.1	4.7	1.00	Ny 4
1.06.	7 43	11 49	15 55	19 03.9	-24 27	1.437	-1.2	4.7	1.00	D 2
1.11.	7 53	12 04	16 16	19 39.4	-23 32	1.418	-1.2	4.7	1.00	K 3
1.16.	8 00	12 20	16 42	20 15.0	-21 59	1.383	-1.2	4.9	0.98	K 6
1.21.	8 03	12 36	17 09	20 50.1	-19 47	1.330	-1.2	5.1	0.96	K 9
1.26.	8 03	12 50	17 38	21 24.1	-16 59	1.254	-1.2	5.4	0.90	K 13
1.31.	7 58	13 01	18 06	21 55.7	-13 42	1.153	-1.1	5.8	0.81	K 16
2.05.	7 48	13 07	18 28	22 22.2	-10 13	1.028	-0.8	6.5	0.64	K 18
2.10.	7 32	13 04	18 37	22 39.5	-7 11	0.889	-0.3	7.6	0.42	K 18
2.15.	7 07	12 46	18 25	22 42.9	-5 24	0.760	—	8.9	0.19	K 14
2.20.	6 36	12 14	17 50	22 31.3	-5 31	0.669	—	10.1	0.04	K 7
2.25.	6 05	11 34	17 02	22 11.5	-7 16	0.633	—	10.6	0.02	Ny 5
3.02.	5 39	10 59	16 17	21 54.9	-9 30	0.648	—	10.4	0.10	Ny 14
3.07.	5 21	10 33	15 45	21 48.4	-11 15	0.698	—	9.6	0.22	Ny 21
3.12.	5 10	10 19	15 27	21 52.5	-12 07	0.764	0.5	8.8	0.34	Ny 25
3.17.	5 02	10 12	15 21	22 04.6	-12 07	0.837	0.3	8.0	0.45	Ny 27
3.22.	4 57	10 10	15 24	22 22.5	-11 22	0.911	0.2	7.4	0.53	Ny 28
3.27.	4*52	10*12	15*33	22 44.2	-9 56	0.983	0.1	6.8	0.60	Ny 27
4.01.	4*48	10*17	15*48	23 08.8	-7 54	1.052	-0.0	6.4	0.67	Ny 26
4.06.	4*44	10*24	16*07	23 35.5	-5 19	1.118	-0.2	6.0	0.72	Ny 24
4.11.	4*39	10*34	16*30	0 04.2	-2 15	1.180	-0.4	5.7	0.78	Ny 21
4.16.	4*35	10*45	16*56	0 34.9	+1 15	1.236	-0.7	5.4	0.84	Ny 17
4.21.	4*31	10*58	17*27	1 07.8	+5 08	1.283	-1.0	5.2	0.90	Ny 13
4.26.	4*28	11*15	18*03	1 43.5	+9 18	1.317	-1.5	5.1	0.96	Ny 8
5.01.	4*27	11*34	18*43	2 22.2	+13 34	1.329	-2.0	5.1	1.00	Ny 3
5.06.	4*29	11*56	19*25	3 03.7	+17 38	1.311	-2.1	5.1	0.99	K 3
5.11.	4*34	12*19	20*07	3 46.8	+21 07	1.259	-1.7	5.3	0.92	K 9
5.16.	4*42	12*42	20*44	4 29.1	+23 39	1.176	-1.1	5.7	0.81	K 15
5.21.	4*52	13*01	21*10	5 08.2	+25 08	1.076	-0.6	6.2	0.67	K 19
5.26.	5*03	13*15	21*26	5 42.2	+25 39	0.971	-0.2	6.9	0.54	K 22
5.31.	5*13	13*22	21*31	6 10.2	+25 23	0.870	0.2	7.7	0.42	K 23
6.05.	5*19	13*23	21*25	6 31.2	+24 34	0.777	0.6	8.7	0.32	K 23
6.10.	5*20	13*16	21*10	6 44.7	+23 23	0.696	—	9.7	0.22	K 21
6.15.	5*13	13*00	20*47	6 49.9	+22 02	0.630	—	10.7	0.14	K 18
6.20.	4*58	12*37	20*16	6 47.1	+20 42	0.583	—	11.5	0.06	K 13
6.25.	4*35	12*08	19*40	6 37.6	+19 35	0.560	—	12.0	0.02	K 7
6.30.	4*06	11*36	19*05	6 25.2	+18 50	0.564	—	11.9	0.01	D 5
7.05.	3*38	11*06	18*34	6 14.7	+18 37	0.597	—	11.3	0.04	Ny 10
7.10.	3*12	10*43	18*14	6 10.4	+18 57	0.657	—	10.2	0.12	Ny 16
7.15.	2*53	10*28	18*04	6 14.9	+19 43	0.743	—	9.1	0.22	Ny 19

dátum	kel, delel, nyugszik			RA	D	$\Delta$	m	$\sigma$	fázis	E
	h m	h m	h m							
KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor							
7.20.	2*42	10*23	18*05	6 29.0	+20 40	0.848	0.3	7.9	0.36	Ny 20
7.25.	2*42	10*28	18*15	6 52.5	+21 29	0.968	-0.3	7.0	0.52	Ny 20
7.30.	2*53	10*41	18*29	7 24.7	+21 46	1.091	-0.8	6.2	0.69	Ny 17
8.04.	3*15	11*01	18*45	8 03.6	+21 09	1.202	-1.4	5.6	0.84	Ny 13
8.09.	3*47	11*23	18*57	8 45.7	+19 28	1.288	-1.8	5.2	0.95	Ny 8
8.14.	4*24	11*45	19*05	9 27.5	+16 48	1.341	-2.0	5.0	1.00	É 3
8.19.	5*00	12*05	19*07	10 06.8	+13 28	1.363	-1.7	4.9	0.99	K 4
8.24.	5*34	12*21	19*06	10 42.8	+9 46	1.361	-1.3	4.9	0.96	K 8
8.29.	6*04	12*34	19*01	11 15.7	+5 56	1.342	-0.9	5.0	0.93	K 12
9.03.	6*32	12*44	18*55	11 46.0	+2 06	1.310	-0.6	5.1	0.89	K 16
9.08.	6*56	12*52	18*47	12 14.2	-1 37	1.267	-0.4	5.3	0.85	K 19
9.13.	7*19	12*59	18*38	12 40.6	-5 10	1.216	-0.3	5.5	0.80	K 22
9.18.	7*38	13*04	18*28	13 05.3	-8 28	1.157	-0.2	5.8	0.75	K 24
9.23.	7*55	13*07	18*17	13 28.3	-11 27	1.089	-0.1	6.2	0.69	K 25
9.28.	8*08	13*07	18*06	13 48.9	-14 03	1.014	-0.0	6.6	0.62	K 26
10.03.	8*15	13*05	17*53	14 06.3	-16 07	0.931	0.1	7.2	0.53	K 26
10.08.	8*13	12*56	17*39	14 18.4	-17 27	0.844	0.2	8.0	0.42	K 24
10.13.	7*58	12*39	17*21	14 22.1	-17 41	0.760	0.6	8.9	0.27	K 20
10.18.	7*22	12*10	17*00	14 14.1	-16 22	0.693	—	9.7	0.11	K 13
10.23.	6*29	11*31	16*36	13 55.2	-13 18	0.667	—	10.1	0.01	D 3
10.28.	5 33	10 53	16 14	13 35.6	-9 39	0.708	—	9.5	0.06	Ny 9
11.02.	4 59	10 28	15 58	13 28.8	-7 36	0.810	0.2	8.3	0.27	Ny 16
11.07.	4 50	10 18	15 46	13 37.8	-7 50	0.942	-0.4	7.1	0.51	Ny 19
11.12.	4 59	10 19	15 39	13 57.8	-9 40	1.072	-0.8	6.3	0.69	Ny 19
11.17.	5 17	10 26	15 33	14 23.7	-12 15	1.185	-0.9	5.7	0.82	Ny 17
11.22.	5 40	10 35	15 29	14 52.5	-15 01	1.275	-0.9	5.3	0.90	Ny 14
11.27.	6 04	10 46	15 27	15 23.1	-17 40	1.344	-0.9	5.0	0.94	Ny 11
12.02.	6 28	10 58	15 27	15 54.7	-20 02	1.394	-1.0	4.8	0.97	Ny 9
12.07.	6 52	11 11	15 29	16 27.3	-22 02	1.427	-1.0	4.7	0.99	Ny 6
12.12.	7 14	11 25	15 35	17 00.7	-23 34	1.445	-1.1	4.7	1.00	Ny 3
12.17.	7 35	11 39	15 43	17 34.9	-24 37	1.449	-1.2	4.6	1.00	D 1
12.22.	7 53	11 54	15 56	18 09.7	-25 07	1.439	-1.1	4.7	1.00	K 3
12.27.	8 08	12 10	16 13	18 45.0	-25 01	1.414	-1.1	4.8	0.99	K 6
1.01.	8 19	12 26	16 33	19 20.4	-24 19	1.372	-1.1	4.9	0.97	K 9

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

**A Merkúr napközben:** 2.09. 21<sup>h</sup> 5.08. 20<sup>h</sup> 8.04. 19<sup>h</sup> 10.31. 19<sup>h</sup>

**A Merkúr naptávolban:** 3.25. 20<sup>h</sup> 6.21. 20<sup>h</sup> 9.17. 19<sup>h</sup> 12.14. 18<sup>h</sup>

**A Merkúr földközben:** 2.25. 19<sup>h</sup> 0.6324 AU

6.26. 20<sup>h</sup> 0.5579 AU

10.22. 15<sup>h</sup> 0.6671 AU

## Vénusz

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D ° ′	$\Delta$ AU	m	$\varnothing$ "	fázis	E °
	h m	h m	h m							
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	8 38	12 57	17 16	19 53.3	-22 15	1.622	-3.7	10.3	0.96	K 16
1.06.	8 38	13 04	17 30	20 19.7	-21 02	1.608	-3.7	10.4	0.96	K 17
1.11.	8 37	13 10	17 44	20 45.7	-19 35	1.593	-3.7	10.5	0.95	K 18
1.16.	8 33	13 15	17 58	21 11.1	-17 53	1.577	-3.7	10.6	0.95	K 19
1.21.	8 29	13 21	18 13	21 36.0	-15 58	1.561	-3.7	10.7	0.94	K 21
1.26.	8 23	13 25	18 28	22 00.3	-13 53	1.543	-3.7	10.8	0.93	K 22
1.31.	8 17	13 29	18 43	22 24.1	-11 38	1.524	-3.7	10.9	0.93	K 23
2.05.	8 10	13 33	18 57	22 47.5	-9 16	1.505	-3.7	11.1	0.92	K 24
2.10.	8 02	13 36	19 11	23 10.5	-6 48	1.484	-3.7	11.2	0.91	K 25
2.15.	7 53	13 39	19 26	23 33.2	-4 15	1.463	-3.7	11.4	0.90	K 26
2.20.	7 45	13 42	19 40	23 55.6	-1 39	1.440	-3.8	11.6	0.89	K 27
2.25.	7 36	13 44	19 54	0 17.9	+0 57	1.417	-3.8	11.8	0.88	K 29
3.02.	7 27	13 47	20 08	0 40.2	+3 34	1.392	-3.8	12.0	0.87	K 30
3.07.	7 18	13 49	20 22	1 02.4	+6 08	1.367	-3.8	12.2	0.86	K 31
3.12.	7 10	13 52	20 36	1 24.8	+8 40	1.340	-3.8	12.5	0.84	K 32
3.17.	7 01	13 55	20 50	1 47.4	+11 06	1.312	-3.8	12.7	0.83	K 33
3.22.	6 53	13 58	21 04	2 10.2	+13 26	1.283	-3.8	13.0	0.82	K 34
3.27.	6 46	14 01	21 18	2 33.3	+15 39	1.254	-3.8	13.3	0.80	K 35
4.01.	6 39	14 05	21 32	2 56.7	+17 41	1.223	-3.8	13.6	0.79	K 36
4.06.	6 34	14 09	21 46	3 20.5	+19 34	1.191	-3.9	14.0	0.77	K 37
4.11.	6 29	14 14	22 00	3 44.6	+21 14	1.158	-3.9	14.4	0.76	K 38
4.16.	6 25	14 19	22 13	4 09.1	+22 40	1.124	-3.9	14.8	0.74	K 39
4.21.	6 23	14 24	22 25	4 33.8	+23 52	1.089	-3.9	15.3	0.72	K 40
4.26.	6 23	14 29	22 36	4 58.7	+24 49	1.053	-3.9	15.8	0.70	K 41
5.01.	6 24	14 34	22 45	5 23.7	+25 29	1.017	-4.0	16.4	0.68	K 42
5.06.	6 27	14 39	22 52	5 48.6	+25 53	0.979	-4.0	17.0	0.66	K 42
5.11.	6 31	14 44	22 58	6 13.2	+26 00	0.941	-4.0	17.7	0.64	K 43
5.16.	6 36	14 49	23 01	6 37.5	+25 51	0.902	-4.1	18.5	0.62	K 44
5.21.	6 43	14 53	23 02	7 01.3	+25 26	0.863	-4.1	19.3	0.60	K 44
5.26.	6 51	14 56	23 00	7 24.4	+24 46	0.823	-4.1	20.3	0.57	K 45
5.31.	6 59	14 58	22 57	7 46.6	+23 52	0.783	-4.2	21.3	0.55	K 45
6.05.	7 07	15 00	22 52	8 07.9	+22 46	0.742	-4.2	22.5	0.52	K 45
6.10.	7 15	15 00	22 45	8 28.1	+21 29	0.702	-4.2	23.8	0.49	K 45
6.15.	7 22	14 59	22 36	8 47.1	+20 03	0.661	-4.3	25.2	0.46	K 45
6.20.	7 28	14 57	22 25	9 04.8	+18 30	0.621	-4.3	26.9	0.43	K 45
6.25.	7 33	14 53	22 13	9 20.9	+16 51	0.581	-4.4	28.7	0.40	K 44
6.30.	7 36	14 48	21 59	9 35.4	+15 09	0.542	-4.4	30.8	0.36	K 43
7.05.	7 38	14 41	21 43	9 48.1	+13 26	0.503	-4.4	33.2	0.33	K 42
7.10.	7 36	14 31	21 25	9 58.6	+11 45	0.466	-4.4	35.8	0.29	K 40
7.15.	7 32	14 19	21 06	10 06.7	+10 08	0.430	-4.5	38.8	0.25	K 38

dátum	kel, delel, nyugszik			RA	D	$\Delta$	m	$\varphi$	fázis	E
	h m	h m	h m							
KÖZEI*				0 <sup>h</sup> UT-kor						
7.20.	7*24	14*05	20*44	10 12.1	+8 38	0.397	-4.4	42.0	0.20	K 35
7.25.	7*12	13*47	20*21	10 14.2	+7 19	0.367	-4.4	45.5	0.16	K 31
7.30.	6*56	13*25	19*55	10 12.8	+6 17	0.340	-4.3	49.1	0.11	K 27
8.04.	6*34	13*00	19*26	10 07.6	+5 34	0.318	-4.2	52.6	0.07	K 21
8.09.	6*07	12*32	18*57	9 59.1	+5 15	0.301	-4.0	55.4	0.04	K 15
8.14.	5*36	12*01	18*26	9 48.0	+5 20	0.291	-3.7	57.3	0.02	K 10
8.19.	5*02	11*29	17*57	9 35.8	+5 48	0.288	-3.7	57.9	0.01	Ny 8
8.24.	4*27	10*58	17*29	9 24.2	+6 33	0.293	-3.8	57.0	0.02	Ny 12
8.29.	3*55	10*30	17*05	9 15.0	+7 26	0.304	-4.1	54.9	0.05	Ny 18
9.03.	3*26	10*05	16*44	9 09.4	+8 20	0.322	-4.3	51.9	0.09	Ny 24
9.08.	3*01	9*44	16*27	9 07.7	+9 08	0.344	-4.4	48.5	0.13	Ny 29
9.13.	2*41	9*26	16*13	9 09.9	+9 45	0.371	-4.5	45.0	0.18	Ny 33
9.18.	2*25	9*13	16*01	9 15.7	+10 09	0.401	-4.5	41.7	0.22	Ny 37
9.23.	2*13	9*02	15*51	9 24.5	+10 19	0.433	-4.5	38.6	0.27	Ny 40
9.28.	2*05	8*54	15*42	9 35.8	+10 15	0.467	-4.5	35.8	0.31	Ny 42
10.03.	2*00	8*47	15*34	9 49.1	+9 55	0.502	-4.5	33.3	0.34	Ny 43
10.08.	1*58	8*43	15*27	10 04.2	+9 21	0.538	-4.5	31.0	0.38	Ny 45
10.13.	1*59	8*40	15*20	10 20.5	+8 33	0.575	-4.4	29.0	0.41	Ny 45
10.18.	2*01	8*37	15*13	10 37.9	+7 32	0.612	-4.4	27.3	0.45	Ny 46
10.23.	2*05	8*36	15*06	10 56.1	+6 19	0.650	-4.3	25.7	0.47	Ny 46
10.28.	2 10	8 35	14 59	11 14.9	+4 55	0.687	-4.3	24.3	0.50	Ny 46
11.02.	2 17	8 35	14 52	11 34.3	+3 22	0.725	-4.3	23.0	0.53	Ny 46
11.07.	2 24	8 35	14 45	11 54.2	+1 40	0.763	-4.2	21.9	0.55	Ny 46
11.12.	2 33	8 35	14 37	12 14.4	-0 08	0.800	-4.2	20.9	0.58	Ny 46
11.17.	2 42	8 36	14 30	12 35.0	-2 02	0.837	-4.2	19.9	0.60	Ny 45
11.22.	2 52	8 38	14 23	12 56.0	-3 59	0.874	-4.1	19.1	0.62	Ny 45
11.27.	3 02	8 39	14 16	13 17.4	-5 58	0.910	-4.1	18.3	0.64	Ny 44
12.02.	3 13	8 41	14 09	13 39.1	-7 57	0.946	-4.1	17.6	0.66	Ny 44
12.07.	3 25	8 44	14 02	14 01.3	-9 56	0.982	-4.0	17.0	0.68	Ny 43
12.12.	3 36	8 47	13 57	14 23.9	-11 51	1.017	-4.0	16.4	0.70	Ny 42
12.17.	3 48	8 50	13 51	14 47.0	-13 42	1.051	-4.0	15.9	0.72	Ny 41
12.22.	4 01	8 54	13 47	15 10.6	-15 26	1.085	-3.9	15.4	0.73	Ny 40
12.27.	4 13	8 59	13 44	15 34.7	-17 02	1.118	-3.9	14.9	0.75	Ny 39
1.01.	4 25	9 04	13 41	15 59.3	-18 28	1.150	-3.9	14.5	0.76	Ny 38

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Vénusz napközben: 4.19. 05<sup>h</sup> 11.30. 05<sup>h</sup>

A Vénusz naptávolban: 8.09. 17<sup>h</sup>

A Vénusz földközben: 8.18. 10<sup>h</sup> 0.2882 AU

## Mars

dátum	kel, delel, nyugszik h m h m h m			RA h m	D ° ' "	$\Delta$ AU	m	$\varnothing$ "	fázis	E °	
	KÖZEI*										0 <sup>h</sup> UT-kor
1.01.	6 00	10 12	14 24	17 09.6	-23 14	2.383	1.5	3.9	0.98	Ny	22
1.11.	5 55	10 04	14 13	17 41.2	-23 47	2.338	1.5	4.0	0.98	Ny	25
1.21.	5 49	9 57	14 05	18 13.3	-23 56	2.290	1.4	4.1	0.98	Ny	28
1.31.	5 40	9 50	14 00	18 45.6	-23 40	2.240	1.4	4.2	0.97	Ny	30
2.10.	5 29	9 43	13 57	19 18.0	-22 59	2.189	1.4	4.3	0.96	Ny	33
2.20.	5 16	9 36	13 56	19 50.2	-21 53	2.137	1.3	4.4	0.96	Ny	36
3.02.	5 00	9 28	13 56	20 22.0	-20 25	2.084	1.3	4.5	0.95	Ny	38
3.12.	4 42	9 20	13 58	20 53.4	-18 36	2.031	1.2	4.6	0.95	Ny	40
3.22.	4 23	9 11	14 00	21 24.1	-16 28	1.979	1.2	4.7	0.94	Ny	43
4.01.	4*02	9*02	14*03	21 54.3	-14 04	1.927	1.1	4.9	0.93	Ny	45
4.11.	3*40	8*52	14*05	22 23.8	-11 26	1.875	1.1	5.0	0.93	Ny	47
4.21.	3*17	8*42	14*07	22 52.9	-8 38	1.824	1.0	5.1	0.92	Ny	49
5.01.	2*53	8*31	14*10	23 21.4	-5 44	1.774	1.0	5.3	0.91	Ny	51
5.11.	2*28	8*20	14*11	23 49.6	-2 45	1.725	0.9	5.4	0.91	Ny	53
5.21.	2*04	8*08	14*13	0 17.5	+0 14	1.676	0.9	5.6	0.90	Ny	56
5.31.	1*39	7*56	14*14	0 45.1	+3 12	1.628	0.9	5.8	0.89	Ny	58
6.10.	1*15	7*45	14*15	1 12.7	+6 04	1.580	0.8	5.9	0.89	Ny	60
6.20.	0*51	7*33	14*15	1 40.3	+8 48	1.532	0.8	6.1	0.88	Ny	62
6.30.	0*27	7*21	14*15	2 07.8	+11 23	1.484	0.7	6.3	0.88	Ny	64
7.10.	0*04	7*09	14*15	2 35.3	+13 44	1.435	0.7	6.5	0.87	Ny	67
7.20.	23*39	6*57	14*13	3 02.7	+15 52	1.384	0.6	6.8	0.87	Ny	69
7.30.	23*18	6*45	14*10	3 30.0	+17 44	1.333	0.5	7.0	0.86	Ny	72
8.09.	22*57	6*32	14*06	3 57.0	+19 19	1.280	0.5	7.3	0.86	Ny	75
8.19.	22*37	6*19	14*00	4 23.4	+20 37	1.225	0.4	7.6	0.86	Ny	78
8.29.	22*17	6*05	13*52	4 49.1	+21 38	1.167	0.3	8.0	0.86	Ny	82
9.08.	21*58	5*51	13*41	5 13.6	+22 24	1.108	0.2	8.4	0.86	Ny	86
9.18.	21*39	5*34	13*28	5 36.8	+22 56	1.047	0.1	8.9	0.86	Ny	90
9.28.	21*18	5*16	13*12	5 58.0	+23 17	0.985	-0.0	9.5	0.87	Ny	95
10.08.	20*56	4*56	12*52	6 16.9	+23 31	0.921	-0.2	10.2	0.87	Ny	100
10.18.	20*32	4*32	12*30	6 32.8	+23 41	0.857	-0.4	10.9	0.88	Ny	107
10.28.	20 03	4 05	12 03	6 44.9	+23 51	0.794	-0.5	11.8	0.90	Ny	114
11.07.	19 29	3 33	11 33	6 52.6	+24 07	0.734	-0.7	12.8	0.92	Ny	122
11.17.	18 49	2 56	10 58	6 54.7	+24 32	0.680	-1.0	13.8	0.94	Ny	132
11.27.	18 02	2 12	10 18	6 50.8	+25 07	0.635	-1.2	14.7	0.96	Ny	143
12.07.	17 07	1 23	9 33	6 40.6	+25 48	0.604	-1.4	15.5	0.98	Ny	155
12.17.	16 09	0 28	8 43	6 25.3	+26 25	0.590	-1.6	15.9	1.00	Ny	169
12.27.	15 09	23 26	7 49	6 07.9	+26 50	0.596	-1.6	15.7	1.00	K	175

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Mars napközéiben: 6.04. 13<sup>h</sup>

A Mars földközéiben: 12.19. 00<sup>h</sup> 0.5893 AU



## A Mars centrálmeridiánjának hosszúsága (fok)

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	71	128	213	267	329	22	86	143	203	276	344	71
2.	61	118	204	257	319	12	76	133	193	266	335	62
3.	51	108	194	247	310	2	66	123	184	257	326	53
4.	41	99	184	238	300	352	56	114	174	247	317	44
5.	32	89	174	228	290	342	46	104	165	238	307	36
6.	22	79	164	218	280	332	37	94	155	228	298	27
7.	12	69	154	208	270	322	27	85	145	219	289	18
8.	2	59	144	198	260	312	17	75	136	210	280	9
9.	352	50	135	188	250	302	7	65	126	200	270	0
10.	343	40	125	178	240	293	357	56	117	191	261	351
11.	333	30	115	168	230	283	348	46	107	181	252	342
12.	323	20	105	158	220	273	338	36	97	172	243	334
13.	313	10	95	148	210	263	328	26	88	162	234	325
14.	304	1	85	138	200	253	318	17	78	153	225	316
15.	294	351	75	128	190	243	309	7	69	143	215	307
16.	284	341	66	118	180	233	299	357	59	134	206	298
17.	274	331	56	109	170	223	289	348	49	125	197	290
18.	265	321	46	99	160	214	279	338	40	115	188	281
19.	255	312	36	89	151	204	270	328	30	106	179	272
20.	245	302	26	79	141	194	260	319	21	96	170	263
21.	235	292	16	69	131	184	250	309	11	87	161	255
22.	226	282	6	59	121	174	240	299	2	78	152	246
23.	216	272	356	49	111	164	231	290	352	68	143	237
24.	206	262	346	39	101	155	221	280	343	59	134	228
25.	196	253	337	29	91	145	211	270	333	50	125	220
26.	187	243	327	19	81	135	201	261	324	40	116	211
27.	177	233	317	9	71	125	192	251	314	31	107	202
28.	167	223	307	359	61	115	182	242	304	22	98	193
29.	157		297	349	51	105	172	232	295	12	89	184
30.	147		287	339	41	96	162	222	285	3	80	176
31.	138		277		31		153	213		354		167

## A centrálmeridián hosszúságváltozása

óra	"	óra	"	óra	"
1	14.6	9	131.4	17	248.3
2	29.2	10	146.0	18	262.9
3	43.8	11	160.6	19	277.5
4	58.4	12	175.2	20	292.1
5	73.0	13	189.9	21	306.7
6	87.6	14	204.5	22	321.3
7	102.2	15	219.1	23	335.9
8	116.8	16	233.7	24	350.5

## Jupiter

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D " '	$\Delta$ AU	m	$\phi$ "	E °
	h m	h m	h m						
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor					
1.01.	5 04	9 28	13 52	16 26.2	-20 59	6.175	-1.8	31.9	Ny 32
1.11.	4 34	8 57	13 20	16 34.7	-21 18	6.077	-1.8	32.4	Ny 40
1.21.	4 05	8 26	12 47	16 42.8	-21 33	5.962	-1.8	33.1	Ny 48
1.31.	3 34	7 54	12 14	16 50.2	-21 46	5.832	-1.9	33.8	Ny 57
2.10.	3 02	7 21	11 40	16 57.0	-21 57	5.689	-1.9	34.7	Ny 65
2.20.	2 30	6 48	11 06	17 02.9	-22 05	5.536	-2.0	35.6	Ny 74
3.02.	1 56	6 13	10 31	17 07.8	-22 11	5.377	-2.1	36.7	Ny 83
3.12.	1 21	5 38	9 55	17 11.6	-22 15	5.214	-2.1	37.8	Ny 92
3.22.	0 44	5 01	9 18	17 14.3	-22 18	5.053	-2.2	39.0	Ny 102
4.01.	0*06	4*23	8*40	17 15.6	-22 19	4.897	-2.3	40.3	Ny 111
4.11.	23*23	3*44	8*01	17 15.6	-22 19	4.751	-2.3	41.5	Ny 121
4.21.	22*42	3*03	7*20	17 14.3	-22 17	4.619	-2.4	42.7	Ny 131
5.01.	22*00	2*21	6*39	17 11.7	-22 14	4.506	-2.5	43.8	Ny 141
5.11.	21*16	1*38	5*56	17 07.9	-22 10	4.415	-2.5	44.7	Ny 152
5.21.	20*32	0*54	5*12	17 03.3	-22 05	4.350	-2.6	45.3	Ny 163
5.31.	19*46	0*10	4*29	16 58.1	-21 58	4.313	-2.6	45.7	Ny 173
6.10.	19*01	23*21	3*45	16 52.6	-21 51	4.305	-2.6	45.8	K 176
6.20.	18*16	22*36	3*01	16 47.3	-21 43	4.327	-2.6	45.6	K 165
6.30.	17*31	21*52	2*17	16 42.5	-21 36	4.378	-2.5	45.0	K 154
7.10.	16*47	21*09	1*34	16 38.5	-21 31	4.455	-2.5	44.3	K 144
7.20.	16*05	20*27	0*53	16 35.6	-21 27	4.554	-2.4	43.3	K 133
7.30.	15*24	19*46	0*12	16 33.9	-21 25	4.673	-2.4	42.2	K 124
8.09.	14*44	19*06	23*28	16 33.5	-21 27	4.806	-2.3	41.0	K 114
8.19.	14*06	18*28	22*49	16 34.4	-21 30	4.950	-2.3	39.8	K 104
8.29.	13*30	17*51	22*11	16 36.5	-21 37	5.101	-2.2	38.6	K 95
9.08.	12*55	17*15	21*35	16 39.9	-21 45	5.254	-2.1	37.5	K 86
9.18.	12*21	16*40	20*59	16 44.4	-21 55	5.405	-2.1	36.5	K 78
9.28.	11*48	16*06	20*24	16 49.9	-22 06	5.552	-2.0	35.5	K 69
10.08.	11*16	15*33	19*50	16 56.3	-22 18	5.690	-2.0	34.6	K 61
10.18.	10*45	15*01	19*17	17 03.6	-22 30	5.817	-1.9	33.9	K 53
10.28.	10 15	14 30	18 45	17 11.5	-22 41	5.931	-1.9	33.2	K 45
11.07.	9 45	13 59	18 13	17 20.1	-22 52	6.030	-1.9	32.7	K 37
11.17.	9 16	13 29	17 42	17 29.1	-23 00	6.110	-1.8	32.3	K 29
11.27.	8 46	12 59	17 11	17 38.5	-23 07	6.172	-1.8	31.9	K 21
12.07.	8 17	12 29	16 41	17 48.3	-23 12	6.213	-1.8	31.7	K 13
12.17.	7 48	12 00	16 12	17 58.2	-23 15	6.233	-1.8	31.6	K 5
12.27.	7 19	11 30	15 42	18 08.1	-23 15	6.231	-1.8	31.6	Ny 3

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Jupiter földközelen: 6.07. 12<sup>h</sup> 4.3044 AU

## A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) I. rsz.

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	78	289	28	244	304	163	223	78	290	342	189	239
2.	236	87	186	42	102	321	21	236	88	139	347	36
3.	33	244	344	200	260	119	179	34	246	297	144	194
4.	191	42	142	358	58	277	337	192	43	95	302	352
5.	349	200	300	156	216	75	135	350	201	252	100	149
6.	147	358	98	314	14	233	293	148	359	50	257	307
7.	304	156	256	112	172	31	91	306	157	208	55	105
8.	102	314	54	270	330	189	249	103	314	5	213	262
9.	260	111	211	68	128	347	47	261	112	163	10	60
10.	58	269	9	226	286	145	205	59	270	321	168	218
11.	215	67	167	24	84	303	3	217	68	118	326	15
12.	13	225	325	182	242	101	161	15	225	276	123	173
13.	171	23	123	340	40	259	319	172	23	74	281	331
14.	329	181	281	138	198	57	116	330	181	231	79	128
15.	126	338	79	296	356	215	274	128	338	29	236	286
16.	284	136	237	94	154	13	72	286	136	187	34	84
17.	82	294	35	252	312	171	230	84	294	344	192	241
18.	240	92	193	50	110	329	28	241	92	142	349	39
19.	38	250	351	208	268	127	186	39	249	300	147	197
20.	195	48	149	6	66	285	344	197	47	97	305	354
21.	353	205	306	164	225	83	142	355	205	255	102	152
22.	151	3	104	322	23	241	300	153	2	53	260	310
23.	309	161	262	120	181	39	98	310	160	210	57	107
24.	106	319	60	278	339	197	256	108	318	8	215	265
25.	264	117	218	76	137	355	53	266	115	166	13	63
26.	62	275	16	234	295	153	211	64	273	323	170	220
27.	220	73	174	32	93	311	9	221	71	121	328	18
28.	18	231	332	190	251	109	167	19	229	279	126	176
29.	175	130	348	49	267	325	177	26	76	283	333	
30.	333	288	146	207	65	123	335	184	234	81	131	
31.	131	86		5		281	132		32		289	

## A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.1	12.2	18.3	24.4	30.5
1	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0	67.1
2	73.2	79.3	85.4	91.5	97.5	103.6
3	109.7	115.8	121.9	128.0	134.1	140.2
4	146.3	152.4	158.5	164.6	170.7	176.8
5	182.9	189.0	195.1	201.2	207.3	213.4
6	219.5	225.6	231.7	237.8	243.9	250.0
7	256.1	262.2	268.3	274.4	280.5	286.6
8	292.7	298.8	304.9	311.0	317.0	323.1
9	329.2	335.3	341.4	347.5	353.6	359.7

## A Jupiter centrálmeridiánjának hosszúsága (fok) II. rsz.

nap 0 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	348	323	209	187	18	1	192	171	146	329	300	121
2.	138	113	359	338	169	152	343	321	297	119	90	271
3.	289	263	149	128	319	302	133	112	87	269	240	61
4.	79	53	299	278	110	92	283	262	237	59	30	211
5.	229	203	90	69	260	243	74	52	27	209	180	1
6.	19	354	240	219	50	33	224	202	177	359	330	151
7.	169	144	30	10	201	184	14	352	327	149	120	301
8.	319	294	180	160	351	334	165	143	117	299	270	91
9.	109	84	331	310	142	124	315	293	267	89	60	241
10.	259	234	121	101	292	275	105	83	57	239	210	31
11.	50	25	271	251	82	65	256	233	207	29	0	181
12.	200	175	61	41	233	215	46	23	358	179	150	331
13.	350	325	212	192	23	6	196	174	148	329	300	121
14.	140	115	2	342	174	156	347	324	298	119	90	271
15.	290	265	152	132	324	307	137	114	88	270	240	61
16.	80	56	303	283	115	97	287	264	238	60	30	211
17.	230	206	93	73	265	247	77	54	28	210	180	1
18.	20	356	243	223	55	38	228	204	178	0	330	151
19.	171	146	33	14	206	188	18	355	328	150	120	301
20.	321	296	184	164	356	339	168	145	118	300	270	91
21.	111	87	334	315	147	129	319	295	268	90	60	241
22.	261	237	124	105	297	279	109	85	58	240	210	31
23.	51	27	275	255	87	70	259	235	208	30	0	181
24.	201	177	65	46	238	220	49	25	359	180	150	331
25.	352	328	215	196	28	10	200	176	149	330	301	121
26.	142	118	6	347	179	161	350	326	299	120	91	272
27.	292	268	156	137	329	311	140	116	89	270	241	62
28.	82	58	306	287	119	101	290	266	239	60	31	212
29.	232	207	97	78	270	252	81	56	29	210	181	2
30.	22	247	228	60	42	231	206	179	0	331	152	152
31.	172	37	211	21	356	150	302	302	302	302	302	302

## A centrálmeridián hosszúságváltozása (fok)

óra	perc					
	0	10	20	30	40	50
0	0.0	6.0	12.1	18.1	24.2	30.2
1	36.3	42.3	48.4	54.4	60.5	66.5
2	72.5	78.5	84.6	90.6	96.7	102.7
3	108.8	114.8	120.9	126.9	133.0	139.0
4	145.1	151.1	157.2	163.2	169.3	175.3
5	181.3	187.3	193.4	199.4	205.5	211.5
6	217.6	223.6	229.7	235.7	241.8	247.8
7	253.8	259.8	265.9	271.9	278.0	284.0
8	290.1	296.1	302.2	308.2	314.3	320.3
9	326.4	332.4	338.5	344.5	350.5	356.6

## Szaturnusz

dátum	kel, delel, nyugszik			RA h m	D ° ' "	$\Delta$ AU	m	$\varphi$ " "	b " "	E °
	h m	h m	h m							
	KÖZEI*			0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	19 39	2 51	9 59	9 48.7	+14 30	8.448	0.2	19.7	-11.8	Ny 136
1.11.	18 57	2 10	9 19	9 46.7	+14 43	8.345	0.2	19.9	-12.2	Ny 146
1.21.	18 14	1 28	8 38	9 44.1	+14 57	8.267	0.1	20.1	-12.6	Ny 157
1.31.	17 30	0 46	7 57	9 41.2	+15 14	8.218	0.0	20.2	-13.0	Ny 168
2.10.	16 46	0 03	7 16	9 38.1	+15 30	8.200	-0.0	20.3	-13.4	Ny 178
2.20.	16 02	23 17	6 35	9 34.9	+15 47	8.214	-0.0	20.2	-13.6	K 170
3.02.	15 19	22 34	5 54	9 31.9	+16 02	8.259	0.0	20.1	-13.9	K 159
3.12.	14 36	21 53	5 13	9 29.2	+16 15	8.333	0.1	19.9	-14.0	K 148
3.22.	13 53	21 11	4 33	9 27.0	+16 26	8.433	0.1	19.7	-14.1	K 138
4.01.	13*12	20*30	3*52	9 25.3	+16 33	8.555	0.2	19.4	-14.0	K 128
4.11.	12*31	19*50	3*12	9 24.4	+16 37	8.695	0.3	19.1	-13.8	K 117
4.21.	11*52	19*10	2*33	9 24.1	+16 38	8.849	0.3	18.8	-13.7	K 108
5.01.	11*13	18*31	1*54	9 24.5	+16 36	9.011	0.4	18.4	-13.3	K 98
5.11.	10*35	17*53	1*15	9 25.6	+16 30	9.177	0.4	18.1	-13.0	K 89
5.21.	9*59	17*16	0*37	9 27.4	+16 21	9.342	0.5	17.8	-12.6	K 79
5.31.	9*23	16*39	23*55	9 29.8	+16 09	9.502	0.5	17.5	-12.2	K 70
6.10.	8*48	16*03	23*17	9 32.7	+15 54	9.654	0.5	17.2	-11.7	K 62
6.20.	8*13	15*27	22*40	9 36.1	+15 37	9.794	0.6	17.0	-11.3	K 53
6.30.	7*39	14*51	22*03	9 40.0	+15 18	9.919	0.6	16.8	-10.9	K 44
7.10.	7*06	14*16	21*26	9 44.2	+14 57	10.026	0.6	16.6	-10.4	K 36
7.20.	6*33	13*41	20*50	9 48.7	+14 34	10.114	0.6	16.4	-9.9	K 28
7.30.	6*00	13*07	20*13	9 53.4	+14 10	10.180	0.6	16.3	-9.4	K 19
8.09.	5*28	12*32	19*36	9 58.2	+13 45	10.223	0.6	16.3	-9.0	K 11
8.19.	4*55	11*58	19*00	10 03.1	+13 19	10.243	0.6	16.2	-8.6	K 3
8.29.	4*23	11*23	18*23	10 08.0	+12 53	10.238	0.6	16.2	-8.2	Ny 6
9.08.	3*50	10*49	17*47	10 12.8	+12 27	10.210	0.7	16.3	-7.8	Ny 14
9.18.	3*18	10*14	17*10	10 17.6	+12 02	10.157	0.7	16.4	-7.4	Ny 23
9.28.	2*45	9*39	16*34	10 22.1	+11 38	10.082	0.7	16.5	-7.1	Ny 31
10.08.	2*12	9*04	15*57	10 26.4	+11 15	9.986	0.8	16.6	-6.7	Ny 40
10.18.	1*38	8*29	15*20	10 30.3	+10 54	9.870	0.8	16.8	-6.4	Ny 49
10.28.	1*03	7 53	14 42	10 33.8	+10 35	9.737	0.8	17.1	-6.2	Ny 58
11.07.	0 28	7 17	14 05	10 36.9	+10 19	9.590	0.8	17.3	-6.0	Ny 67
11.17.	23 49	6 40	13 27	10 39.4	+10 07	9.433	0.8	17.6	-5.9	Ny 77
11.27.	23 12	6 02	12 49	10 41.3	+9 58	9.269	0.8	17.9	-5.8	Ny 86
12.07.	22 34	5 24	12 11	10 42.6	+9 53	9.104	0.7	18.3	-5.9	Ny 96
12.17.	21 56	4 46	11 32	10 43.2	+9 52	8.941	0.7	18.6	-5.9	Ny 106
12.27.	21 16	4 06	10 53	10 43.1	+9 55	8.787	0.6	18.9	-6.1	Ny 116

\*A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Szaturnusz földközelen: 2.10. 15<sup>h</sup> 8.2004 AU

## Uránusz

dátum	kel, delel, nyugszik			RA	D	$\Delta$	m $\varnothing$ E			
	h m	h m	h m							
KÖZEI*				0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	10 26	15 54	21 21	22 53.0	-7 56	20.540	5.9	3.4	K	61
1.26.	8 50	14 19	19 49	22 56.9	-7 32	20.866	5.9	3.4	K	37
2.20.	7 14	12 46	18 18	23 01.8	-7 01	21.051	5.9	3.3	K	13
3.17.	5 39	11 13	16 47	23 07.1	-6 28	21.066	5.9	3.3	Ny	11
4.11.	4*03	9*39	15*16	23 12.1	-5 57	20.912	5.9	3.4	Ny	34
5.06.	2*27	8*05	13*43	23 16.2	-5 32	20.617	5.9	3.4	Ny	57
5.31.	0*50	6*29	12*09	23 18.8	-5 16	20.229	5.9	3.5	Ny	81
6.25.	23*08	4*52	10*32	23 19.6	-5 12	19.815	5.8	3.6	Ny	104
7.20.	21*30	3*13	8*52	23 18.7	-5 19	19.444	5.8	3.6	Ny	129
8.14.	19*50	1*32	7*10	23 16.1	-5 36	19.184	5.7	3.7	Ny	153
9.08.	18*10	23*46	5*26	23 12.6	-5 58	19.086	5.7	3.7	Ny	178
10.03.	16*30	22*04	3*43	23 09.0	-6 20	19.173	5.7	3.7	K	156
10.28.	14 50	20 23	2 01	23 06.3	-6 37	19.430	5.8	3.6	K	131
11.22.	13 11	18 44	0 21	23 05.1	-6 43	19.809	5.8	3.6	K	105
12.17.	11 33	17 06	22 40	23 05.9	-6 37	20.237	5.9	3.5	K	80

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

Az Uránusz földközelen: 9.08. 21<sup>h</sup> 19.0860 AU

## Neptunusz

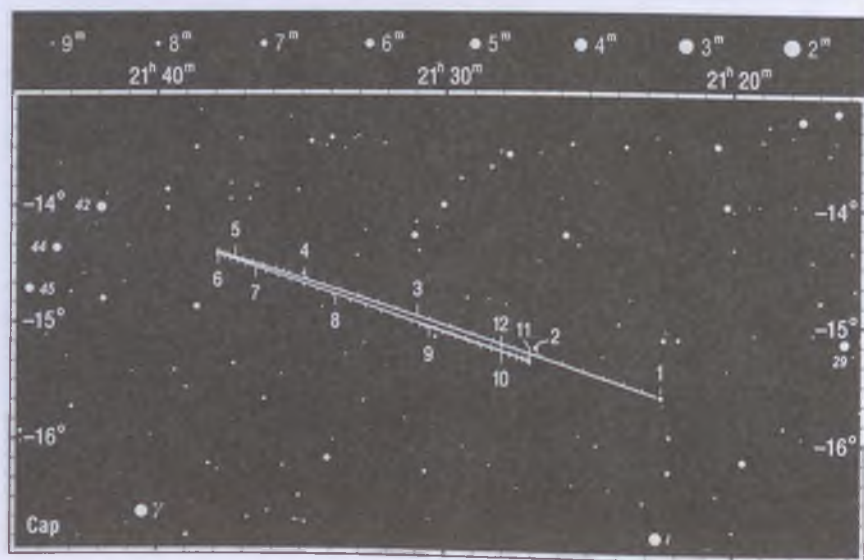
dátum	kel, delel, nyugszik			RA	D	$\Delta$	m $\varnothing$ E			
	h m	h m	h m							
KÖZEI*				0 <sup>h</sup> UT-kor						
1.01.	9 31	14 23	19 15	21 22.5	-15 37	30.820	8.0	2.2	K	38
1.26.	7 55	12 48	17 42	21 25.9	-15 21	31.007	8.0	2.2	K	13
2.20.	6 19	11 14	16 08	21 29.7	-15 03	31.019	8.0	2.2	Ny	11
3.17.	4 43	9 39	14 35	21 33.1	-14 47	30.856	8.0	2.2	Ny	35
4.11.	3*06	8*03	13*00	21 35.9	-14 34	30.549	7.9	2.2	Ny	59
5.06.	1*29	6*27	11*24	21 37.5	-14 26	30.151	7.9	2.3	Ny	83
5.31.	23*47	4*49	9*46	21 37.9	-14 25	29.732	7.9	2.3	Ny	107
6.25.	22*08	3*10	8*07	21 37.0	-14 30	29.366	7.9	2.3	Ny	131
7.20.	20*29	1*29	6*26	21 35.0	-14 40	29.117	7.8	2.3	Ny	156
8.14.	18*49	23*44	4*44	21 32.5	-14 53	29.032	7.8	2.4	K	180
9.08.	17*09	22*04	3*02	21 29.9	-15 06	29.129	7.8	2.3	K	155
10.03.	15*30	20*23	1*21	21 27.9	-15 15	29.391	7.9	2.3	K	130
10.28.	13 51	18 44	23 38	21 27.1	-15 19	29.770	7.9	2.3	K	105
11.22.	12 13	17 07	22 00	21 27.6	-15 17	30.198	7.9	2.3	K	80
12.17.	10 36	15 30	20 24	21 29.4	-15 08	30.594	7.9	2.2	K	55

\* A nyári időszámítás alatt a KÖZEI-ben megadott időpontokhoz egy órát hozzá kell adni!

A Neptunusz földközelen: 8.13. 06<sup>h</sup> 29.0324 AU



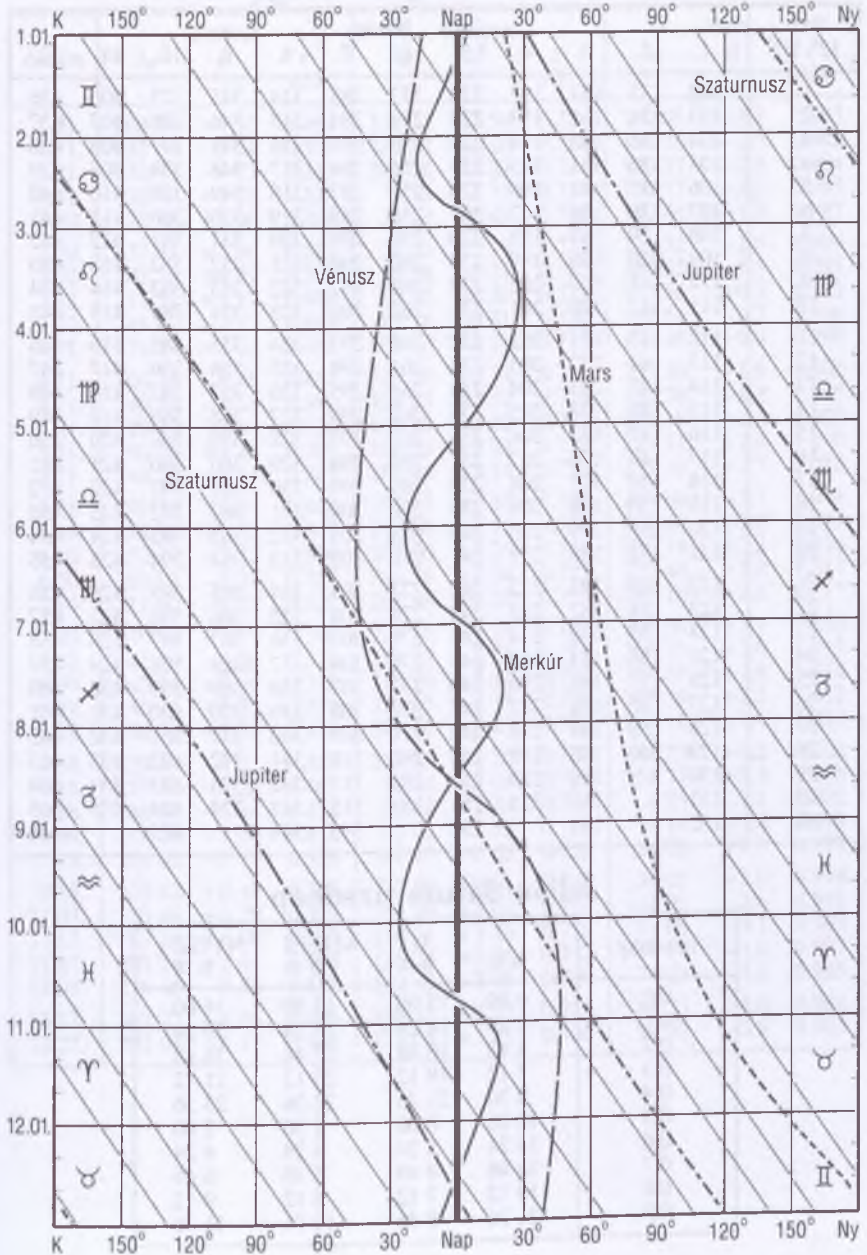
Az Uránusz keresőtérképe



A Neptunusz keresőtérképe



## A bolygók kitérése a Naptól



$JD = 2454\,000 + \dots$  **Julián-dátum**

nap 12 <sup>h</sup> UT	hónap											
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	102	133	161	192	222	253	283	314	345	375	406	436
2.	103	134	162	193	223	254	284	315	346	376	407	437
3.	104	135	163	194	224	255	285	316	347	377	408	438
4.	105	136	164	195	225	256	286	317	348	378	409	439
5.	106	137	165	196	226	257	287	318	349	379	410	440
6.	107	138	166	197	227	258	288	319	350	380	411	441
7.	108	139	167	198	228	259	289	320	351	381	412	442
8.	109	140	168	199	229	260	290	321	352	382	413	443
9.	110	141	169	200	230	261	291	322	353	383	414	444
10.	111	142	170	201	231	262	292	323	354	384	415	445
11.	112	143	171	202	232	263	293	324	355	385	416	446
12.	113	144	172	203	233	264	294	325	356	386	417	447
13.	114	145	173	204	234	265	295	326	357	387	418	448
14.	115	146	174	205	235	266	296	327	358	388	419	449
15.	116	147	175	206	236	267	297	328	359	389	420	450
16.	117	148	176	207	237	268	298	329	360	390	421	451
17.	118	149	177	208	238	269	299	330	361	391	422	452
18.	119	150	178	209	239	270	300	331	362	392	423	453
19.	120	151	179	210	240	271	301	332	363	393	424	454
20.	121	152	180	211	241	272	302	333	364	394	425	455
21.	122	153	181	212	242	273	303	334	365	395	426	456
22.	123	154	182	213	243	274	304	335	366	396	427	457
23.	124	155	183	214	244	275	305	336	367	397	428	458
24.	125	156	184	215	245	276	306	337	368	398	429	459
25.	126	157	185	216	246	277	307	338	369	399	430	460
26.	127	158	186	217	247	278	308	339	370	400	431	461
27.	128	159	187	218	248	279	309	340	371	401	432	462
28.	129	160	188	219	249	280	310	341	372	402	433	463
29.	130		189	220	250	281	311	342	373	403	434	464
30.	131		190	221	251	282	312	343	374	404	435	465
31.	132		191		252		313	344		405		466

### Julián-dátum tizednap

tizednap	UT		KÖZEI	NYISZ
	h m	h m		
0.0	0 00	12 00	13 00	14 00
0.1	2 24	14 24	15 24	16 24
0.2	4 48	16 48	17 48	18 48
0.3	7 12	19 12	20 12	21 12
0.4	9 36	21 36	22 36	23 36
0.5	12 00	0 00	1 00	2 00
0.6	14 24	2 24	3 24	4 24
0.7	16 48	4 48	5 48	6 48
0.8	19 12	7 12	8 12	9 12
0.9	21 36	9 36	10 36	11 36

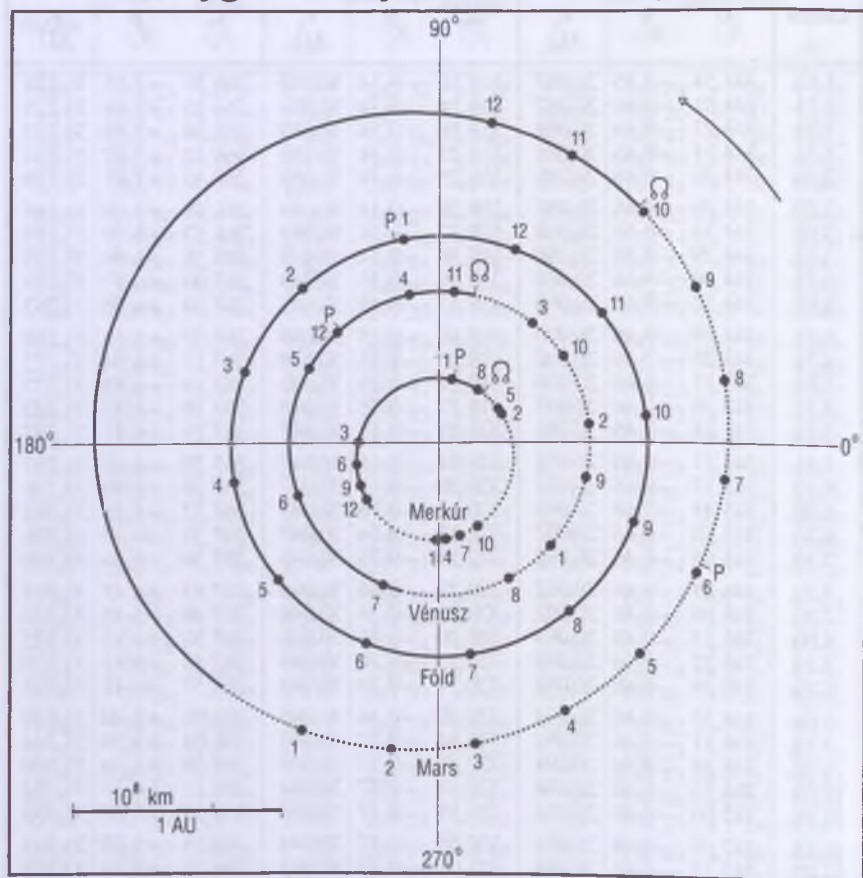
## A bolygók ekliptikai koordinátái

dátum	Merkúr			Vénusz			Föld		
	$\lambda_e$ o'	$\beta$ o'	r AU	$\lambda_e$ o'	$\beta$ o'	r AU	$\lambda_e$ o'	$\beta$ "	r AU
1.01.	268 38	-4 33	0.464	317 42	-2 58	0.728	100 05	-3.7	0.983
1.11.	297 50	-6 34	0.439	333 32	-3 18	0.728	110 16	-2.7	0.983
1.21.	332 43	-6 47	0.391	349 24	-3 23	0.727	120 27	-2.5	0.984
1.31.	18 40	-3 29	0.335	5 18	-3 13	0.726	130 37	-2.8	0.985
2.10.	78 08	+3 30	0.308	21 14	-2 48	0.725	140 46	-1.3	0.987
2.20.	137 51	+7 00	0.337	37 13	-2 10	0.724	150 52	-1.5	0.989
3.02.	183 34	+4 57	0.393	53 14	-1 21	0.722	160 55	-1.1	0.991
3.12.	217 51	+1 17	0.440	69 18	-0 26	0.721	170 56	+0.3	0.993
3.22.	246 42	-2 13	0.465	85 26	+0 31	0.720	180 54	-0.2	0.996
4.01.	274 19	-5 03	0.461	101 36	+1 26	0.719	190 48	+0.9	0.999
4.11.	304 18	-6 48	0.431	117 49	+2 14	0.719	200 38	+1.8	1.002
4.21.	340 58	-6 28	0.380	134 03	+2 52	0.718	210 26	+1.3	1.005
5.01.	29 47	-2 14	0.326	150 19	+3 15	0.719	220 10	+2.7	1.007
5.11.	90 56	+4 45	0.309	166 33	+3 24	0.719	229 51	+2.8	1.010
5.21.	148 22	+6 54	0.347	182 46	+3 16	0.720	239 30	+2.5	1.012
5.31.	191 14	+4 14	0.404	198 55	+2 52	0.721	249 06	+3.7	1.014
6.10.	224 00	+0 32	0.447	215 00	+2 16	0.723	258 40	+3.0	1.015
6.20.	252 17	-2 51	0.466	231 00	+1 28	0.724	268 14	+3.2	1.016
6.30.	280 06	-5 31	0.457	246 56	+0 34	0.725	277 46	+3.8	1.017
7.10.	311 02	-6 57	0.422	262 48	-0 22	0.727	287 18	+2.6	1.017
7.20.	349 43	-5 59	0.368	278 39	-1 16	0.727	296 50	+3.1	1.016
7.30.	41 29	-0 50	0.318	294 27	-2 05	0.728	306 23	+2.8	1.015
8.09.	103 34	+5 46	0.313	310 16	-2 44	0.728	315 57	+1.6	1.014
8.19.	158 13	+6 35	0.359	326 05	-3 11	0.728	325 34	+2.2	1.012
8.29.	198 30	+3 30	0.414	341 56	-3 23	0.728	335 12	+1.1	1.010
9.08.	229 57	-0 12	0.453	357 49	-3 20	0.727	344 53	+0.2	1.008
9.18.	257 52	-3 28	0.467	13 44	-3 01	0.726	354 37	+0.5	1.005
9.28.	286 00	-5 56	0.452	29 42	-2 29	0.724	4 23	-1.1	1.002
10.08.	318 05	-7 00	0.412	45 42	-1 45	0.723	14 14	-1.4	0.999
10.18.	359 02	-5 19	0.356	61 45	-0 52	0.722	24 08	-1.5	0.997
10.28.	53 42	+0 40	0.312	77 50	+0 04	0.720	34 05	-3.0	0.994
11.07.	115 49	+6 29	0.319	93 59	+1 01	0.719	44 05	-2.6	0.991
11.17.	167 26	+6 08	0.370	110 11	+1 53	0.719	54 08	-3.1	0.989
11.27.	205 24	+2 44	0.424	126 25	+2 36	0.718	64 14	-4.0	0.987
12.07.	235 46	-0 55	0.458	142 40	+3 06	0.719	74 23	-3.2	0.985
12.17.	263 27	-4 03	0.466	158 55	+3 22	0.719	84 33	-4.0	0.984
12.27.	292 04	-6 17	0.446	175 08	+3 21	0.720	94 43	-3.9	0.983

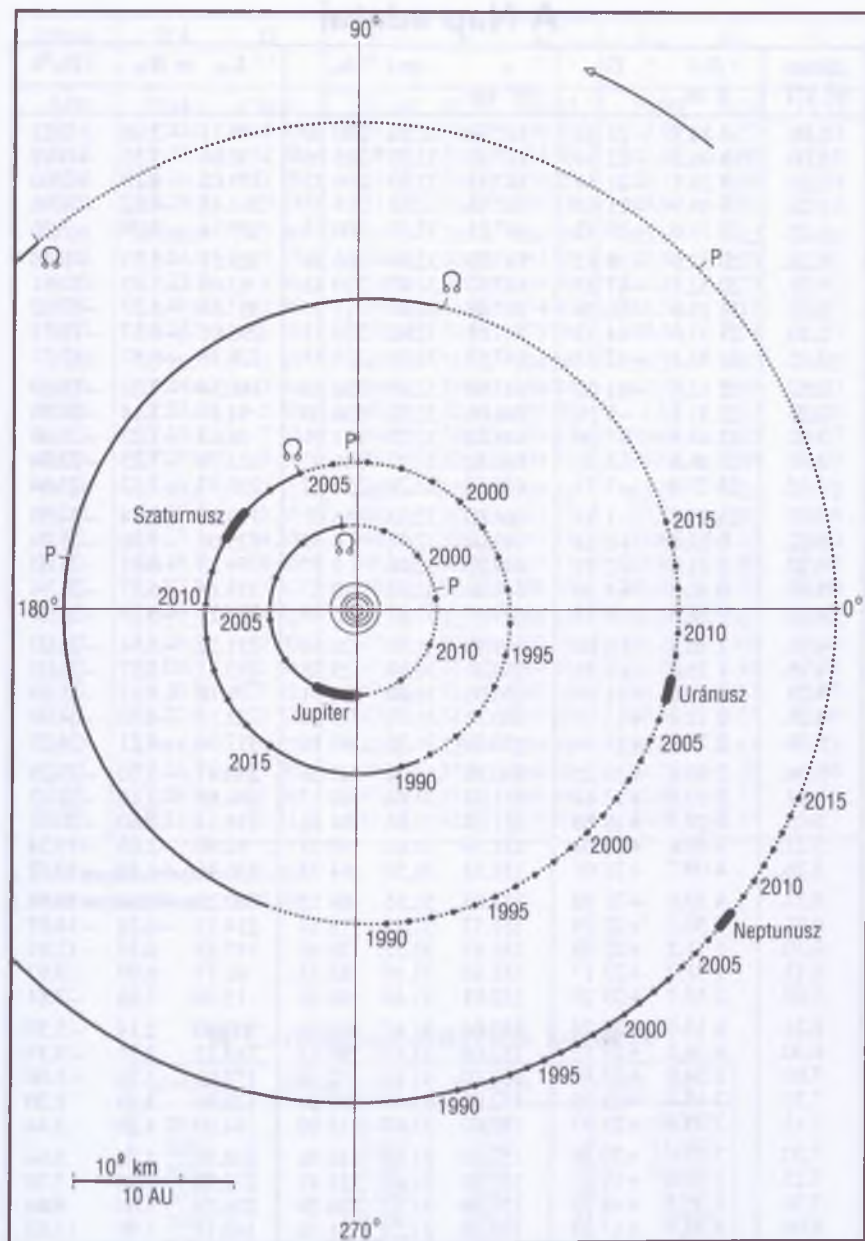
dátum	Mars			Jupiter			Szaturnusz		
	$\lambda_{\circ}$	$\beta_{\circ}$	$r$ AU	$\lambda_{\circ}$	$\beta_{\circ}$	$r$ AU	$\lambda_{\circ}$	$\beta_{\circ}$	$r$ AU
1.01.	244 25	-0 29	1.515	242 32	+0 48	5.366	140 04	+1 06	9.178
1.11.	249 45	-0 38	1.501	243 19	+0 47	5.363	140 26	+1 07	9.180
1.21.	255 10	-0 48	1.488	244 06	+0 46	5.360	140 47	+1 08	9.182
1.31.	260 41	-0 57	1.476	244 53	+0 46	5.357	141 09	+1 09	9.185
2.10.	266 17	-1 06	1.463	245 40	+0 45	5.355	141 31	+1 10	9.187
2.20.	272 00	-1 15	1.451	246 27	+0 44	5.352	141 52	+1 11	9.189
3.02.	277 47	-1 23	1.440	247 14	+0 43	5.349	142 14	+1 11	9.191
3.12.	283 41	-1 30	1.429	248 01	+0 42	5.346	142 35	+1 12	9.194
3.22.	289 39	-1 36	1.419	248 48	+0 41	5.343	142 57	+1 13	9.196
4.01.	295 43	-1 41	1.410	249 35	+0 40	5.340	143 19	+1 14	9.198
4.11.	301 50	-1 46	1.402	250 23	+0 39	5.337	143 40	+1 15	9.201
4.21.	308 02	-1 49	1.395	251 10	+0 38	5.334	144 02	+1 16	9.203
5.01.	314 17	-1 50	1.390	251 57	+0 37	5.331	144 23	+1 16	9.205
5.11.	320 34	-1 51	1.386	252 45	+0 36	5.328	144 45	+1 17	9.208
5.21.	326 54	-1 50	1.383	253 32	+0 35	5.324	145 06	+1 18	9.210
5.31.	333 15	-1 48	1.382	254 20	+0 35	5.321	145 28	+1 19	9.212
6.10.	339 35	-1 44	1.382	255 07	+0 34	5.318	145 49	+1 20	9.215
6.20.	345 56	-1 39	1.383	255 55	+0 33	5.315	146 11	+1 20	9.217
6.30.	352 15	-1 33	1.386	256 43	+0 32	5.312	146 32	+1 21	9.220
7.10.	358 32	-1 26	1.390	257 31	+0 31	5.308	146 54	+1 22	9.222
7.20.	4 47	-1 18	1.396	258 19	+0 30	5.305	147 15	+1 23	9.224
7.30.	10 58	-1 09	1.403	259 06	+0 29	5.302	147 36	+1 23	9.227
8.09.	17 05	-1 00	1.411	259 54	+0 28	5.298	147 58	+1 24	9.229
8.19.	23 08	-0 49	1.420	260 42	+0 27	5.295	148 19	+1 25	9.232
8.29.	29 06	-0 39	1.430	261 31	+0 25	5.292	148 41	+1 26	9.234
9.08.	34 58	-0 28	1.441	262 19	+0 24	5.288	149 02	+1 26	9.237
9.18.	40 45	-0 17	1.452	263 07	+0 23	5.285	149 23	+1 27	9.239
9.28.	46 27	-0 06	1.464	263 55	+0 22	5.281	149 45	+1 28	9.242
10.08.	52 03	+0 05	1.477	264 44	+0 21	5.278	150 06	+1 29	9.244
10.18.	57 33	+0 15	1.490	265 32	+0 20	5.274	150 27	+1 29	9.247
10.28.	62 57	+0 26	1.503	266 20	+0 19	5.271	150 49	+1 30	9.249
11.07.	68 16	+0 36	1.516	267 09	+0 18	5.267	151 10	+1 31	9.252
11.17.	73 30	+0 45	1.529	267 58	+0 17	5.264	151 31	+1 32	9.254
11.27.	78 38	+0 54	1.542	268 46	+0 16	5.260	151 53	+1 32	9.257
12.07.	83 42	+1 02	1.554	269 35	+0 15	5.257	152 14	+1 33	9.260
12.17.	88 40	+1 10	1.567	270 24	+0 14	5.253	152 35	+1 34	9.262
12.27.	93 34	+1 17	1.578	271 13	+0 13	5.249	152 56	+1 35	9.265

dátum	Uránusz			Neptunusz			Plútó		
	$\lambda_{\odot}$ o ' r	$\beta_{\odot}$ o ' r	r AU	$\lambda_{\odot}$ o ' r	$\beta_{\odot}$ o ' r	r AU	$\lambda_{\odot}$ o ' r	$\beta_{\odot}$ o ' r	r AU
1.01.	343 54	-0 46	20.087	319 10	-0 14	30.050	266 31	+7 05	31.220
1.11.	344 01	-0 46	20.087	319 14	-0 14	30.050	266 35	+7 04	31.225
1.21.	344 07	-0 46	20.088	319 18	-0 14	30.050	266 38	+7 03	31.230
1.31.	344 14	-0 46	20.088	319 21	-0 14	30.050	266 42	+7 02	31.234
2.10.	344 20	-0 46	20.088	319 25	-0 14	30.050	266 46	+7 01	31.239
2.20.	344 26	-0 46	20.089	319 28	-0 14	30.049	266 49	+7 00	31.244
3.02.	344 33	-0 46	20.089	319 32	-0 14	30.049	266 53	+6 59	31.249
3.12.	344 39	-0 46	20.089	319 36	-0 14	30.049	266 56	+6 58	31.253
3.22.	344 46	-0 46	20.089	319 39	-0 15	30.049	267 00	+6 57	31.258
4.01.	344 52	-0 46	20.090	319 43	-0 15	30.048	267 04	+6 56	31.263
4.11.	344 59	-0 46	20.090	319 46	-0 15	30.048	267 07	+6 55	31.268
4.21.	345 05	-0 46	20.090	319 50	-0 15	30.048	267 11	+6 54	31.272
5.01.	345 11	-0 46	20.090	319 54	-0 15	30.048	267 14	+6 53	31.277
5.11.	345 18	-0 46	20.091	319 57	-0 15	30.048	267 18	+6 52	31.282
5.21.	345 24	-0 46	20.091	320 01	-0 15	30.047	267 21	+6 51	31.287
5.31.	345 31	-0 46	20.091	320 04	-0 15	30.047	267 25	+6 50	31.291
6.10.	345 37	-0 46	20.091	320 08	-0 15	30.047	267 29	+6 49	31.296
6.20.	345 43	-0 46	20.092	320 12	-0 16	30.047	267 32	+6 48	31.301
6.30.	345 50	-0 46	20.092	320 15	-0 16	30.047	267 36	+6 47	31.306
7.10.	345 56	-0 46	20.092	320 19	-0 16	30.046	267 39	+6 46	31.310
7.20.	346 03	-0 46	20.092	320 22	-0 16	30.046	267 43	+6 45	31.315
7.30.	346 09	-0 46	20.092	320 26	-0 16	30.046	267 46	+6 44	31.320
8.09.	346 15	-0 46	20.093	320 29	-0 16	30.046	267 50	+6 43	31.325
8.19.	346 22	-0 46	20.093	320 33	-0 16	30.045	267 54	+6 42	31.330
8.29.	346 28	-0 46	20.093	320 37	-0 16	30.045	267 57	+6 41	31.335
9.08.	346 35	-0 46	20.093	320 40	-0 16	30.045	268 01	+6 40	31.339
9.18.	346 41	-0 46	20.093	320 44	-0 17	30.045	268 04	+6 39	31.344
9.28.	346 48	-0 46	20.094	320 47	-0 17	30.045	268 08	+6 38	31.349
10.08.	346 54	-0 46	20.094	320 51	-0 17	30.044	268 11	+6 37	31.354
10.18.	347 00	-0 46	20.094	320 55	-0 17	30.044	268 15	+6 36	31.359
10.28.	347 07	-0 46	20.094	320 58	-0 17	30.044	268 18	+6 35	31.363
11.07.	347 13	-0 46	20.094	321 02	-0 17	30.044	268 22	+6 34	31.368
11.17.	347 20	-0 46	20.095	321 05	-0 17	30.043	268 26	+6 33	31.373
11.27.	347 26	-0 46	20.095	321 09	-0 17	30.043	268 29	+6 32	31.378
12.07.	347 32	-0 46	20.095	321 13	-0 17	30.043	268 33	+6 31	31.383
12.17.	347 39	-0 46	20.095	321 16	-0 18	30.043	268 36	+6 30	31.388
12.27.	347 45	-0 46	20.095	321 20	-0 18	30.043	268 40	+6 29	31.393

## A bolygók elhelyezkedése a Nap körül



Az ábrák a bolygók Nap körüli mozgását mutatják az adott évben. A bolygópályáknak a földpálya síkjától északra lévő szakaszát folyamatos, a földpálya síkjától délre lévő szakaszát szaggatott vonal ábrázolja. *P* a pálya napközelpontja,  $\Omega$  pedig a felszálló csomó (ahol a bolygó a Nap körüli keringése során – délről északra – áthalad a földpálya síkján). A Plútó esetében a leszálló csomó ( $\var�$ ) helyét tüntettük fel. Az 1–12 számok jelzik a Föld típusú bolygók helyzetét a megfelelő sorszámú hónap első napján, az évszámok pedig az óriásbolygók és a Plútó helyzetét az egyes évek kezdetén.



## A Nap adatai

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r 10 <sup>6</sup> km	ϕ ′	λ <sub>c</sub> ° ′	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
1.01.	18 44.3	-23 03	147.10	32.53	280 10	98.71	-2.98	2.23
1.06.	19 06.3	-22 34	147.10	32.53	285 16	32.86	-3.55	-0.19
1.11.	19 28.1	-21 54	147.12	32.53	290 22	327.02	-4.10	-2.60
1.16.	19 49.7	-21 03	147.16	32.52	295 27	261.18	-4.62	-4.96
1.21.	20 11.0	-20 02	147.21	32.51	300 33	195.34	-5.09	-7.26
1.26.	20 32.0	-18 52	147.28	32.49	305 38	129.51	-5.53	-9.48
1.31.	20 52.7	-17 33	147.37	32.47	310 43	63.68	-5.93	-11.61
2.05.	21 13.0	-16 06	147.48	32.45	315 47	357.85	-6.27	-13.62
2.10.	21 33.0	-14 33	147.61	32.42	320 51	292.01	-6.57	-15.51
2.15.	21 52.7	-12 53	147.75	32.39	325 55	226.18	-6.81	-17.27
2.20.	22 12.0	-11 08	147.90	32.35	330 58	160.34	-7.01	-18.89
2.25.	22 31.1	-9 19	148.06	32.32	336 00	94.49	-7.14	-20.36
3.02.	22 49.9	-7 26	148.24	32.28	341 01	28.63	-7.23	-21.68
3.07.	23 08.6	-5 31	148.42	32.24	346 02	322.76	-7.25	-22.84
3.12.	23 27.0	-3 33	148.62	32.20	351 02	256.87	-7.22	-23.84
3.17.	23 45.4	-1 35	148.83	32.15	356 01	190.97	-7.14	-24.68
3.22.	0 03.6	+0 24	149.04	32.11	0 59	125.06	-7.00	-25.34
3.27.	0 21.8	+2 22	149.25	32.06	5 57	59.13	-6.81	-25.83
4.01.	0 40.0	+4 19	149.46	32.02	10 53	353.18	-6.57	-26.14
4.06.	0 58.3	+6 13	149.67	31.97	15 49	287.21	-6.28	-26.28
4.11.	1 16.6	+8 06	149.89	31.93	20 44	221.22	-5.94	-26.23
4.16.	1 35.0	+9 55	150.11	31.88	25 38	155.21	-5.57	-26.00
4.21.	1 53.6	+11 39	150.31	31.84	30 31	89.18	-5.15	-25.59
4.26.	2 12.4	+13 19	150.51	31.79	35 24	23.13	-4.70	-24.99
5.01.	2 31.4	+14 54	150.70	31.75	40 16	317.06	-4.21	-24.21
5.06.	2 50.6	+16 22	150.89	31.71	45 06	250.97	-3.70	-23.25
5.11.	3 10.0	+17 44	151.07	31.68	49 57	184.86	-3.16	-22.12
5.16.	3 29.7	+18 58	151.24	31.64	54 46	118.74	-2.60	-20.81
5.21.	3 49.6	+20 04	151.39	31.61	59 35	52.60	-2.03	-19.34
5.26.	4 09.7	+21 01	151.53	31.58	64 24	346.46	-1.44	-17.72
5.31.	4 30.0	+21 50	151.65	31.55	69 12	280.29	-0.84	-15.96
6.05.	4 50.5	+22 29	151.77	31.53	73 59	214.12	-0.24	-14.07
6.10.	5 11.2	+22 58	151.87	31.51	78 46	147.95	0.37	-12.07
6.15.	5 31.9	+23 17	151.95	31.49	83 33	81.77	0.97	-9.97
6.20.	5 52.7	+23 26	152.01	31.48	88 20	15.59	1.56	-7.81
6.25.	6 13.5	+23 24	152.06	31.47	93 06	309.40	2.14	-5.59
6.30.	6 34.2	+23 12	152.08	31.47	97 52	243.22	2.71	-3.33
7.05.	6 54.9	+22 50	152.10	31.46	102 38	177.03	3.26	-1.06
7.10.	7 15.4	+22 19	152.09	31.46	107 24	110.86	3.79	1.20
7.15.	7 35.8	+21 37	152.07	31.47	112 10	44.69	4.29	3.44
7.20.	7 55.9	+20 46	152.03	31.48	116 56	338.53	4.76	5.64
7.25.	8 15.8	+19 47	151.96	31.49	121 43	272.38	5.20	7.78
7.30.	8 35.5	+18 39	151.88	31.51	126 29	206.24	5.60	9.84
8.04.	8 54.9	+17 24	151.79	31.53	131 16	140.11	5.96	11.83



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r 10 <sup>6</sup> km	∅ ′	λ <sub>c</sub> ° ′	L <sub>N</sub> °	B <sub>N</sub> °	P <sub>N</sub> °
8.09.	9 14.1	+16 01	151.69	31.55	136 03	73.99	6.29	13.72
8.14.	9 33.0	+14 33	151.57	31.57	140 51	7.89	6.57	15.51
8.19.	9 51.7	+12 58	151.42	31.60	145 40	301.80	6.80	17.18
8.24.	10 10.2	+11 18	151.27	31.63	150 29	235.73	6.99	18.74
8.29.	10 28.5	+9 34	151.10	31.67	155 18	169.66	7.13	20.16
9.03.	10 46.6	+7 46	150.93	31.71	160 08	103.61	7.22	21.46
9.08.	11 04.7	+5 55	150.75	31.74	164 59	37.57	7.25	22.61
9.13.	11 22.7	+4 01	150.56	31.78	169 50	331.55	7.23	23.62
9.18.	11 40.6	+2 06	150.35	31.83	174 43	265.54	7.17	24.47
9.23.	11 58.5	+0 10	150.14	31.87	179 36	199.54	7.04	25.17
9.28.	12 16.5	-1 47	149.93	31.92	184 30	133.55	6.87	25.70
10.03.	12 34.6	-3 44	149.72	31.96	189 24	67.57	6.65	26.07
10.08.	12 52.8	-5 39	149.51	32.01	194 20	1.60	6.37	26.26
10.13.	13 11.2	-7 33	149.29	32.05	199 17	295.63	6.05	26.27
10.18.	13 29.8	-9 24	149.08	32.10	204 14	229.68	5.68	26.09
10.23.	13 48.6	-11 11	148.86	32.15	209 12	163.73	5.27	25.72
10.28.	14 07.7	-12 55	148.66	32.19	214 11	97.79	4.81	25.16
11.02.	14 27.1	-14 33	148.46	32.23	219 11	31.86	4.32	24.40
11.07.	14 46.9	-16 06	148.28	32.27	224 11	325.93	3.80	23.45
11.12.	15 07.0	-17 32	148.10	32.31	229 13	260.01	3.25	22.30
11.17.	15 27.5	-18 50	147.93	32.35	234 15	194.10	2.67	20.96
11.22.	15 48.3	-20 00	147.77	32.38	239 18	128.19	2.06	19.44
11.27.	16 09.5	-21 01	147.62	32.42	244 21	62.28	1.44	17.74
12.02.	16 30.9	-21 52	147.50	32.44	249 25	356.38	0.81	15.87
12.07.	16 52.6	-22 32	147.39	32.47	254 29	290.50	0.17	13.86
12.12.	17 14.6	-23 02	147.30	32.49	259 34	224.61	-0.47	11.73
12.17.	17 36.7	-23 20	147.22	32.51	264 39	158.74	-1.10	9.48
12.22.	17 58.9	-23 26	147.16	32.52	269 44	92.87	-1.73	7.15
12.27.	18 21.1	-23 21	147.12	32.53	274 50	27.00	-2.35	4.77

A Föld napközében: 1.03.20<sup>h</sup>

A Föld naptávolban: 7.07.00<sup>h</sup>

### A Carrington-rotációk kezdete

sorszám	hónap	nap	sorszám	hónap	nap
2052.	1.	8.495	2059.	7.	18.377
2053.	2.	4.837	2060.	8.	14.597
2054.	3.	4.173	2061.	9.	10.845
2055.	3.	31.483	2062.	10.	8.121
2056.	4.	27.750	2063.	11.	4.416
2057.	5.	24.977	2064.	12.	1.725
2058.	6.	21.177	2065.	12.	29.050

## A Hold adatai

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varphi$ ′	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
1.01.	4 18.9	+26 25	374 400	31.91	0.919	53.68	3.61	-6.41	-9.51
1.02.	5 20.6	+28 11	377 100	31.69	0.969	65.81	4.35	-6.54	-3.98
1.03.	6 22.5	+28 11	380 400	31.42	0.994	77.93	4.88	-6.29	1.81
1.04.	7 22.3	+26 30	384 200	31.10	0.997	90.06	5.14	-5.69	7.30
1.05.	8 18.5	+23 25	388 300	30.77	0.977	102.18	5.08	-4.79	12.04
1.06.	9 10.5	+19 14	392 600	30.44	0.937	114.31	4.69	-3.67	15.83
1.07.	9 58.5	+14 19	396 600	30.13	0.881	126.44	3.98	-2.40	18.65
1.08.	10 43.5	+8 56	400 000	29.88	0.811	138.58	2.99	-1.03	20.55
1.09.	11 26.4	+3 19	402 500	29.68	0.731	150.72	1.77	0.36	21.62
1.10.	12 08.3	-2 20	404 000	29.58	0.643	162.87	0.42	1.72	21.91
1.11.	12 50.3	-7 54	404 300	29.56	0.551	175.02	-0.98	3.00	21.45
1.12.	13 33.4	-13 11	403 200	29.64	0.457	187.18	-2.34	4.17	20.21
1.13.	14 18.8	-18 03	400 900	29.81	0.364	199.34	-3.56	5.16	18.11
1.14.	15 07.4	-22 17	397 400	30.07	0.273	211.51	-4.56	5.94	15.08
1.15.	15 59.8	-25 37	393 000	30.40	0.190	223.69	-5.26	6.46	11.09
1.16.	16 56.0	-27 46	388 100	30.79	0.117	235.87	-5.61	6.68	6.21
1.17.	17 55.4	-28 27	383 000	31.20	0.058	248.06	-5.60	6.56	0.70
1.18.	18 56.3	-27 28	378 100	31.60	0.019	260.25	-5.23	6.08	-4.97
1.19.	19 56.7	-24 47	373 800	31.96	0.002	272.44	-4.55	5.23	-10.29
1.20.	20 55.1	-20 34	370 500	32.26	0.010	284.63	-3.62	4.05	-14.81
1.21.	21 50.8	-15 07	368 200	32.46	0.044	296.82	-2.53	2.61	-18.27
1.22.	22 43.9	-8 48	367 100	32.55	0.104	309.00	-1.36	0.99	-20.59
1.23.	23 35.2	-2 02	367 000	32.56	0.186	321.19	-0.19	-0.69	-21.78
1.24.	0 25.8	+4 48	367 900	32.48	0.284	333.36	0.93	-2.33	-21.86
1.25.	1 17.1	+11 22	369 600	32.33	0.393	345.53	1.97	-3.80	-20.82
1.26.	2 10.0	+17 17	371 700	32.15	0.506	357.69	2.89	-5.03	-18.63
1.27.	3 05.4	+22 13	374 200	31.93	0.617	9.85	3.68	-5.95	-15.28
1.28.	4 03.5	+25 53	377 000	31.70	0.721	22.00	4.33	-6.50	-10.84
1.29.	5 03.6	+28 00	379 900	31.46	0.813	34.14	4.80	-6.68	-5.58
1.30.	6 04.4	+28 27	383 000	31.20	0.889	46.28	5.09	-6.49	0.08
1.31.	7 03.8	+27 15	386 200	30.94	0.946	58.42	5.17	-5.94	5.60
2.01.	8 00.3	+24 35	389 500	30.68	0.983	70.55	5.01	-5.10	10.54
2.02.	8 53.2	+20 44	392 800	30.42	0.999	82.68	4.61	-4.01	14.62
2.03.	9 42.3	+16 00	396 100	30.17	0.994	94.82	3.95	-2.74	17.76
2.04.	10 28.2	+10 43	399 200	29.94	0.970	106.95	3.06	-1.36	19.98
2.05.	11 11.8	+5 06	401 800	29.74	0.928	119.09	1.96	0.07	21.34
2.06.	11 54.1	-0 36	403 800	29.60	0.872	131.23	0.71	1.47	21.91
2.07.	12 36.0	-6 15	404 800	29.52	0.802	143.37	-0.65	2.81	21.71
2.08.	13 18.7	-11 39	404 900	29.52	0.722	155.52	-2.04	4.02	20.75
2.09.	14 02.9	-16 39	403 700	29.60	0.634	167.68	-3.39	5.06	18.96
2.10.	14 49.8	-21 04	401 300	29.78	0.541	179.84	-4.62	5.90	16.30
2.11.	15 40.0	-24 41	397 700	30.05	0.444	192.00	-5.63	6.49	12.71
2.12.	16 33.9	-27 15	393 000	30.40	0.347	204.18	-6.36	6.79	8.23
2.13.	17 31.1	-28 29	387 600	30.83	0.254	216.36	-6.74	6.78	3.02
2.14.	18 30.7	-28 11	381 700	31.31	0.168	228.54	-6.72	6.41	-2.57
2.15.	19 31.1	-26 12	375 800	31.80	0.095	240.74	-6.29	5.68	-8.06

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varphi$ ′	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
2.16.	20 30.4	-22 35	370 500	32.26	0.039	252.93	-5.46	4.60	-12.97
2.17.	21 27.8	-17 31	366 100	32.64	0.007	265.13	-4.29	3.20	-16.94
2.18.	22 22.9	-11 21	363 000	32.92	0.002	277.33	-2.86	1.57	-19.80
2.19.	23 16.2	-4 30	361 600	33.05	0.025	289.53	-1.27	-0.18	-21.47
2.20.	0 08.7	+2 37	361 700	33.04	0.077	301.73	0.37	-1.92	-21.97
2.21.	1 01.3	+9 33	363 400	32.89	0.153	313.92	1.93	-3.52	-21.28
2.22.	1 55.3	+15 53	366 200	32.63	0.247	326.11	3.33	-4.88	-19.38
2.23.	2 51.4	+21 14	369 900	32.30	0.353	338.29	4.50	-5.90	-16.25
2.24.	3 49.8	+25 17	374 100	31.94	0.464	350.47	5.39	-6.54	-12.00
2.25.	4 49.9	+27 47	378 500	31.57	0.575	2.64	5.98	-6.79	-6.86
2.26.	5 50.5	+28 36	382 800	31.21	0.679	14.80	6.26	-6.65	-1.26
2.27.	6 49.8	+27 46	386 900	30.88	0.773	26.96	6.25	-6.16	4.29
2.28.	7 46.4	+25 27	390 700	30.58	0.853	39.12	5.97	-5.37	9.34
3.01.	8 39.4	+21 54	394 200	30.32	0.917	51.27	5.44	-4.33	13.60
3.02.	9 28.8	+17 26	397 300	30.08	0.963	63.42	4.68	-3.09	16.96
3.03.	10 15.1	+12 18	400 000	29.88	0.991	75.56	3.73	-1.73	19.41
3.04.	10 59.0	+6 47	402 300	29.71	1.000	87.71	2.63	-0.30	21.02
3.05.	11 41.5	+1 05	404 100	29.57	0.990	99.86	1.39	1.13	21.83
3.06.	12 23.5	-4 37	405 300	29.48	0.963	112.00	0.06	2.50	21.87
3.07.	13 05.8	-10 07	405 800	29.44	0.919	124.15	-1.31	3.75	21.14
3.08.	13 49.5	-15 16	405 500	29.47	0.861	136.31	-2.68	4.85	19.61
3.09.	14 35.3	-19 52	404 200	29.56	0.789	148.47	-4.00	5.75	17.23
3.10.	15 24.0	-23 43	401 900	29.73	0.707	160.63	-5.20	6.40	13.97
3.11.	16 15.9	-26 35	398 400	29.99	0.615	172.80	-6.22	6.78	9.82
3.12.	17 10.9	-28 16	393 900	30.33	0.518	184.98	-7.00	6.86	4.94
3.13.	18 08.3	-28 31	388 600	30.75	0.416	197.16	-7.46	6.62	-0.43
3.14.	19 06.9	-27 13	382 500	31.24	0.316	209.35	-7.56	6.03	-5.88
3.15.	20 05.4	-24 20	376 300	31.76	0.219	221.55	-7.24	5.10	-10.95
3.16.	21 02.5	-19 57	370 200	32.28	0.134	233.75	-6.50	3.84	-15.28
3.17.	21 58.0	-14 18	364 900	32.75	0.065	245.96	-5.34	2.31	-18.62
3.18.	22 52.0	-7 42	360 800	33.12	0.019	258.17	-3.81	0.60	-20.85
3.19.	23 45.3	-0 34	358 400	33.34	0.000	270.38	-2.00	-1.19	-21.90
3.20.	0 39.0	+6 40	357 900	33.39	0.012	282.60	-0.06	-2.90	-21.74
3.21.	1 34.0	+13 30	359 200	33.27	0.054	294.81	1.89	-4.41	-20.29
3.22.	2 31.2	+19 28	362 300	32.99	0.122	307.02	3.68	-5.59	-17.53
3.23.	3 31.0	+24 09	366 600	32.59	0.210	319.23	5.19	-6.38	-13.50
3.24.	4 32.7	+27 14	371 800	32.14	0.312	331.43	6.33	-6.74	-8.43
3.25.	5 34.9	+28 32	377 400	31.66	0.419	343.62	7.04	-6.70	-2.77
3.26.	6 35.7	+28 05	383 000	31.20	0.527	355.81	7.33	-6.27	2.94
3.27.	7 33.5	+26 05	388 200	30.78	0.630	8.00	7.22	-5.54	8.19
3.28.	8 27.4	+22 48	392 900	30.41	0.725	20.18	6.75	-4.54	12.66
3.29.	9 17.4	+18 33	396 900	30.11	0.809	32.35	5.98	-3.35	16.23
3.30.	10 04.0	+13 36	400 100	29.86	0.880	44.52	4.98	-2.02	18.88
3.31.	10 48.1	+8 12	402 700	29.68	0.935	56.68	3.81	-0.62	20.69
4.01.	11 30.6	+2 34	404 500	29.54	0.974	68.85	2.53	0.80	21.70
4.02.	12 12.4	-3 07	405 700	29.45	0.995	81.01	1.18	2.17	21.94
4.03.	12 54.6	-8 40	406 300	29.41	0.999	93.17	-0.20	3.44	21.43
4.04.	13 37.9	-13 55	406 200	29.42	0.985	105.34	-1.56	4.57	20.12

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° '	$\Delta$ km	$\varnothing$ '	fázis	$C_N$	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
4.05.	14 23.1	-18 40	405 400	29.48	0.953	117.50	-2.87	5.51	17.97
4.06.	15 11.0	-22 43	403 900	29.59	0.905	129.67	-4.11	6.21	14.94
4.07.	16 01.9	-25 51	401 500	29.76	0.842	141.84	-5.23	6.64	11.04
4.08.	16 55.5	-27 51	398 300	30.00	0.765	154.02	-6.19	6.79	6.37
4.09.	17 51.5	-28 30	394 300	30.31	0.677	166.20	-6.94	6.62	1.19
4.10.	18 48.5	-27 42	389 400	30.69	0.579	178.39	-7.45	6.13	-4.15
4.11.	19 45.5	-25 23	383 900	31.13	0.475	190.58	-7.65	5.33	-9.25
4.12.	20 41.4	-21 39	378 000	31.62	0.369	202.79	-7.49	4.22	-13.74
4.13.	21 35.7	-16 38	372 000	32.12	0.266	214.99	-6.94	2.84	-17.38
4.14.	22 28.7	-10 35	366 500	32.61	0.171	227.21	-5.96	1.25	-20.02
4.15.	23 21.1	-3 48	361 900	33.02	0.091	239.43	-4.58	-0.46	-21.57
4.16.	0 14.0	+3 21	358 700	33.32	0.034	251.66	-2.85	-2.18	-21.98
4.17.	1 08.3	+10 24	357 200	33.45	0.004	263.89	-0.87	-3.76	-21.14
4.18.	2 05.3	+16 53	357 700	33.41	0.005	276.12	1.21	-5.08	-18.96
4.19.	3 05.3	+22 16	360 100	33.18	0.037	288.35	3.21	-6.03	-15.38
4.20.	4 08.3	+26 07	364 200	32.81	0.095	300.57	4.97	-6.55	-10.56
4.21.	5 12.6	+28 09	369 400	32.35	0.174	312.80	6.34	-6.63	-4.87
4.22.	6 16.1	+28 17	375 400	31.83	0.268	325.02	7.23	-6.29	1.07
4.23.	7 16.7	+26 41	381 600	31.31	0.369	337.23	7.63	-5.61	6.67
4.24.	8 12.9	+23 40	387 600	30.83	0.473	349.44	7.55	-4.65	11.49
4.25.	9 04.7	+19 35	392 900	30.41	0.575	1.64	7.04	-3.49	15.36
4.26.	9 52.5	+14 45	397 500	30.06	0.671	13.84	6.20	-2.19	18.28
4.27.	10 37.2	+9 27	401 100	29.79	0.758	26.03	5.10	-0.81	20.31
4.28.	11 20.0	+3 54	403 700	29.60	0.835	38.22	3.82	0.58	21.52
4.29.	12 01.8	-1 45	405 400	29.48	0.899	50.40	2.45	1.94	21.97
4.30.	12 43.7	-7 19	406 100	29.42	0.948	62.59	1.05	3.20	21.66
5.01.	13 26.7	-12 37	406 100	29.43	0.981	74.76	-0.33	4.33	20.56
5.02.	14 11.5	-17 30	405 400	29.48	0.997	86.94	-1.63	5.28	18.62
5.03.	14 58.9	-21 44	404 000	29.58	0.995	99.12	-2.84	6.01	15.80
5.04.	15 49.3	-25 05	402 100	29.72	0.975	111.30	-3.93	6.47	12.09
5.05.	16 42.5	-27 21	399 500	29.91	0.937	123.48	-4.88	6.65	7.58
5.06.	17 38.0	-28 19	396 500	30.14	0.882	135.67	-5.68	6.52	2.49
5.07.	18 34.6	-27 51	392 800	30.42	0.810	147.85	-6.31	6.09	-2.82
5.08.	19 31.0	-25 55	388 700	30.74	0.725	160.05	-6.74	5.35	-7.95
5.09.	20 26.1	-22 36	384 100	31.11	0.627	172.25	-6.93	4.32	-12.55
5.10.	21 19.4	-18 03	379 100	31.52	0.521	184.45	-6.84	3.04	-16.36
5.11.	22 11.1	-12 29	374 000	31.95	0.412	196.66	-6.43	1.56	-19.24
5.12.	23 01.9	-6 09	369 200	32.37	0.303	208.88	-5.67	-0.04	-21.13
5.13.	23 52.8	+0 38	364 900	32.75	0.202	221.11	-4.53	-1.68	-21.97
5.14.	0 45.0	+7 33	361 600	33.04	0.115	233.34	-3.04	-3.25	-21.68
5.15.	1 39.7	+14 10	359 700	33.22	0.050	245.58	-1.28	-4.61	-20.13
5.16.	2 37.9	+20 00	359 500	33.24	0.011	257.82	0.65	-5.66	-17.19
5.17.	3 39.9	+24 33	361 100	33.10	0.002	270.07	2.57	-6.32	-12.88
5.18.	4 44.7	+27 23	364 300	32.80	0.023	282.31	4.32	-6.53	-7.44
5.19.	5 50.2	+28 17	368 900	32.39	0.070	294.55	5.74	-6.30	-1.40
5.20.	6 53.7	+27 17	374 500	31.91	0.138	306.79	6.71	-5.70	4.54
5.21.	7 53.3	+24 39	380 500	31.40	0.222	319.02	7.18	-4.78	9.83
5.22.	8 47.9	+20 47	386 600	30.91	0.316	331.25	7.16	-3.62	14.15

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varphi$	fázis	$C_N$	$L_H$	$B_H$	$P_H$
5.23.	9 37.9	+16 04	392 200	30.47	0.414	343.48	6.70	-2.32	17.45
5.24.	10 24.2	+10 48	397 000	30.10	0.513	355.70	5.87	-0.94	19.79
5.25.	11 07.9	+5 16	400 800	29.81	0.610	7.91	4.76	0.45	21.26
5.26.	11 50.1	-0 23	403 500	29.62	0.700	20.12	3.48	1.80	21.93
5.27.	12 32.1	-5 58	405 000	29.50	0.783	32.32	2.10	3.07	21.84
5.28.	13 14.7	-11 20	405 500	29.47	0.855	44.52	0.72	4.20	20.97
5.29.	13 59.0	-16 18	404 900	29.51	0.914	56.71	-0.61	5.16	19.27
5.30.	14 45.9	-20 42	403 500	29.61	0.959	68.91	-1.82	5.90	16.69
5.31.	15 35.7	-24 17	401 500	29.76	0.988	81.10	-2.89	6.38	13.20
6.01.	16 28.6	-26 50	398 900	29.96	0.998	93.28	-3.79	6.58	8.84
6.02.	17 24.1	-28 06	396 000	30.18	0.989	105.47	-4.52	6.48	3.83
6.03.	18 21.1	-27 57	392 800	30.42	0.960	117.66	-5.07	6.06	-1.51
6.04.	19 17.9	-26 19	389 300	30.69	0.912	129.86	-5.45	5.34	-6.76
6.05.	20 13.5	-23 16	385 800	30.98	0.845	142.05	-5.66	4.33	-11.52
6.06.	21 07.0	-18 58	382 100	31.27	0.761	154.25	-5.68	3.09	-15.51
6.07.	21 58.4	-13 40	378 300	31.58	0.663	166.46	-5.50	1.65	-18.60
6.08.	22 48.4	-7 38	374 600	31.90	0.556	178.67	-5.09	0.10	-20.72
6.09.	23 37.8	-1 07	371 100	32.20	0.443	190.89	-4.41	-1.49	-21.85
6.10.	0 28.0	+5 35	368 000	32.47	0.331	203.12	-3.46	-3.01	-21.93
6.11.	1 20.1	+12 06	365 600	32.69	0.227	215.35	-2.24	-4.37	-20.85
6.12.	2 15.4	+18 02	364 100	32.82	0.136	227.59	-0.80	-5.45	-18.51
6.13.	3 14.6	+22 58	363 800	32.84	0.066	239.84	0.79	-6.18	-14.81
6.14.	4 17.5	+26 26	364 900	32.75	0.020	252.09	2.39	-6.50	-9.85
6.15.	5 22.6	+28 05	367 400	32.53	0.002	264.34	3.87	-6.39	-4.02
6.16.	6 27.5	+27 49	371 100	32.20	0.012	276.59	5.08	-5.87	2.07
6.17.	7 29.5	+25 45	375 900	31.79	0.047	288.84	5.93	-5.00	7.74
6.18.	8 27.0	+22 13	381 200	31.35	0.103	301.09	6.34	-3.86	12.55
6.19.	9 19.7	+17 40	386 700	30.90	0.176	313.33	6.30	-2.55	16.32
6.20.	10 08.1	+12 27	392 000	30.48	0.261	325.57	5.86	-1.14	19.05
6.21.	10 53.3	+6 52	396 600	30.13	0.353	337.81	5.05	0.29	20.85
6.22.	11 36.5	+1 10	400 400	29.85	0.448	350.03	3.98	1.68	21.81
6.23.	12 18.8	-4 30	403 000	29.65	0.544	2.26	2.73	2.97	21.97
6.24.	13 01.3	-9 57	404 300	29.55	0.637	14.48	1.39	4.13	21.36
6.25.	13 45.1	-15 02	404 400	29.55	0.725	26.69	0.05	5.11	19.93
6.26.	14 31.1	-19 36	403 400	29.62	0.805	38.89	-1.22	5.88	17.62
6.27.	15 20.1	-23 25	401 400	29.77	0.875	51.10	-2.34	6.39	14.40
6.28.	16 12.3	-26 16	398 600	29.98	0.932	63.30	-3.27	6.63	10.29
6.29.	17 07.4	-27 54	395 200	30.23	0.972	75.49	-3.98	6.56	5.41
6.30.	18 04.6	-28 07	391 600	30.51	0.995	87.69	-4.47	6.18	0.07
7.01.	19 02.4	-26 50	387 900	30.81	0.997	99.88	-4.73	5.48	-5.31
7.02.	19 59.1	-24 04	384 300	31.09	0.977	112.07	-4.79	4.48	-10.31
7.03.	20 53.9	-19 58	381 000	31.37	0.935	124.27	-4.67	3.22	-14.58
7.04.	21 46.4	-14 48	377 900	31.62	0.871	136.46	-4.37	1.77	-17.94
7.05.	22 36.9	-8 50	375 300	31.84	0.789	148.67	-3.92	0.20	-20.31
7.06.	23 26.3	-2 24	373 000	32.03	0.690	160.87	-3.31	-1.40	-21.69
7.07.	0 15.7	+4 14	371 200	32.20	0.581	173.09	-2.54	-2.93	-22.03
7.08.	1 06.4	+10 42	369 700	32.32	0.467	185.31	-1.63	-4.30	-21.27
7.09.	1 59.6	+16 41	368 800	32.40	0.354	197.54	-0.57	-5.41	-19.33

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D o'	$\Delta$ km	$\varrho$ '	fázis	$C_N$ o	$L_H$ o	$B_H$ o	$P_H$ o
7.10.	2 56.2	+21 47	368 500	32.42	0.248	209.77	0.60	-6.18	-16.11
7.11.	3 56.4	+25 36	369 000	32.38	0.155	222.01	1.80	-6.57	-11.65
7.12.	4 59.5	+27 48	370 300	32.27	0.081	234.26	2.98	-6.54	-6.18
7.13.	6 03.6	+28 10	372 600	32.07	0.030	246.51	4.02	-6.11	-0.21
7.14.	7 06.1	+26 42	375 700	31.80	0.004	258.76	4.85	-5.32	5.62
7.15.	8 05.2	+23 40	379 600	31.48	0.004	271.01	5.37	-4.22	10.77
7.16.	8 59.8	+19 24	384 000	31.12	0.027	283.26	5.55	-2.92	14.96
7.17.	9 50.2	+14 19	388 700	30.74	0.071	295.51	5.37	-1.49	18.12
7.18.	10 36.9	+8 45	393 200	30.39	0.132	307.76	4.84	-0.01	20.29
7.19.	11 21.2	+2 59	397 300	30.07	0.207	320.00	4.02	1.43	21.57
7.20.	12 04.2	-2 47	400 700	29.82	0.291	332.24	2.95	2.79	22.02
7.21.	12 46.8	-8 22	403 000	29.65	0.382	344.47	1.72	4.00	21.68
7.22.	13 30.3	-13 36	404 100	29.57	0.476	356.70	0.41	5.04	20.53
7.23.	14 15.5	-18 21	403 900	29.59	0.570	8.92	-0.89	5.86	18.53
7.24.	15 03.2	-22 24	402 500	29.69	0.663	21.14	-2.11	6.44	15.63
7.25.	15 54.1	-25 34	399 900	29.88	0.750	33.34	-3.18	6.74	11.83
7.26.	16 48.1	-27 36	396 400	30.15	0.830	45.55	-4.03	6.74	7.20
7.27.	17 44.7	-28 18	392 200	30.47	0.898	57.75	-4.62	6.42	1.98
7.28.	18 42.7	-27 30	387 600	30.83	0.952	69.94	-4.92	5.78	-3.46
7.29.	19 40.4	-25 09	383 100	31.19	0.986	82.13	-4.94	4.82	-8.68
7.30.	20 36.7	-21 22	378 900	31.54	0.999	94.32	-4.68	3.58	-13.29
7.31.	21 30.8	-16 23	375 300	31.84	0.988	106.51	-4.18	2.11	-17.01
8.01.	22 22.9	-10 27	372 400	32.09	0.952	118.70	-3.47	0.50	-19.74
8.02.	23 13.5	-3 57	370 400	32.26	0.892	130.89	-2.61	-1.16	-21.43
8.03.	0 03.7	+2 47	369 200	32.36	0.811	143.09	-1.63	-2.76	-22.06
8.04.	0 54.5	+9 24	368 900	32.39	0.713	155.29	-0.59	-4.19	-21.58
8.05.	1 47.2	+15 33	369 200	32.36	0.603	167.50	0.49	-5.37	-19.92
8.06.	2 42.7	+20 51	370 100	32.29	0.488	179.72	1.55	-6.20	-17.02
8.07.	3 41.3	+24 57	371 500	32.17	0.375	191.94	2.57	-6.66	-12.89
8.08.	4 42.7	+27 31	373 300	32.01	0.269	204.17	3.48	-6.70	-7.73
8.09.	5 45.4	+28 20	375 600	31.82	0.176	216.40	4.26	-6.35	-1.96
8.10.	6 47.3	+27 24	378 300	31.59	0.100	228.64	4.84	-5.63	3.85
8.11.	7 46.5	+24 50	381 300	31.34	0.044	240.88	5.20	-4.61	9.17
8.12.	8 41.8	+20 58	384 800	31.06	0.011	253.13	5.31	-3.34	13.64
8.13.	9 33.1	+16 08	388 500	30.76	0.000	265.37	5.14	-1.93	17.13
8.14.	10 20.9	+10 41	392 300	30.46	0.012	277.62	4.70	-0.43	19.63
8.15.	11 06.0	+4 56	396 000	30.18	0.043	289.87	4.01	1.05	21.23
8.16.	11 49.4	-0 55	399 300	29.93	0.092	302.11	3.08	2.47	21.98
8.17.	12 32.3	-6 37	402 000	29.72	0.156	314.35	1.97	3.75	21.91
8.18.	13 15.6	-12 01	403 800	29.59	0.231	326.58	0.73	4.86	21.04
8.19.	14 00.1	-16 57	404 600	29.53	0.316	338.81	-0.57	5.75	19.34
8.20.	14 46.8	-21 14	404 200	29.57	0.407	351.03	-1.87	6.40	16.75
8.21.	15 36.3	-24 42	402 500	29.69	0.502	3.25	-3.09	6.78	13.28
8.22.	16 28.7	-27 07	399 500	29.91	0.598	15.46	-4.16	6.87	8.96
8.23.	17 23.8	-28 18	395 500	30.21	0.692	27.66	-5.00	6.64	3.98
8.24.	18 20.7	-28 03	390 600	30.59	0.780	39.86	-5.57	6.11	-1.37
8.25.	19 18.2	-26 17	385 300	31.02	0.860	52.05	-5.81	5.25	-6.69
8.26.	20 15.0	-23 02	379 800	31.46	0.926	64.24	-5.70	4.10	-11.56

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varnothing$ ′	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
8.27.	21 10.2	-18 26	374 700	31.90	0.973	76.42	-5.23	2.68	-15.68
8.28.	22 03.7	-12 45	370 200	32.28	0.997	88.60	-4.42	1.07	-18.84
8.29.	22 55.7	-6 16	366 900	32.57	0.996	100.78	-3.32	-0.63	-20.96
8.30.	23 47.2	+0 37	364 900	32.75	0.967	112.96	-2.01	-2.32	-21.99
8.31.	0 39.2	+7 31	364 200	32.81	0.911	125.14	-0.57	-3.86	-21.86
9.01.	1 32.7	+14 00	364 800	32.76	0.832	137.32	0.90	-5.15	-20.52
9.02.	2 28.6	+19 41	366 500	32.61	0.735	149.51	2.30	-6.09	-17.89
9.03.	3 27.4	+24 10	369 000	32.38	0.627	161.71	3.54	-6.64	-13.99
9.04.	4 28.7	+27 08	372 200	32.11	0.513	173.91	4.58	-6.77	-9.00
9.05.	5 31.2	+28 21	375 600	31.81	0.401	186.12	5.36	-6.49	-3.33
9.06.	6 32.9	+27 48	379 200	31.51	0.296	198.33	5.86	-5.84	2.48
9.07.	7 32.0	+25 38	382 800	31.21	0.203	210.55	6.08	-4.88	7.88
9.08.	8 27.5	+22 07	386 400	30.92	0.125	222.78	6.04	-3.68	12.52
9.09.	9 19.0	+17 35	389 900	30.64	0.064	235.01	5.74	-2.31	16.23
9.10.	10 07.0	+12 21	393 300	30.38	0.023	247.24	5.21	-0.85	18.98
9.11.	10 52.4	+6 42	396 500	30.14	0.003	259.48	4.47	0.64	20.84
9.12.	11 36.1	+0 54	399 400	29.92	0.002	271.71	3.55	2.08	21.84
9.13.	12 19.0	-4 52	402 000	29.73	0.021	283.94	2.48	3.40	22.04
9.14.	13 02.1	-10 23	404 000	29.58	0.057	296.18	1.29	4.56	21.43
9.15.	13 46.2	-15 29	405 300	29.49	0.110	308.40	0.02	5.51	19.99
9.16.	14 32.2	-19 59	405 600	29.46	0.176	320.63	-1.29	6.23	17.68
9.17.	15 20.5	-23 42	405 000	29.51	0.253	332.85	-2.59	6.68	14.50
9.18.	16 11.5	-26 27	403 100	29.64	0.340	345.06	-3.83	6.85	10.48
9.19.	17 05.0	-28 01	400 100	29.86	0.433	357.27	-4.94	6.72	5.75
9.20.	18 00.3	-28 16	396 000	30.18	0.531	9.47	-5.84	6.29	0.58
9.21.	18 56.5	-27 06	390 900	30.57	0.630	21.66	-6.49	5.56	-4.68
9.22.	19 52.5	-24 28	385 000	31.04	0.726	33.85	-6.79	4.53	-9.67
9.23.	20 47.4	-20 29	378 900	31.54	0.816	46.03	-6.71	3.24	-14.05
9.24.	21 41.0	-15 17	372 900	32.05	0.894	58.20	-6.21	1.72	-17.60
9.25.	22 33.4	-9 08	367 500	32.52	0.953	70.37	-5.27	0.06	-20.18
9.26.	23 25.4	-2 20	363 200	32.90	0.990	82.53	-3.94	-1.65	-21.70
9.27.	0 18.0	+4 43	360 500	33.15	0.999	94.70	-2.29	-3.27	-22.07
9.28.	1 12.1	+11 35	359 400	33.25	0.978	106.86	-0.43	-4.69	-21.20
9.29.	2 08.9	+17 47	360 100	33.18	0.929	119.02	1.47	-5.78	-18.98
9.30.	3 08.7	+22 51	362 500	32.97	0.855	131.19	3.27	-6.46	-15.37
10.01.	4 11.3	+26 23	366 000	32.64	0.763	143.36	4.83	-6.70	-10.53
10.02.	5 15.2	+28 07	370 500	32.25	0.658	155.54	6.05	-6.50	-4.85
10.03.	6 18.4	+28 00	375 400	31.83	0.548	167.72	6.87	-5.92	1.08
10.04.	7 18.7	+26 11	380 400	31.41	0.438	179.91	7.28	-5.02	6.67
10.05.	8 15.1	+22 57	385 300	31.02	0.335	192.11	7.31	-3.87	11.52
10.06.	9 07.2	+18 39	389 700	30.66	0.241	204.31	7.00	-2.54	15.43
10.07.	9 55.6	+13 37	393 700	30.35	0.160	216.52	6.40	-1.11	18.39
10.08.	10 41.1	+8 08	397 200	30.08	0.094	228.73	5.58	0.34	20.45
10.09.	11 24.7	+2 25	400 200	29.86	0.045	240.95	4.59	1.76	21.67
10.10.	12 07.5	-3 19	402 600	29.68	0.014	253.16	3.47	3.08	22.09
10.11.	12 50.3	-8 52	404 500	29.54	0.001	265.38	2.26	4.26	21.70
10.12.	13 34.0	-14 05	405 800	29.45	0.007	277.60	0.99	5.24	20.50
10.13.	14 19.4	-18 44	406 400	29.40	0.030	289.82	-0.31	6.00	18.43

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varphi$	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
10.14.	15 07.1	-22 40	406 400	29.41	0.071	302.03	-1.62	6.49	15.49
10.15.	15 57.2	-25 40	405 400	29.47	0.126	314.24	-2.90	6.71	11.70
10.16.	16 49.7	-27 34	403 600	29.61	0.195	326.45	-4.13	6.64	7.18
10.17.	17 43.9	-28 11	400 700	29.82	0.276	338.65	-5.25	6.29	2.17
10.18.	18 38.9	-27 28	396 800	30.11	0.367	350.84	-6.21	5.64	-3.00
10.19.	19 33.6	-25 21	392 000	30.49	0.465	3.03	-6.94	4.72	-8.00
10.20.	20 27.3	-21 56	386 300	30.93	0.567	15.21	-7.37	3.55	-12.50
10.21.	21 19.8	-17 20	380 100	31.44	0.670	27.38	-7.43	2.17	-16.28
10.22.	22 11.1	-11 43	373 800	31.97	0.768	39.55	-7.06	0.62	-19.20
10.23.	23 02.1	-5 20	367 800	32.49	0.857	51.71	-6.21	-1.02	-21.16
10.24.	23 53.6	+1 31	362 700	32.95	0.928	63.86	-4.89	-2.63	-22.06
10.25.	0 46.8	+8 28	359 000	33.29	0.977	76.01	-3.15	-4.11	-21.79
10.26.	1 42.9	+15 03	357 000	33.47	0.998	88.16	-1.11	-5.32	-20.19
10.27.	2 42.7	+20 45	357 000	33.47	0.988	100.30	1.07	-6.15	-17.12
10.28.	3 46.1	+25 03	359 000	33.29	0.949	112.44	3.19	-6.54	-12.63
10.29.	4 51.9	+27 33	362 600	32.95	0.884	124.59	5.07	-6.46	-7.02
10.30.	5 57.8	+28 04	367 600	32.51	0.798	136.74	6.54	-5.95	-0.90
10.31.	7 01.1	+26 41	373 300	32.01	0.700	148.90	7.53	-5.09	5.04
11.01.	8 00.2	+23 44	379 400	31.50	0.595	161.07	8.02	-3.96	10.26
11.02.	8 54.3	+19 37	385 300	31.02	0.490	173.24	8.03	-2.65	14.51
11.03.	9 44.1	+14 42	390 700	30.59	0.387	185.41	7.63	-1.24	17.75
11.04.	10 30.3	+9 18	395 400	30.22	0.293	197.60	6.90	0.20	20.04
11.05.	11 14.2	+3 39	399 300	29.93	0.208	209.79	5.93	1.60	21.46
11.06.	11 56.9	-2 02	402 300	29.70	0.136	221.98	4.78	2.92	22.08
11.07.	12 39.5	-7 35	404 500	29.54	0.078	234.18	3.53	4.08	21.90
11.08.	13 22.8	-12 50	405 900	29.44	0.035	246.38	2.23	5.07	20.91
11.09.	14 07.7	-17 36	406 600	29.39	0.010	258.58	0.91	5.83	19.07
11.10.	14 54.9	-21 42	406 600	29.39	0.002	270.78	-0.39	6.34	16.35
11.11.	15 44.5	-24 55	406 000	29.44	0.012	282.98	-1.65	6.58	12.75
11.12.	16 36.6	-27 04	404 700	29.53	0.039	295.19	-2.87	6.54	8.39
11.13.	17 30.4	-27 59	402 700	29.67	0.084	307.38	-4.01	6.21	3.47
11.14.	18 25.0	-27 34	400 000	29.87	0.144	319.58	-5.06	5.60	-1.67
11.15.	19 19.3	-25 48	396 500	30.13	0.219	331.77	-5.97	4.73	-6.69
11.16.	20 12.4	-22 46	392 300	30.46	0.306	343.95	-6.71	3.62	-11.27
11.17.	21 03.8	-18 35	387 400	30.85	0.404	356.12	-7.20	2.31	-15.19
11.18.	21 53.8	-13 26	381 900	31.29	0.508	8.29	-7.38	0.86	-18.31
11.19.	22 43.1	-7 32	376 100	31.77	0.615	20.45	-7.18	-0.68	-20.55
11.20.	23 32.5	-1 05	370 400	32.26	0.720	32.61	-6.54	-2.23	-21.85
11.21.	0 23.3	+5 37	365 200	32.72	0.817	44.76	-5.43	-3.68	-22.09
11.22.	1 16.7	+12 13	361 000	33.10	0.899	56.90	-3.88	-4.93	-21.13
11.23.	2 13.9	+18 15	358 200	33.36	0.959	69.03	-1.95	-5.87	-18.79
11.24.	3 15.6	+23 12	357 200	33.45	0.993	81.16	0.19	-6.39	-14.96
11.25.	4 21.2	+26 33	358 200	33.36	0.996	93.29	2.36	-6.46	-9.76
11.26.	5 28.9	+27 56	361 000	33.10	0.969	105.42	4.35	-6.06	-3.65
11.27.	6 35.4	+27 16	365 500	32.69	0.916	117.56	5.98	-5.26	2.62
11.28.	7 38.3	+24 46	371 100	32.20	0.842	129.69	7.14	-4.15	8.36
11.29.	8 36.0	+20 53	377 400	31.67	0.753	141.83	7.78	-2.81	13.13
11.30.	9 28.6	+16 03	383 700	31.14	0.656	153.98	7.90	-1.37	16.81



dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	$\Delta$ km	$\varphi$ ′	fázis	$C_N$ °	$L_H$ °	$B_H$ °	$P_H$ °
12.01.	10 16.9	+10 38	389 800	30.66	0.555	166.14	7.57	0.10	19.45
12.02.	11 02.1	+4 57	395 100	30.25	0.455	178.30	6.86	1.53	21.16
12.03.	11 45.5	-0 46	399 400	29.92	0.359	190.46	5.87	2.86	22.01
12.04.	12 28.2	-6 22	402 700	29.67	0.270	202.64	4.69	4.04	22.06
12.05.	13 11.3	-11 40	404 900	29.51	0.191	214.81	3.40	5.03	21.29
12.06.	13 55.7	-16 32	406 000	29.43	0.123	227.00	2.07	5.80	19.68
12.07.	14 42.3	-20 47	406 200	29.42	0.069	239.18	0.75	6.32	17.19
12.08.	15 31.4	-24 12	405 600	29.46	0.029	251.37	-0.52	6.58	13.81
12.09.	16 23.1	-26 36	404 200	29.56	0.007	263.56	-1.70	6.55	9.60
12.10.	17 16.9	-27 48	402 400	29.70	0.002	275.76	-2.79	6.23	4.77
12.11.	18 11.8	-27 40	400 000	29.87	0.016	287.95	-3.77	5.62	-0.39
12.12.	19 06.6	-26 10	397 200	30.08	0.049	300.14	-4.63	4.75	-5.50
12.13.	20 00.1	-23 22	394 000	30.33	0.101	312.32	-5.37	3.65	-10.23
12.14.	20 51.7	-19 25	390 400	30.60	0.169	324.50	-5.95	2.35	-14.31
12.15.	21 41.5	-14 31	386 500	30.92	0.253	336.68	-6.33	0.92	-17.60
12.16.	22 29.9	-8 52	382 200	31.26	0.349	348.85	-6.47	-0.59	-20.04
12.17.	23 17.9	-2 43	377 700	31.64	0.454	1.01	-6.32	-2.10	-21.58
12.18.	0 06.4	+3 43	373 200	32.02	0.565	13.17	-5.82	-3.52	-22.16
12.19.	0 57.0	+10 07	368 900	32.39	0.674	25.32	-4.94	-4.77	-21.66
12.20.	1 50.7	+16 09	365 200	32.72	0.778	37.46	-3.69	-5.75	-19.94
12.21.	2 48.7	+21 23	362 400	32.97	0.867	49.59	-2.10	-6.36	-16.82
12.22.	3 51.3	+25 20	361 000	33.10	0.937	61.72	-0.30	-6.55	-12.29
12.23.	4 57.4	+27 33	361 100	33.09	0.982	73.85	1.58	-6.29	-6.59
12.24.	6 04.7	+27 45	362 900	32.93	0.999	85.97	3.36	-5.60	-0.31
12.25.	7 10.2	+25 59	366 300	32.62	0.986	98.10	4.89	-4.54	5.81
12.26.	8 11.3	+22 33	371 000	32.21	0.948	110.22	6.04	-3.21	11.14
12.27.	9 07.4	+17 55	376 600	31.73	0.888	122.35	6.73	-1.72	15.40
12.28.	9 58.6	+12 31	382 600	31.23	0.812	134.48	6.95	-0.18	18.54
12.29.	10 46.1	+6 44	388 500	30.76	0.724	146.62	6.73	1.33	20.66
12.30.	11 31.0	+0 52	394 000	30.33	0.630	158.77	6.12	2.73	21.84
12.31.	12 14.6	-4 53	398 500	29.98	0.533	170.92	5.21	3.97	22.16

## A Hold földközlelben:

1.22.13 <sup>h</sup>	2.19.10 <sup>h</sup>	3.19.19 <sup>h</sup>	4.17.06 <sup>h</sup>
5.15.15 <sup>h</sup>	6.12.17 <sup>h</sup>	7.09.22 <sup>h</sup>	8.04.00 <sup>h</sup>
8.31.00 <sup>h</sup>	9.28.02 <sup>h</sup>	10.26.12 <sup>h</sup>	11.24.00 <sup>h</sup>
12.22.10 <sup>h</sup>			

## A Hold földtávolban:

1.10.16 <sup>h</sup>	2.07.13 <sup>h</sup>	3.07.04 <sup>h</sup>	4.03.09 <sup>h</sup>
4.30.11 <sup>h</sup>	5.27.22 <sup>h</sup>	6.24.14 <sup>h</sup>	7.22.09 <sup>h</sup>
8.19.03 <sup>h</sup>	9.15.21 <sup>h</sup>	10.13.10 <sup>h</sup>	11.09.13 <sup>h</sup>
12.06.17 <sup>h</sup>			

## A colongitudo változása (fok)

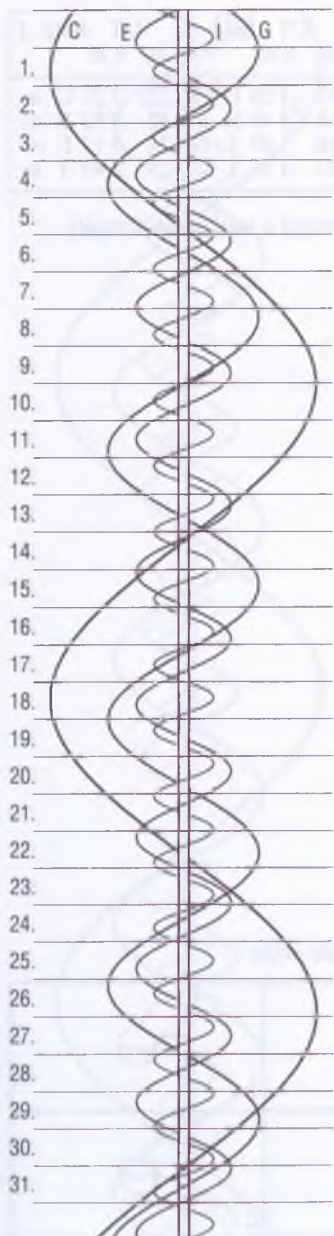
óra	perc											
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
0	0.00	0.04	0.08	0.12	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.38	0.42	0.46
1	0.51	0.55	0.59	0.64	0.68	0.72	0.76	0.81	0.85	0.89	0.93	0.98
2	1.02	1.06	1.10	1.15	1.19	1.23	1.27	1.32	1.36	1.40	1.44	1.49
3	1.52	1.56	1.60	1.65	1.69	1.73	1.77	1.82	1.86	1.90	1.94	1.99
4	2.03	2.07	2.11	2.15	2.20	2.24	2.28	2.33	2.37	2.41	2.45	2.50
5	2.54	2.58	2.62	2.67	2.71	2.75	2.79	2.84	2.88	2.92	2.96	3.01
6	3.05	3.09	3.13	3.18	3.22	3.26	3.30	3.35	3.39	3.43	3.47	3.52
7	3.56	3.60	3.64	3.69	3.73	3.77	3.81	3.86	3.90	3.94	3.98	4.03
8	4.06	4.10	4.14	4.19	4.23	4.27	4.31	4.36	4.40	4.44	4.48	4.53
9	4.57	4.61	4.65	4.70	4.74	4.78	4.82	4.87	4.91	4.95	4.99	5.04
10	5.08	5.12	5.16	5.21	5.25	5.29	5.33	5.38	5.42	5.46	5.50	5.55
11	5.59	5.63	5.67	5.72	5.76	5.80	5.84	5.89	5.93	5.97	6.01	6.06
12	6.09	6.13	6.17	6.22	6.26	6.30	6.34	6.39	6.43	6.47	6.51	6.56
13	6.60	6.64	6.68	6.73	6.77	6.81	6.85	6.90	6.94	6.98	7.02	7.07
14	7.11	7.15	7.19	7.24	7.28	7.32	7.36	7.41	7.45	7.49	7.53	7.58
15	7.62	7.66	7.70	7.75	7.79	7.83	7.87	7.92	7.96	8.00	8.04	8.09
16	8.13	8.17	8.21	8.26	8.30	8.34	8.38	8.43	8.47	8.51	8.55	8.60
17	8.65	8.69	8.73	8.78	8.82	8.86	8.90	8.95	8.99	9.03	9.07	9.11
18	9.14	9.18	9.22	9.27	9.31	9.35	9.39	9.44	9.48	9.52	9.56	9.61
19	9.65	9.69	9.73	9.78	9.82	9.86	9.90	9.95	9.99	10.03	10.07	10.12
20	10.16	10.20	10.24	10.29	10.33	10.37	10.41	10.46	10.50	10.54	10.58	10.63
21	10.67	10.71	10.75	10.80	10.84	10.88	10.92	10.97	11.01	11.05	11.09	11.14
22	11.17	11.21	11.25	11.30	11.34	11.38	11.42	11.47	11.51	11.55	11.59	11.64
23	11.68	11.72	11.76	11.81	11.85	11.89	11.93	11.97	12.02	12.06	12.10	12.15

Perc segédtáblázat

	perc									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
változás	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.08

A táblázatnak elsősorban a Hold megfigyelésekor vehetjük hasznát a colongitudo pillanatnyi értékének meghatározásában. A *Hold adatai* táblázatban szereplő colongitudo az adott napon  $0^h$  UT-re vonatkozik. A megfigyelés időpontjának UT adatát keressük ki a fenti fő táblázatból. Az ott talált értéket adjuk hozzá a  $0^h$  UT-re vonatkozó colongitudohoz. Ha nagyobb pontosságra van szükségünk, használjuk a perces változásokat tartalmazó segédtáblázatot is.

## Jupiter-holdak – január



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
		21. 4 21 E ák 24. 4 30 G ák

### Jelölések a Jupiter-holdak táblázataiban

A holdakat kezdőbetűjükkel rövidítjük:

I = Io                      E = Europa

G = Ganymedes        C = Callisto

J = a megfigyelhető jelenség:

f = fogyatkozás: a hold a Jupiter árnyékában

á = átvonulás: a hold árnyéka a Jupiteren

e = előtte: a hold a Jupiter korongja előtt

m = mögötte: a hold a Jupiter korongja mögött

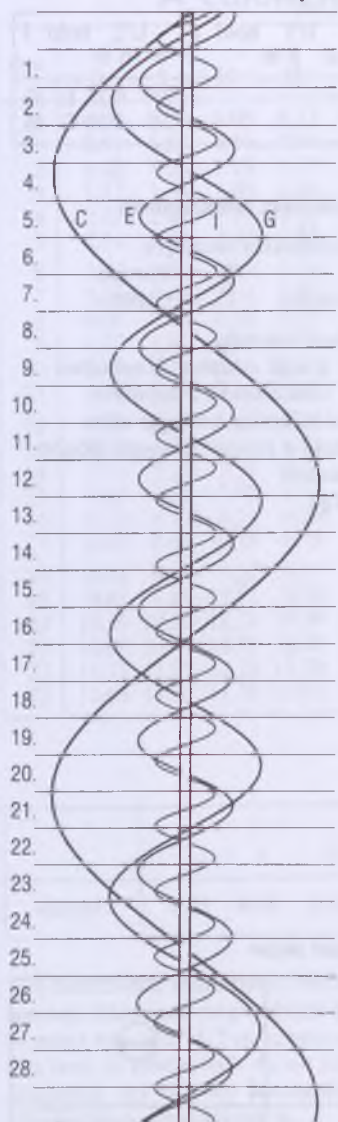
k = a jelenség kezdete

v = a jelenség vége

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – február



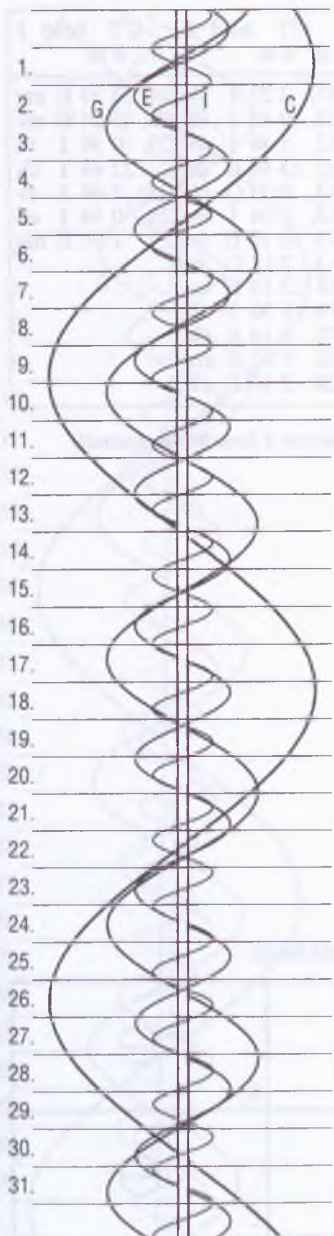
UT hold J		UT hold J		UT hold J		
d	h m	d	h m	d	h m	
6.	3 44 E	fk	15.	3 38 E	ek	
8.	3 28 E	ev	15.	3 49 E	áv	
8.	3 53 I	fk	16.	4 07 I	ek	
9.	4 21 I	ev	17.	3 36 I	mv	
				22.	3 21 G	ev
				22.	3 52 E	ák
				24.	3 17 E	mv
				25.	2 43 I	ev

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – március



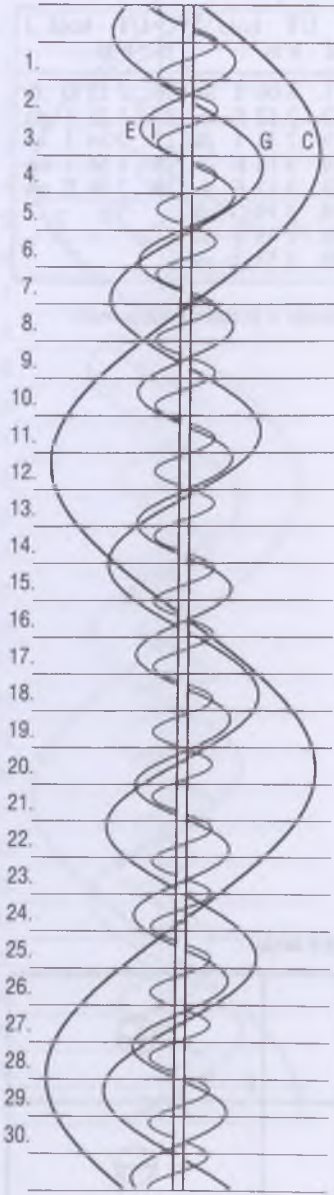
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
1.	2 22 G	11.	3 06 I	26.	2 13 G
2.	3 22 E	12.	3 12 E	27.	1 21 I
3.	3 23 E	19.	2 14 I	27.	2 34 I
4.	2 27 I	19.	3 14 E	28.	1 58 I
4.	3 23 I	19.	3 17 E	28.	2 56 E
10.	3 24 E	19.	3 19 G		
		20.	1 38 I		
		20.	2 53 I		

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

### Jupiter-holdak – április



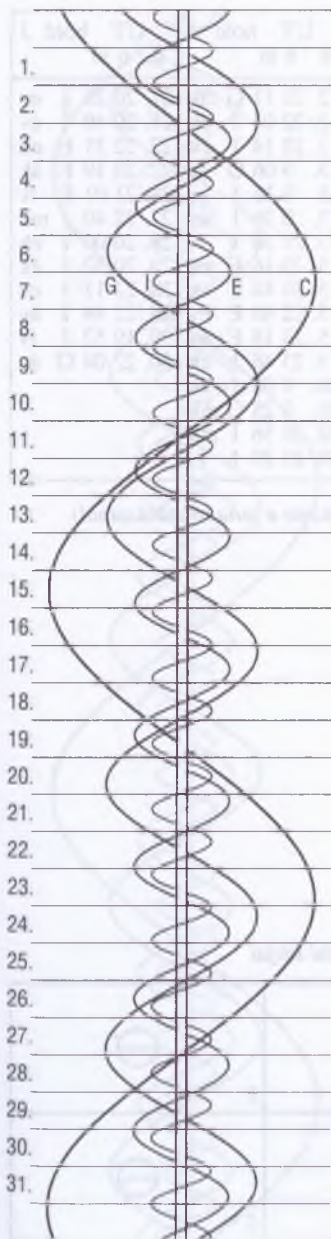
UT hold J		UT hold J		UT hold J	
d	h m	d	h m	d	h m
4.	0 28 I	fk	11.	2 21 I	fk
4.	0 30 E	fk	12.	0 41 I	ek
5.	1 03 I	ev	12.	1 48 I	áv
6.	0 46 G	ek	12.	23 48 E	ek
6.	2 50 G	ev	13.	0 03 G	ák
			13.	0 04 I	mv
			13.	0 13 E	áv
			13.	2 12 G	áv
			13.	2 18 E	ev
			19.	1 30 I	ák
			20.	0 14 E	ák
			20.	1 52 I	mv
			20.	2 10 E	ek
			21.	23 30 E	mv
			23.	23 54 G	mv
			27.	0 36 I	fk
			27.	22 44 I	ek
			28.	0 04 I	áv
			28.	0 54 I	ev
			29.	1 51 E	mv

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

### Jupiter-holdak – május



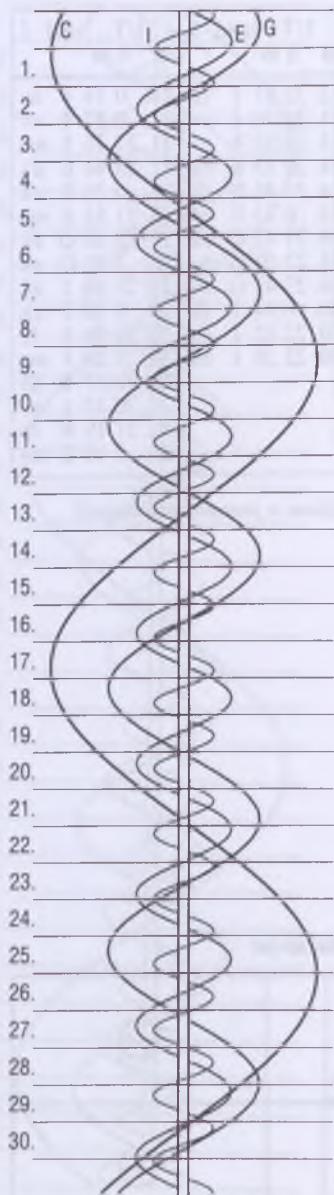
UT hold J		UT hold J		UT hold J		
d	h m	d	h m	d	h m	
1.	0 13 G	fv	12. 22 51 I	fk	21. 0 14 I	áv
1.	1 16 G	mk	13. 22 20 I	áv	21. 0 37 I	ev
4.	23 46 I	ák	13. 22 52 I	ev	21. 21 45 I	mv
5.	0 30 I	ek	14. 22 13 E	ek	21. 23 44 E	ák
5.	23 50 I	mv	14. 23 43 E	áv	22. 0 28 E	ek
6.	0 12 E	fk	15. 0 43 E	ev	23. 21 55 E	mv
7.	22 27 E	ev	18. 21 42 G	ek	25. 23 50 G	ák
			18. 22 07 G	áv	26. 1 00 G	ek
			18. 23 47 G	ev	27. 23 56 I	ák
			20. 0 44 I	fk	28. 0 10 I	ek
			20. 22 02 I	ák	28. 21 06 I	fk
			20. 22 26 I	ek	28. 23 29 I	mv
					29. 20 37 I	áv
					29. 20 47 I	ev
					30. 21 19 E	fk
					31. 0 10 E	mv

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – június



UT hold J		UT hold J		UT hold J							
d	h m	d	h m	d	h m						
4.	23 00	I	fk	12.	21 11	G	mk	21.	20 26	I	ev
5.	20 07	G	fv	12.	22 04	I	ek	21.	20 49	I	áv
5.	20 19	I	ák	12.	22 14	I	ák	22.	22 31	E	ek
5.	20 20	I	ek	13.	0 06	G	fv	22.	23 19	E	ák
5.	22 31	I	ev	13.	0 15	I	ev	24.	21 01	E	fv
5.	22 31	I	áv	13.	0 26	I	áv	27.	22 40	I	mk
6.	23 53	E	mk	13.	21 34	I	fv	28.	20 00	I	ek
8.	20 33	E	ev	15.	20 16	E	ek	28.	20 32	I	ák
8.	20 43	E	áv	15.	20 44	E	ák	28.	22 11	I	ev
				15.	22 48	E	ev	28.	22 44	I	áv
				15.	23 18	E	áv	29.	19 52	I	fv
				19.	23 48	I	ek	30.	22 04	G	áv
				20.	0 08	I	ák				
				20.	0 28	G	mk				
				20.	20 56	I	mk				
				20.	23 29	I	fv				

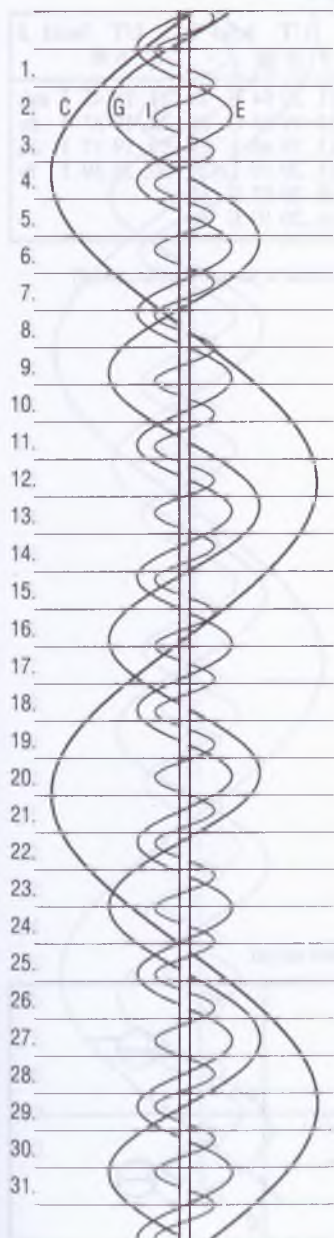
(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	



## Jupiter-holdak – július



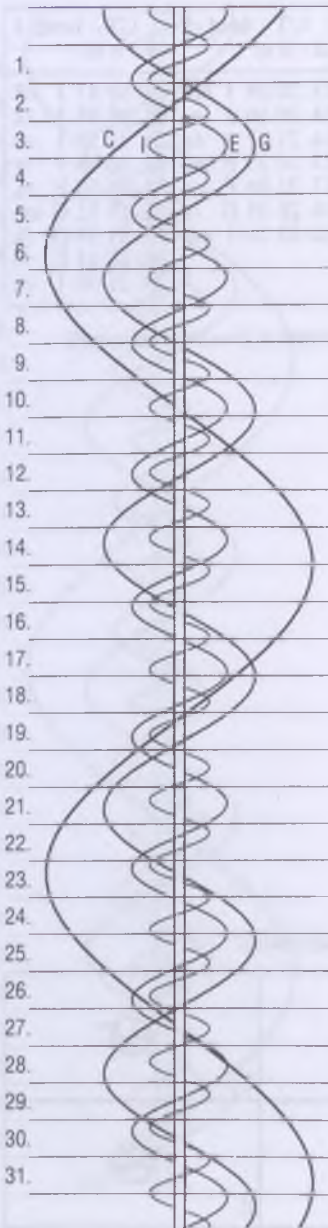
UT hold J	UT hold J	UT hold J
d h m	d h m	d h m
1. 19 50 E mk	13. 20 39 I mk	21. 19 47 I ek
1. 23 37 E fv	14. 20 10 I ev	21. 20 45 I ák
5. 21 46 I ek	14. 21 02 I áv	21. 21 58 I ev
5. 22 26 I ák	17. 20 23 E ák	22. 20 05 I fv
6. 21 46 I fv	17. 21 08 E ev	24. 20 58 E ek
7. 20 50 G ek	18. 20 05 G fv	25. 19 52 G mv
7. 23 02 G ev	20. 22 26 I mk	25. 21 39 G fk
8. 22 08 E mk		26. 20 44 E fv
10. 20 21 E áv		28. 21 36 I ek

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

### Jupiter-holdak – augusztus



UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
1. 21 10 G mk	11. 20 04 E áv	21. 18 45 I mk
5. 20 33 I mk	12. 19 38 G ák	22. 19 33 I áv
6. 20 05 I ev	13. 19 46 I ek	29. 19 17 I ák
6. 21 15 I áv	14. 20 19 I fv	30. 18 39 I fv
9. 20 57 E mk	18. 20 07 E ák	
	18. 20 10 E ev	

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

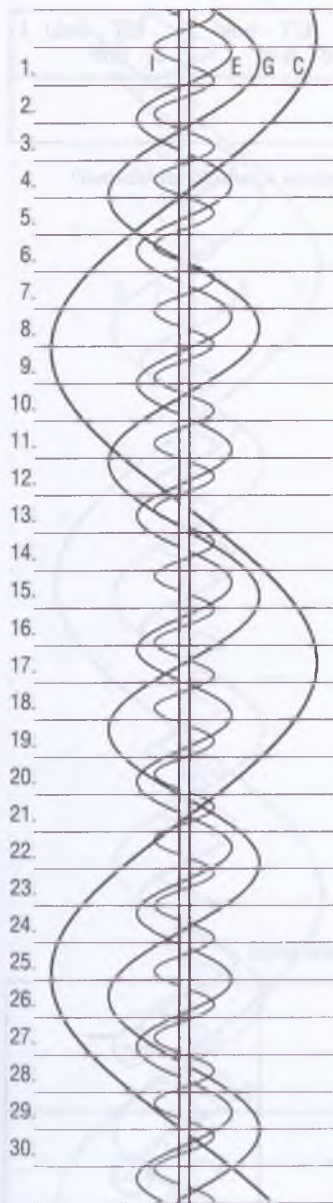
A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – szeptember

UT hold J d h m	UT hold J d h m	UT hold J d h m
6. 18 52 G mv	14. 18 32 I ev 17. 18 06 G áv	21. 18 17 I ek 29. 17 24 I mk

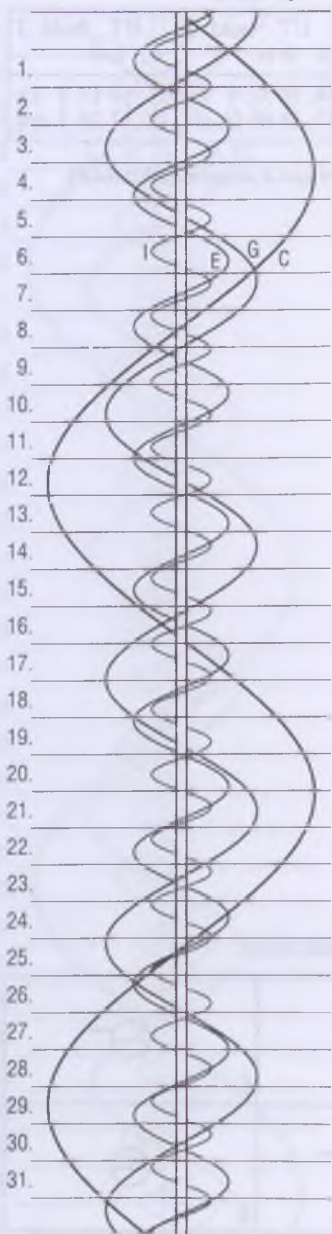
(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)



A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – október



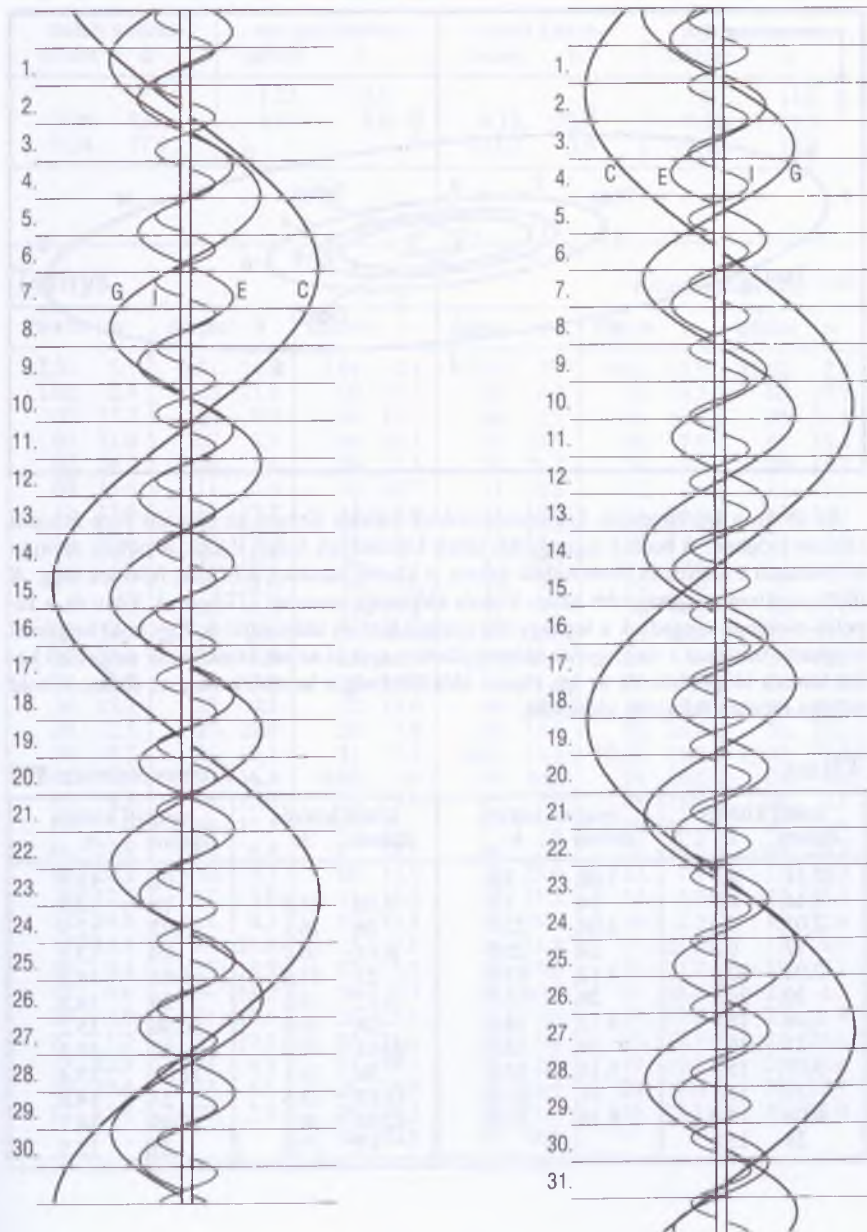
UT hold J	UT hold J	UT hold J
d h m	d h m	d h m
7. 17 05 E áv		
8. 17 14 I fv		

(A jelölések magyarázata a januári táblázatnál)

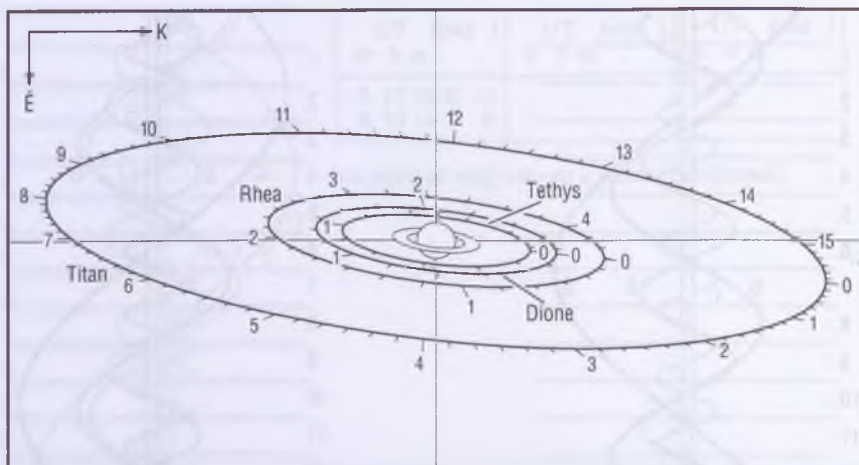
A holdak fogyatkozási sávjai

I		E	
G		C	

## Jupiter-holdak – november, december



## A Szaturnusz-holdak



Az ábrán a legfényesebb Szaturnusz-holdak pályája látható az aktuális évre átlagolt rálátási szögben. A holdak legnagyobb keleti kitérésének helyét 0 jelzi. A pályák mentén leolvasható a kitéréstől eltelt napok száma, a kisebb osztások 4 órának felelnek meg. A táblázatokban a legnagyobb keleti kitérés időpontja szerepel UT-ben. A Titan és a Iapetus esetében megadtuk a legnagyobb nyugati kitérés időpontját is. Egy hold helyének meghatározásához a megfigyelés időpontjából vonjuk ki az ezt közvetlenül megelőző keleti kitérés időpontját, és az így kapott időkülönbséget keressük meg az ábrán, a hold pályája mentén felrajzolt időskálán.

## Titan

Közepes fényesség:  $8^m3$ 

keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h		keleti kitérés dátum h		nyugati kitérés dátum h	
12.31.	8.1	1.08.	3.6	7.10.	15.5	7.02.	11.8
1.16.	5.9	24.	1.2	26.	16.1	18.	12.3
2.01.	3.4	2.08.	22.7	8.11.	16.7	8.03.	12.9
17.	0.8	24.	20.2	27.	17.4	19.	13.5
3.04.	22.3	3.12.	17.8	9.12.	18.1	9.04.	14.2
20.	20.1	28.	15.7	28.	18.6	20.	14.8
4.05.	18.1	4.13.	14.0	10.14.	19.0	10.06.	15.2
21.	16.7	29.	12.8	30.	19.1	22.	15.4
5.07.	15.7	5.15.	12.0	11.15.	18.8	11.07.	15.4
23.	15.1	31.	11.6	12.01.	18.2	23.	14.9
6.08.	15.0	6.16.	11.6	17.	17.2	12.09.	14.1
24.	15.1					25.	12.9

## Iapetus

Közepes fényesség: 11<sup>m</sup>1

keleti kitérés		nyugati kitérés		keleti kitérés		nyugati kitérés	
dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
3.06.	13.1	1.25.	23.0	8.13.	20.4	7.03.	14.0
5.24.	17.9	4.14.	8.0	11.03.	3.8	9.22.	23.3
						12.12.	13.3

## Tethys

Közepes fényesség: 10<sup>m</sup>2

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h
12.31.	5.1	3.01.	14.4	5.01.	0.1	7.02.	7.9	9.02.	15.9	11.02.	2.4
1.02.	2.4	03.	11.7	02.	21.4	04.	5.2	04.	13.3	03.	23.7
03.	23.7	05.	9.0	04.	18.7	06.	2.5	06.	10.6	05.	21.1
05.	21.0	07.	6.3	06.	16.1	07.	23.9	08.	7.9	07.	18.4
07.	18.3	09.	3.6	08.	13.4	09.	21.2	10.	5.3	09.	15.7
09.	15.6	11.	0.9	10.	10.7	11.	18.5	12.	2.6	11.	13.0
11.	12.8	12.	22.2	12.	8.0	13.	15.9	13.	23.9	13.	10.3
13.	10.1	14.	19.5	14.	5.3	15.	13.2	15.	21.2	15.	7.6
15.	7.4	16.	16.7	16.	2.7	17.	10.5	17.	18.6	17.	5.0
17.	4.7	18.	14.0	18.	0.0	19.	7.9	19.	15.9	19.	2.3
19.	2.0	20.	11.3	19.	21.3	21.	5.2	21.	13.2	20.	23.6
20.	23.3	22.	8.6	21.	18.6	23.	2.5	23.	10.6	22.	20.9
22.	20.6	24.	5.9	23.	15.9	24.	23.9	25.	7.9	24.	18.2
24.	17.9	26.	3.2	25.	13.3	26.	21.2	27.	5.2	26.	15.5
26.	15.2	28.	0.5	27.	10.6	28.	18.6	29.	2.6	28.	12.8
28.	12.5	29.	21.8	29.	7.9	30.	15.9	30.	23.9	30.	10.2
30.	9.7	31.	19.1	31.	5.2	8.01.	13.2	10.02.	21.2	12.02.	7.5
2.01.	7.0	4.02.	16.5	6.02.	2.6	03.	10.6	04.	18.6	04.	4.8
03.	4.3	04.	13.8	03.	23.9	05.	7.9	06.	15.9	06.	2.1
05.	1.6	06.	11.1	05.	21.2	07.	5.2	08.	13.2	07.	23.4
06.	22.9	08.	8.4	07.	18.6	09.	2.6	10.	10.5	09.	20.7
08.	20.2	10.	5.7	09.	15.9	10.	23.9	12.	7.9	11.	18.0
10.	17.5	12.	3.0	11.	13.2	12.	21.2	14.	5.2	13.	15.3
12.	14.8	14.	0.3	13.	10.5	14.	18.6	16.	2.5	15.	12.6
14.	12.1	15.	21.6	15.	7.9	16.	15.9	17.	23.8	17.	9.9
16.	9.4	17.	18.9	17.	5.2	18.	13.2	19.	21.2	19.	7.2
18.	6.6	19.	16.2	19.	2.5	20.	10.6	21.	18.5	21.	4.5
20.	3.9	21.	13.5	20.	23.9	22.	7.9	23.	15.8	23.	1.8
22.	1.2	23.	10.8	22.	21.2	24.	5.2	25.	13.1	24.	23.1
23.	22.5	25.	8.2	24.	18.5	26.	2.6	27.	10.5	26.	20.4
25.	19.8	27.	5.5	26.	15.9	27.	23.9	29.	7.8	28.	17.7
27.	17.1	29.	2.8	28.	13.2	29.	21.3	31.	5.1	30.	15.0
				30.	10.5	31.	18.6				

## Dione

Közepes fényesség:  $10^m4$ 

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h		
12.31.	7.3	3.01.	11.6	5.03.	10.2	7.02.	16.1	9.03.	16.2	11.02.	22.3
1.03.	0.9	04.	5.3	06.	3.9	05.	9.8	06.	9.9	05.	16.0
05.	18.6	06.	22.9	08.	21.6	08.	3.6	09.	3.7	08.	9.7
08.	12.2	09.	16.6	11.	15.3	10.	21.3	11.	21.4	11.	3.4
11.	5.9	12.	10.2	14.	9.0	13.	15.1	14.	15.2	13.	21.1
13.	23.6	15.	3.9	17.	2.7	16.	8.8	17.	8.9	16.	14.9
16.	17.2	17.	21.6	19.	20.4	19.	2.6	20.	2.6	19.	8.6
19.	10.9	20.	15.2	22.	14.2	21.	20.3	22.	20.4	22.	2.3
22.	4.5	23.	8.9	25.	7.9	24.	14.0	25.	14.1	24.	20.0
24.	22.2	26.	2.6	28.	1.6	27.	7.8	28.	7.9	27.	13.7
27.	15.8	28.	20.2	30.	19.3	30.	1.5	10.01.	1.6	30.	7.4
30.	9.5	31.	13.9	6.02.	13.0	8.01.	19.3	03.	19.3	12.03.	1.1
2.02.	3.1	4.03.	7.6	05.	6.8	04.	13.0	06.	13.1	05.	18.7
04.	20.8	06.	1.3	08.	0.5	07.	6.8	09.	6.8	08.	12.4
07.	14.4	08.	18.9	10.	18.2	10.	0.5	12.	0.5	11.	6.1
10.	8.1	11.	12.6	13.	12.0	12.	18.3	14.	18.2	13.	23.8
13.	1.7	14.	6.3	16.	5.7	15.	12.0	17.	12.0	16.	17.5
15.	19.4	17.	0.0	18.	23.4	18.	5.7	20.	5.7	19.	11.2
18.	13.0	19.	17.7	21.	17.2	20.	23.5	22.	23.4	22.	4.9
21.	6.7	22.	11.4	24.	10.9	23.	17.2	25.	17.1	24.	22.5
24.	0.3	25.	5.1	27.	4.6	26.	11.0	28.	10.9	27.	16.2
26.	18.0	27.	22.8	29.	22.4	29.	4.7	31.	4.6	30.	9.9
		30.	16.5			31.	22.5				

## Rhea

Közepes fényesség:  $9^m7$ 

dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h	dátum	h		
1.02.	3.7	3.01.	20.0	5.04.	1.5	7.01.	20.2	9.03.	4.2	11.05.	11.9
06.	16.1	06.	8.3	08.	13.9	06.	8.7	07.	16.8	10.	0.4
11.	4.4	10.	20.7	13.	2.4	10.	21.3	12.	5.4	14.	12.9
15.	16.7	15.	9.0	17.	14.9	15.	9.9	16.	17.9	19.	1.3
20.	5.1	19.	21.4	22.	3.4	19.	22.4	21.	6.5	23.	13.8
24.	17.4	24.	9.7	26.	15.9	24.	11.0	25.	19.1	28.	2.3
29.	5.7	28.	22.1	31.	4.4	28.	23.6	30.	7.6	12.02.	14.7
2.02.	18.0	4.02.	10.5	6.04.	16.9	8.02.	12.2	10.04.	20.2	07.	3.2
07.	6.4	06.	22.9	09.	5.4	07.	0.7	09.	8.7	11.	15.6
11.	18.7	11.	11.3	13.	18.0	11.	13.3	13.	21.3	16.	4.0
16.	7.0	15.	23.7	18.	6.5	16.	1.9	18.	9.8	20.	16.5
20.	19.3	20.	12.1	22.	19.1	20.	14.5	22.	22.3	25.	4.9
25.	7.6	25.	0.5	27.	7.6	25.	3.1	27.	10.8	29.	17.3
		29.	13.0			29.	15.6	31.	23.4		



## Törpebolygók és kisbolygók

### 134340 Pluto

Közepes fényesség: 14<sup>m</sup>

szembenállás : 06.19.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m s	D ° ' "	Δ AU	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m s	D ° ' "	Δ AU
1.01.	17 47 18	-16 31 42	32.170	7.20.	17 46 39	-16 27 07	30.438
1.26.	17 50 49	-16 32 44	31.999	8.14.	17 44 51	-16 32 51	30.731
2.20.	17 53 32	-16 31 28	31.686	9.08.	17 44 12	-16 40 13	31.127
3.17.	17 55 03	-16 28 45	31.290	10.03.	17 44 54	-16 48 22	31.559
4.11.	17 55 11	-16 25 38	30.884	10.28.	17 46 55	-16 56 15	31.951
5.06.	17 54 00	-16 23 11	30.546	11.22.	17 49 59	-17 02 52	32.235
5.31.	17 51 49	-16 22 18	30.338	12.17.	17 53 40	-17 07 25	32.363
6.25.	17 49 10	-16 23 32	30.299				

### 1 Ceres

szembenállás: 11.09.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
8.03.	03 10.2	+08 42	9.0	9.27.	03 35.0	+09 14	8.1	11.21.	02 56.8	+07 59	7.4
08.	03 14.6	+08 54	8.9	10.02.	03 34.0	+09 07	8.0	26.	02 52.4	+08 00	7.5
13.	03 18.7	+09 05	8.9	07.	03 32.3	+09 00	7.9	12.01.	02 48.4	+08 04	7.6
18.	03 22.5	+09 13	8.8	12.	03 29.9	+08 51	7.8	06.	02 44.8	+08 11	7.7
23.	03 25.8	+09 19	8.7	17.	03 27.0	+08 42	7.7	11.	02 41.7	+08 21	7.8
28.	03 28.7	+09 24	8.7	22.	03 23.6	+08 33	7.6	16.	02 39.3	+08 35	7.9
9.02.	03 31.1	+09 27	8.6	27.	03 19.7	+08 24	7.5	21.	02 37.4	+08 51	8.0
07.	03 33.0	+09 27	8.5	11.01.	03 15.4	+08 16	7.4	26.	02 36.2	+09 10	8.1
12.	03 34.4	+09 26	8.4	06.	03 10.8	+08 09	7.3	31.	02 35.7	+09 32	8.2
17.	03 35.2	+09 24	8.3	11.	03 06.1	+08 03	7.2				
22.	03 35.4	+09 20	8.2	16.	03 01.4	+08 00	7.3				

### 2 Pallas

szembenállás: 09.02.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ' "	m
7.04.	22 54.6	+10 55	9.9	8.18.	22 38.5	+07 12	9.1	10.02.	22 08.3	-01 58	9.2
09.	22 54.6	+10 50	9.8	23.	22 35.0	+06 21	9.0	07.	22 06.4	-02 57	9.3
14.	22 54.1	+10 41	9.7	28.	22 31.2	+05 25	8.9	12.	22 05.0	-03 53	9.4
19.	22 53.2	+10 28	9.7	9.02.	22 27.5	+04 25	8.8	17.	22 04.2	-04 46	9.5
24.	22 51.8	+10 09	9.6	07.	22 23.7	+03 23	8.8	22.	22 03.8	-05 34	9.5
29.	22 49.9	+09 45	9.5	12.	22 20.1	+02 19	8.9	27.	22 04.0	-06 18	9.6
8.03.	22 47.6	+09 15	9.4	17.	22 16.6	+01 13	9.0	11.01.	22 04.8	-06 57	9.7
08.	22 44.9	+08 40	9.3	22.	22 13.5	+00 08	9.0	06.	22 06.0	-07 32	9.7
13.	22 41.9	+07 59	9.2	27.	22 10.7	-00 56	9.1				

**3 Juno**

szembenállás: 04.10.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
2.19.	13 51.8	-04 56	10.3	3.21.	13 41.9	-01 35	9.9	4.20.	13 19.4	+02 18	9.8
24.	13 51.5	-04 30	10.3	26.	13 38.6	-00 54	9.8	25.	13 15.6	+02 49	9.9
3.01.	13 50.7	-04 01	10.2	31.	13 35.0	-00 13	9.8	30.	13 12.2	+03 17	10.0
06.	13 49.2	-03 28	10.1	4.05.	13 31.2	+00 27	9.7	5.05.	13 09.0	+03 40	10.1
11.	13 47.3	-02 53	10.0	10.	13 27.2	+01 06	9.7	10.	13 06.3	+03 59	10.2
16.	13 44.8	-02 15	10.0	15.	13 23.3	+01 44	9.8	15.	13 04.0	+04 13	10.3

**4 Vesta**

szembenállás: 05.30.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
2.04.	15 47.9	-13 00	7.6	4.15.	16 58.6	-14 04	6.4	6.24.	16 10.9	-15 06	5.9
09.	15 55.7	-13 18	7.5	20.	16 58.8	-14 00	6.3	29.	16 08.0	-15 26	6.0
14.	16 03.3	-13 33	7.5	25.	16 58.2	-13 57	6.2	7.04.	16 05.9	-15 48	6.1
19.	16 10.6	-13 45	7.4	30.	16 56.7	-13 54	6.1	09.	16 04.6	-16 12	6.2
24.	16 17.6	-13 56	7.3	5.05.	16 54.4	-13 51	6.0	14.	16 04.1	-16 37	6.3
3.01.	16 24.1	-14 04	7.2	10.	16 51.3	-13 50	5.8	19.	16 04.4	-17 04	6.4
06.	16 30.3	-14 10	7.2	15.	16 47.6	-13 51	5.7	24.	16 05.6	-17 32	6.5
11.	16 36.0	-14 14	7.1	20.	16 43.2	-13 53	5.6	29.	16 07.6	-18 01	6.6
16.	16 41.2	-14 16	7.0	25.	16 38.5	-13 56	5.5	8.03.	16 10.3	-18 31	6.7
21.	16 45.8	-14 17	6.9	30.	16 33.5	-14 02	5.4	08.	16 13.7	-19 01	6.8
26.	16 49.8	-14 16	6.8	6.04.	16 28.4	-14 11	5.5	13.	16 17.8	-19 31	6.9
31.	16 53.1	-14 14	6.7	09.	16 23.4	-14 21	5.6	18.	16 22.5	-20 01	7.0
4.05.	16 55.7	-14 11	6.6	14.	16 18.8	-14 34	5.7	23.	16 27.8	-20 31	7.1
10.	16 57.6	-14 08	6.5	19.	16 14.5	-14 49	5.8	28.	16 33.7	-21 00	7.2

**6 Hebe**

szembenállás: 2008.02.06.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
12.01.	09 41.9	+08 10	10.1	12.16.	09 47.1	+08 27	9.9	12.31.	09 46.2	+09 29	9.7
06.	09 44.3	+08 11	10.1	21.	09 47.5	+08 42	9.8				
11.	09 46.0	+08 16	10.0	26.	09 47.2	+09 03	9.8				

**7 Iris**

szembenállás: 2006.11.14.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
1.05.	03 03.6	+18 13	8.3	1.25.	03 23.4	+18 12	8.8	2.14.	03 52.3	+18 55	9.3
10.	03 07.5	+18 07	8.5	30.	03 29.9	+18 20	9.0	19.	04 00.5	+19 08	9.4
15.	03 12.1	+18 05	8.6	2.04.	03 36.9	+18 30	9.1	24.	04 09.1	+19 22	9.5
20.	03 17.4	+18 07	8.7	09.	03 44.4	+18 42	9.2				

**8 Flora**

szembenállás: 11.19.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
9.02.	03 40.4	+11 13	9.6	10.17.	04 09.3	+10 25	8.6	12.01.	03 33.0	+09 36	8.2
07.	03 46.7	+11 17	9.5	22.	04 07.9	+10 12	8.5	06.	03 28.6	+09 48	8.3
12.	03 52.3	+11 19	9.4	27.	04 05.5	+09 59	8.4	11.	03 24.9	+10 05	8.5
17.	03 57.3	+11 18	9.3	11.01.	04 02.2	+09 48	8.3	16.	03 22.1	+10 26	8.6
22.	04 01.5	+11 14	9.2	06.	03 58.1	+09 38	8.2	21.	03 20.1	+10 52	8.7
27.	04 04.9	+11 08	9.1	11.	03 53.4	+09 30	8.1	26.	03 19.2	+11 21	8.9
10.02.	04 07.5	+10 59	9.0	16.	03 48.3	+09 26	8.0	31.	03 19.1	+11 53	9.0
07.	04 09.1	+10 49	8.9	21.	03 43.1	+09 25	8.0				
12.	04 09.7	+10 37	8.8	26.	03 37.9	+09 28	8.1				

**9 Metis**

szembenállás: 06.23.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
6.04.	18 25.3	-26 03	10.1	6.19.	18 10.4	-26 43	9.8	7.04.	17 54.2	-27 10	9.9
09.	18 20.7	-26 17	10.0	24.	18 05.0	-26 54	9.7	09.	17 49.1	-27 16	10.0
14.	18 15.7	-26 31	9.9	29.	17 59.5	-27 03	9.8	14.	17 44.6	-27 20	10.1

**11 Parthenope**

szembenállás: 03.19.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
3.06.	12 13.7	+04 34	10.3	3.21.	12 01.1	+06 20	10.0	4.05.	11 48.3	+07 52	10.3
11.	12 09.8	+05 09	10.2	26.	11 56.7	+06 54	10.1				
16.	12 05.5	+05 45	10.0	31.	11 52.4	+07 25	10.2				

**12 Victoria**

szembenállás: 10.08.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
8.18.	01 04.4	+19 25	10.2	9.17.	00 56.8	+18 52	9.6	10.17.	00 32.2	+14 05	9.5
23.	01 05.2	+19 39	10.1	22.	00 53.0	+18 18	9.6	22.	00 28.9	+13 09	9.7
28.	01 05.1	+19 45	10.0	27.	00 48.9	+17 37	9.5	27.	00 26.1	+12 15	9.8
9.02.	01 04.2	+19 44	9.9	10.02.	00 44.6	+16 50	9.4	11.01.	00 24.1	+11 24	10.0
07.	01 02.5	+19 35	9.8	07.	00 40.2	+15 57	9.3	06.	00 22.9	+10 38	10.1
12.	01 00.0	+19 17	9.7	12.	00 36.0	+15 02	9.4	11.	00 22.4	+09 57	10.3

**14 Irene**

szembenállás: 11.26.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
11.11.	04 26.1	+15 29	10.3	11.26.	04 11.4	+15 26	10.0	12.11.	03 56.1	+15 31	10.2
16.	04 21.5	+15 27	10.2	12.01.	04 06.2	+15 26	10.0	16.	03 51.5	+15 35	10.3
21.	04 16.6	+15 26	10.1	06.	04 01.0	+15 28	10.1				

**15 Eunomia**

szembenállás: 2008.01.10.

dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m
0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '	
10.02.	07 20.3	+28 35	9.9	11.06.	07 56.7	+26 18	9.5	12.11.	07 56.3	+24 32	8.9
07.	07 27.3	+28 16	9.8	11.	07 59.2	+26 00	9.4	16.	07 52.8	+24 20	8.8
12.	07 33.7	+27 56	9.8	16.	08 00.9	+25 43	9.3	21.	07 48.5	+24 08	8.7
17.	07 39.6	+27 36	9.7	21.	08 01.7	+25 27	9.2	26.	07 43.7	+23 56	8.6
22.	07 44.8	+27 16	9.7	26.	08 01.7	+25 12	9.1	31.	07 38.4	+23 43	8.5
27.	07 49.5	+26 56	9.6	12.01.	08 00.8	+24 58	9.1				
11.01.	07 53.5	+26 36	9.5	06.	07 58.9	+24 45	9.0				

**18 Melpomene**

szembenállás: 01.23.

dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m
0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '	
1.05.	08 29.9	+09 14	9.5	1.25.	08 09.5	+11 44	9.3	2.14.	07 51.6	+14 32	9.8
10.	08 25.2	+09 46	9.4	30.	08 04.4	+12 27	9.4	19.	07 48.7	+15 11	9.9
15.	08 20.1	+10 23	9.3	2.04.	07 59.6	+13 10	9.5	24.	07 46.5	+15 46	10.1
20.	08 14.8	+11 02	9.2	09.	07 55.3	+13 52	9.6	3.01.	07 45.1	+16 19	10.2

**20 Massalia**

szembenállás: 01.29.

dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m
0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '	
1.05.	09 06.5	+15 17	9.1	2.04.	08 40.1	+17 02	8.6	3.06.	08 21.0	+18 24	9.5
10.	09 03.3	+15 29	9.0	09.	08 35.4	+17 21	8.8	11.	08 20.6	+18 29	9.6
15.	08 59.4	+15 44	8.9	14.	08 31.1	+17 39	8.9	16.	08 21.0	+18 30	9.8
20.	08 54.9	+16 02	8.7	19.	08 27.4	+17 54	9.1	21.	08 22.3	+18 28	9.9
25.	08 50.1	+16 22	8.6	24.	08 24.4	+18 07	9.2	26.	08 24.4	+18 24	10.0
30.	08 45.1	+16 42	8.4	3.01.	08 22.3	+18 17	9.4	31.	08 27.3	+18 17	10.1

**23 Thalia**

szembenállás: 03.20.

dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m	dátum	RA	D	m
0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '		0 <sup>h</sup> UT	h m	° '	
2.09.	12 46.4	+12 42	10.2	3.06.	12 37.1	+15 05	9.7	3.31.	12 14.4	+16 27	9.7
14.	12 46.2	+13 08	10.1	11.	12 33.1	+15 31	9.6	4.05.	12 10.0	+16 25	9.9
19.	12 45.1	+13 36	10.0	16.	12 28.7	+15 53	9.6	10.	12 06.0	+16 16	10.0
24.	12 43.2	+14 06	9.9	21.	12 23.9	+16 11	9.6	15.	12 02.6	+16 01	10.1
3.01.	12 40.5	+14 36	9.8	26.	12 19.1	+16 22	9.7	20.	11 59.8	+15 39	10.2

**29 Amphitrite**

szembenállás: 11.17.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
9.22.	03 50.0	+25 51	9.9	10.27.	03 41.1	+27 45	9.2	12.01.	03 06.0	+26 52	9.0
27.	03 51.1	+26 14	9.8	11.01.	03 36.8	+27 49	9.1	06.	03 01.8	+26 34	9.1
10.02.	03 51.5	+26 36	9.7	06.	03 31.9	+27 49	8.9	11.	02 58.2	+26 15	9.2
07.	03 51.1	+26 55	9.6	11.	03 26.7	+27 44	8.8	16.	02 55.5	+25 58	9.4
12.	03 49.8	+27 12	9.5	16.	03 21.3	+27 36	8.8	21.	02 53.5	+25 41	9.5
17.	03 47.7	+27 27	9.4	21.	03 16.0	+27 24	8.8	26.	02 52.4	+25 27	9.6
22.	03 44.8	+27 38	9.3	26.	03 10.8	+27 09	8.9	31.	02 52.1	+25 15	9.7

**30 Urania**

szembenállás: 09.03.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
8.18.	23 00.4	-04 26	10.3	9.02.	22 47.6	-05 24	9.8	9.17.	22 33.9	-06 31	10.1
23.	22 56.5	-04 43	10.1	07.	22 42.9	-05 46	9.8	22.	22 30.0	-06 50	10.2
28.	22 52.2	-05 02	10.0	12.	22 38.3	-06 09	10.0				

**37 Fides**

szembenállás: 01.17.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
1.05.	08 13.0	+25 12	10.1	1.15.	08 03.0	+25 39	9.9	1.25.	07 52.6	+25 59	10.0
10.	08 08.1	+25 26	10.0	20.	07 57.7	+25 50	9.9	30.	07 47.8	+26 04	10.2

**40 Harmonia**

szembenállás: 08.02.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
7.04.	21 18.8	-19 06	10.1	7.29.	21 00.8	-21 37	9.4	8.23.	20 37.2	-23 48	9.8
09.	21 16.5	-19 32	10.0	8.03.	20 55.9	-22 09	9.3	28.	20 33.7	-24 03	10.0
14.	21 13.5	-20 01	9.9	08.	20 50.9	-22 39	9.4	9.02.	20 30.9	-24 14	10.1
19.	21 09.8	-20 32	9.7	13.	20 46.0	-23 05	9.6				
24.	21 05.5	-21 05	9.6	18.	20 41.4	-23 29	9.7				

**44 Nysa**

szembenállás: 2006.12.29.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
1.05.	06 24.8	+19 37	9.1	1.25.	06 08.7	+20 41	9.5	2.14.	06 05.9	+21 40	9.9
10.	06 19.9	+19 53	9.2	30.	06 06.6	+20 56	9.6	19.	06 07.6	+21 54	10.0
15.	06 15.5	+20 09	9.3	2.04.	06 05.4	+21 12	9.7	24.	06 10.2	+22 06	10.1
20.	06 11.7	+20 25	9.4	09.	06 05.2	+21 26	9.8	3.01.	06 13.6	+22 17	10.2

## 115 Thyra

szembenállás: 09.05.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
8.18.	22 55.8	+03 51	10.2	9.02.	22 40.6	+04 29	9.9	9.17.	22 24.5	+04 29	10.0
23.	22 51.1	+04 08	10.1	07.	22 35.1	+04 33	9.8	22.	22 19.8	+04 23	10.1
28.	22 46.0	+04 21	10.0	12.	22 29.6	+04 33	9.9	27.	22 15.8	+04 16	10.2

## 194 Prokne

szembenállás: 08.19.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
7.29.	21 51.3	+01 17	10.1	8.18.	21 41.1	-03 56	9.6	9.07.	21 31.3	-10 06	10.0
8.03.	21 49.2	+00 11	10.0	23.	21 38.2	-05 29	9.6	12.	21 30.0	-11 31	10.1
08.	21 46.8	-01 04	9.8	28.	21 35.5	-07 03	9.7				
13.	21 44.0	-02 27	9.7	9.02.	21 33.2	-08 36	9.8				

## 349 Dembowska

szembenállás: 12.01.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
10.22.	04 54.4	+27 57	10.2	11.16.	04 39.1	+29 07	9.8	12.11.	04 14.1	+29 18	9.7
27.	04 52.7	+28 14	10.1	21.	04 34.3	+29 15	9.7	16.	04 09.4	+29 14	9.8
11.01.	04 50.3	+28 30	10.0	26.	04 29.3	+29 20	9.6	21.	04 05.3	+29 07	9.9
06.	04 47.1	+28 45	9.9	12.01.	04 24.1	+29 22	9.6	26.	04 01.8	+29 00	10.0
11.	04 43.4	+28 57	9.9	06.	04 19.0	+29 21	9.6	31.	03 58.8	+28 53	10.1

## 704 Interamnia

szembenállás: 12.21.

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m	dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	m
12.01.	06 16.2	+30 24	10.3	12.16.	06 01.6	+29 15	10.0	12.31.	05 46.2	+27 48	10.1
06.	06 11.7	+30 04	10.2	21.	05 56.3	+28 48	9.9				
11.	06 06.7	+29 41	10.1	26.	05 51.2	+28 18	10.0				

# Üstökösök

## 2P/Encke

szembenállás: 07.27.  
földközelen: 05.17. 0.507 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
03.06.	00 42.68	+11 31.8	1.032	1.764	30	12.9
16.	01 07.97	+13 46.4	0.864	1.629	27	11.6
26.	01 38.13	+16 06.0	0.685	1.457	24	9.8
04.05.	02 14.01	+18 04.4	0.502	1.236	23	7.5
15.	02 49.90	+18 01.1	0.359	0.951	21	4.7
05.15.	01 22.13	-08 39.7	0.710	0.507	41	7.8
25.	00 44.16	-15 19.9	0.888	0.511	61	9.3
06.04.	00 09.87	-20 39.2	1.055	0.517	80	10.4
14.	23 33.13	-25 30.1	1.211	0.525	99	11.3
24.	22 50.07	-29 54.3	1.358	0.543	118	12.2

## 4P/Faye

szembenállás: 2006.10.27.  
földközelen: 2006.10.30. 0.685 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	02 52.22	+04 01.0	1.742	1.059	117	11.7
15.	03 07.28	+05 19.7	1.773	1.163	111	12.1
25.	03 23.83	+06 46.2	1.808	1.276	106	12.4
02.04.	03 41.58	+08 14.8	1.847	1.398	100	12.7
14.	04 00.23	+09 41.1	1.890	1.527	95	13.1
24.	04 19.60	+11 01.7	1.936	1.663	90	13.4

## 8P/Tuttle

szembenállás: 10.24.  
földközelen: 2008.01.02. 0.251 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
10.22.	13 30.26	+87 11.8	1.724	1.276	98	13.3
11.01.	14 51.87	+86 04.1	1.622	1.118	100	12.4
11.	16 07.49	+85 25.8	1.522	0.956	103	11.6
21.	17 57.00	+85 10.5	1.424	0.793	106	10.6
12.01.	20 47.46	+83 53.3	1.332	0.629	109	9.5
11.	23 19.49	+77 58.3	1.246	0.470	113	8.3
21.	00 44.55	+62 29.8	1.169	0.331	117	7.0
31.	01 33.58	+30 01.0	1.106	0.253	113	5.9

## 29P/Schwassmann–Wachmann 1

szembenállás: 12.24.  
földközéiben: 12.23. 5.002 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
01.05.	03 45.81	+29 53.9	5.871	5.125	136	*
15.	03 43.89	+29 30.8	5.874	5.248	126	
25.	03 43.28	+29 10.5	5.877	5.388	115	
02.04.	03 43.99	+28 53.9	5.880	5.541	105	
14.	03 45.96	+28 41.3	5.883	5.700	96	
24.	03 49.13	+28 32.9	5.886	5.863	87	
03.06.	03 53.38	+28 28.4	5.889	6.025	77	
16.	03 58.60	+28 27.4	5.892	6.181	69	
26.	04 04.68	+28 29.4	5.895	6.328	60	
04.05.	04 11.49	+28 33.9	5.898	6.463	52	
15.	04 18.92	+28 40.2	5.901	6.584	44	
25.	04 26.88	+28 47.9	5.904	6.689	36	
07.24.	05 46.19	+29 51.3	5.931	6.744	34	
08.03.	05 54.21	+29 55.0	5.934	6.651	42	
13.	06 01.71	+29 58.1	5.937	6.542	50	
23.	06 08.60	+30 01.1	5.940	6.418	58	
09.02.	06 14.76	+30 04.2	5.944	6.282	66	
12.	06 20.08	+30 07.5	5.947	6.136	75	
22.	06 24.43	+30 11.4	5.950	5.984	83	
10.02.	06 27.70	+30 16.1	5.953	5.828	92	
12.	06 29.79	+30 21.5	5.956	5.674	102	
22.	06 30.61	+30 27.7	5.959	5.525	111	
11.01.	06 30.11	+30 34.2	5.962	5.386	121	
11.	06 28.29	+30 40.6	5.965	5.262	132	
21.	06 25.22	+30 46.2	5.969	5.158	142	
12.01.	06 21.08	+30 49.9	5.972	5.078	153	
11.	06 16.11	+30 51.1	5.975	5.025	163	
21.	06 10.64	+30 49.1	5.978	5.003	172	
31.	06 05.06	+30 43.5	5.981	5.012	169	

\* Az üstökös 15–16<sup>m</sup>-s alappfényességről rendszertelen időközönként 13–11<sup>m</sup>-ra fényesedik.

## 46P/Wirtanen

szembenállás: 08.31.  
földközéiben: 10.04. 1.050 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	Δ AU	E °	m
11.01.	21 50.55	−31 36.6	1.588	1.073	100	12.2
11.	21 57.85	−29 37.1	1.504	1.082	93	11.8
21.	22 09.51	−27 10.9	1.423	1.085	87	11.5
12.01.	22 24.99	−24 17.4	1.345	1.081	81	11.1
11.	22 43.85	−20 54.3	1.272	1.070	76	10.7
21.	23 05.75	−16 58.6	1.205	1.051	73	10.3
31.	23 30.45	−12 27.7	1.149	1.026	70	10.0



## 93P/Lovas 1

szembenállás: 10.06.  
földközéleben: 10.27. 0.833 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
10.12.	00 42.24	+22 41.4	1.834	0.855	163	13.1
22.	00 33.94	+23 51.6	1.800	0.835	159	12.9
11.01.	00 27.55	+24 41.2	1.770	0.835	151	12.8
11.	00 24.62	+25 15.9	1.745	0.852	143	12.8
21.	00 26.15	+25 44.1	1.726	0.885	134	12.8
12.01.	00 32.38	+26 13.0	1.713	0.929	127	12.8
11.	00 43.09	+26 46.9	1.706	0.984	120	12.9
21.	00 57.83	+27 27.7	1.705	1.049	114	13.1
31.	01 15.99	+28 14.4	1.711	1.121	109	13.2

## 96P/Machholz 1

szembenállás: 06.20.  
földközéleben: 05.28. 0.604 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
04.15.	00 02.56	+21 32.1	0.422	0.833	24	8.1
25.	23 09.36	+22 10.2	0.693	0.763	44	10.5
05.05.	22 22.61	+21 21.9	0.922	0.700	62	11.8
15.	21 31.64	+19 31.5	1.125	0.644	82	12.7
25.	20 31.70	+16 03.0	1.309	0.608	105	13.3

## P/2006 HR30 (Siding Spring)

szembenállás: 2006.08.24.  
földközéleben: 01.22. 0.749 AU

dátum 0 <sup>h</sup> UT	RA h m	D ° ′	r AU	$\Delta$ AU	E °	m
01.05.	23 03.90	+45 00.3	1.227	0.782	87	11.7
01.15.	00 05.64	+47 03.4	1.240	0.756	90	11.6
01.25.	01 19.03	+47 15.6	1.268	0.750	93	11.7
02.04.	02 34.54	+44 56.8	1.311	0.772	96	11.9
02.14.	03 41.58	+40 33.7	1.366	0.827	97	12.2
02.24.	04 36.10	+35 16.9	1.432	0.915	97	12.6
03.06.	05 19.53	+30 05.6	1.506	1.031	96	13.0

## Meteorrajok

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	v radiáns			vándorlása		
				SL o	RA o	D o	$\Delta RA$ %/d	$\Delta D$ %/d	
Quadrantidák	QUA	01.01–05.	01.03.	283	41	230	49	0.80	-0.20
Delta Cancridák	DCA	01.01–24.	01.17.	297	28	130	20	0.90	-0.10
Gamma Corvidák	GCO	01.08–29.	01.22.	302		185	-18		
Alfa Hydridák	AHY	01.05–02.14.	01.24.	304	44	135	-12		
Alfa Leonidák	ALE	12.28–02.13.	01.29.	309		159	6		
Alfa Aurigidák	AAU	01.15–02.20.	02.08.	321		74	43		
Delta Leonidák	DLE	02.15–03.10.	02.25.	336	23	168	16	0.75	-0.50
Virginidák	VIR	02.03–04.15.	03.10.	350	35	186	0	0.81	-0.33
Zéta Bootidák	DBO	03.05–15.	03.12.	352		218	12		
Cameloparidák	CAM	03.14–04.07.	03.19.	359	7	119	68	1.35	0.51
Delta Draconidák	DDR	03.11–04.25.	04.03.	12	27	318	65		
Kappa Serpentidák	KSE	04.01–07.	04.05.	14	45	230	18		
Szigma Leonidák	SLE	03.21–05.13.	04.17.	27	20	195	-5	0.44	0.11
Áprilisi Lyridák	LYR	04.16–25.	04.22.	32	49	271	34	1.10	0.00
Mü Virginidák	MVI	04.01–05.12.	04.25.	35	29	221	-5	0.53	-0.30
Alfa Bootidák	ABO	04.14–05.12.	04.28.	36	20	218	19	0.90	-0.10
Fi Bootidák	FBO	04.16–05.12.	05.01.	40	12	240	51		
Alfa Scorpiidák	ASC	03.26–05.12.	05.03.	42	35	240	-22	0.90	-0.10
Éta Aquaridák	ETA	04.19–05.28.	05.06.	45	66	336	-1	0.90	0.40
Éta Lyridák	ELY	05.05–17.	05.08.	48	44	289	44		
Gamma Capricornidák	GCA	04.26–05.25.	05.11.	50		326	-17		
Északi Ophiuchidák	NOP	04.25–05.31.	05.13.	52	30	249	-14	0.90	-0.10
Májusi Ursidák	UMI	05.05–06.06.	05.16.	55		233	76		
Déli Ophiuchidák	SOP	05.10–29.	05.20.	59	30	258	-24	0.90	-0.10
Alfa Coronidák	ACO	05.01–31.	05.22.	60		231	27		
Khi Scorpiidák	CSC	05.11–06.23.	05.28.	66	21	243	-11	0.90	-0.10
Tau Herculidák	THE	05.19–06.14.	06.03.	72	15	228	39	-0.10	0.90
Théta Ophiuchidák	TOP	06.01–19.	06.13.	82	27	268	-28	0.90	0.00
Júniusi Lyridák	JLY	06.11–21.	06.15.	85	31	278	35	0.80	0.00
Corvidák	COR	06.25–07.03.	06.26.	95	10	192	-19		
Rho Sagittaridák	RSA	06.15–07.08.	06.27.	96		293	-17		
Tau Cetidák	CET	06.18–07.04.	06.27.	96		24	-12		
Júniusi Bootidák	JBO	06.26–07.02.	06.27.	96	14	224	47		
Tau Aquaridák	TAQ	06.19–07.05.	06.30.	99		343	-12		
Alfa Pegasidák	APE	07.07–13.	07.10.	108	70	340	15		
Alfa Cygnidák	ACG	07.01–09.30.	07.15.	113		315	48		
Omikron Draconidák	ODR	07.14–28.	07.21.	118	24	285	60		
Piscis Austrinidák	PAU	07.15–08.10.	07.28.	125	35	341	-30	1.00	0.20
Déli Delta Aquaridák	SDA	07.12–08.19.	07.28.	125	41	339	-16	0.80	0.18
Alfa Capricornidák	CAP	07.03–08.15.	07.30.	127	23	307	-10	0.90	0.30

A raj neve	kódja	aktivitás	max.	$v$ radiáns			vándorlása		
				$SL$	$RA$	$D$	$\Delta RA$	$\Delta D$	
				$\frac{km}{s}$	$^{\circ}$	$^{\circ}$	$\%d$	$\%d$	
Déli Iota Aquaridák	SIA	07.25–08.15.	08.04.	132	34	334	-15	1.07	0.18
Északi Delta Aquaridák	NDA	07.15–08.25.	08.08.	136	42	335	-5	1.00	0.20
Cassiopeidák	CAS	08.01–31.		137	31	18	59		
Perseidák	PER	07.17–08.24.	08.12.	139	59	46	58	1.35	0.12
Kappa Cygnidák	KCG	08.03–25.	08.17.	145	25	286	59		
Északi Iota Aquaridák	NIA	08.11–31.	08.19.	147	31	327	-6	1.03	0.13
Pi Eridanidák	ERI	08.20–09.05.	08.28.	155	59	52	-15	0.80	0.20
Déli Éta Cetidák	SEC	08.22–09.08.	08.31.	158		15	-20		
Alfa Aurigidák	AUR	08.25–09.08.	09.01.	159	66	84	42	1.10	0.00
Északi Éta Cetidák	NEC	08.14–09.15.	09.02.	159		20	-12		
Delta Aurigidák	DAU	09.05–10.10.	09.09.	167	64	60	47		
Epszilon Eridanidák	EER	09.09–12.	09.10.	167		57	-12		
Északi Piscidák	NPI	08.18–10.15.	09.16.	172	29	27	12		
Déli Piscidák	SPI	08.31–11.02.	09.20.	177	26	6	0	0.90	0.20
Kappa Aquaridák	KAQ	09.05–28.	09.21.	178	16	338	-5	1.00	0.20
Októberi Capricornidák	OCC	09.20–10.14.	10.03.	190	15	303	-10	0.80	0.20
Andromedidák	AND	09.25–11.12.	10.03.	190	18	20	34	0.38	0.66
Szigma Orionidák	SOR	09.10–10.26.	10.05.	192	65	86	-3	1.20	0.00
Giacobinidák	GIA	10.06–10.	10.08.	195	20	262	54		
Epszilon Geminidák	EGE	10.14–27.	10.18.	205	70	102	27	1.00	0.00
Orionidák	ORI	10.02–11.07.	10.21.	208	66	95	16	1.23	0.13
Leo Minoridák	LMI	10.22–24.	10.24.	210	62	162	37		
Déli Tauridák	STA	10.01–11.25.	11.05.	223	27	52	13	0.79	0.15
Pegasidák	PEG	10.29–11.12.	11.12.	230	11	335	21		
Északi Tauridák	NTA	10.01–11.25.	11.12.	230	29	58	22	0.76	0.10
Leonidák	LEO	11.14–21.	11.17.	235	71	153	22	0.70	-0.42
Delta Eridanidák	DER	11.06–29.	11.18.	236		58	-9		
Alfa Monocerotidák	AMO	11.15–25.	11.21.	239	65	117	1	1.10	-0.10
Északi Khi Orionidák	ORN	11.26–12.25.	12.02.	250	28	82	23	1.20	0.00
Monocerotidák	MON	11.27–12.17.	12.08.	257	42	100	8	1.20	0.00
Delta Arietidák	ARI	12.08–14.	12.09.	257	13	52	22		
Szigma Hydridák	HYD	12.03–15.	12.11.	259	58	127	2	0.70	-0.20
Déli Khi Orionidák	ORS	12.07–14.	12.11.	259	26	85	16		
Geminidák	GEM	12.07–17.	12.13.	262	35	112	33	1.02	-0.07
Coma Berenicidák	COM	12.12–01.23.	12.20.	268	65	175	25	0.88	-0.45
Ursidák	URS	12.17–26.	12.22.	270	33	217	76		
Omega Canis Maioridák	OCM	12.17–01.04.	12.27.	275		108	-25		

A táblázatban megtalálható a raj hivatalos neve, nemzetközi betűkódja, az aktivitás időszaka, amikor célszerűtlen érdemes megfigyelni, és a legnagyobb gyakoriság időpontja. A fizikai adatok:  $v$  a rajtagok átlagos mozgási sebessége a Földhöz képest,  $RA$  és  $D$  a radiáns egyenlítői koordinátái,  $SL$  a Nap geocentrikus ekliptikai hosszúsága a gyakorisági maximum idején,  $\Delta RA$  és  $\Delta D$  a radiáns vándorlásának sebessége fok/nap egységben.

## Fogyatkozások, fedések

(Minden időadat UT-ben)

### Napfogyatkozások:

3.19. 0<sup>h</sup> 38<sup>m</sup> – 4<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>

Részleges napfogyatkozás, Európából nem látható. A fogyatkozás sávja Alaszkán, Kelet- és Közép-Azsián halad át.

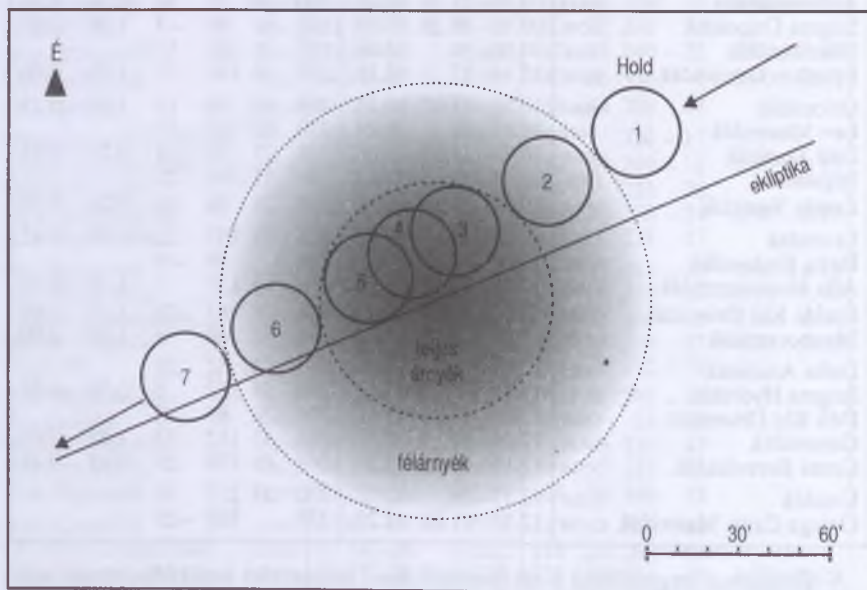
9.11. 10<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> – 14<sup>h</sup> 37<sup>m</sup>

Részleges napfogyatkozás, Európából nem látható. A fogyatkozás sávja az Antarktison, az Atlanti-óceánon és Dél-Amerikán halad át.

### Holdfogyatkozások:

3.03. 20<sup>h</sup> 16<sup>m</sup> – 04. 2<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>

Teljes holdfogyatkozás, hazánkból is látható. Belépés a félárnyékba (1) 20<sup>h</sup> 16<sup>m</sup>, belépés a teljes árnyékba (2) 21<sup>h</sup> 30<sup>m</sup>, a teljes fogyatkozás kezdete (3) 22<sup>h</sup> 44<sup>m</sup>, a fogyatkozás közepe (4) 23<sup>h</sup> 21<sup>m</sup>, a teljes fogyatkozás vége (5) 23<sup>h</sup> 58<sup>m</sup>, kilépés a teljes árnyékból (6) 1<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>, kilépés a félárnyékból (7) 2<sup>h</sup> 25<sup>m</sup>. A fogyatkozás nagysága 1.237.



8.28.  $7^h 52^m - 13^h 22^m$

Teljes holdfogyatkozás, hazánkból nem látható. Belépés a félárnyékba  $7^h 52^m$ , belépés a teljes árnyékba  $8^h 51^m$ , a teljes fogyatkozás kezdete  $9^h 52^m$ , a fogyatkozás közepe  $10^h 37^m$ , a teljes fogyatkozás vége  $11^h 23^m$ , kilépés a teljes árnyékból  $12^h 24^m$ , kilépés a félárnyékból  $13^h 22^m$ . A fogyatkozás nagysága 1.481.

#### A Hold bolygófedései

3.02.  $3^h$  Szaturnusz-fedés, a bolygó fényessége  $0^m0$ .

belépés	$2^h 40^m2$	$P = 167^{\circ}$	$h = 21^{\circ}$ ,
kilépés	$3^h 19^m7$	$P = 251^{\circ}$	$h = 15^{\circ}$ .

5.22.  $20^h$  Szaturnusz-fedés, a bolygó fényessége  $0^m5$ .

belépés	$19^h 31^m6$	$P = 124^{\circ}$	$h = 39^{\circ}$ ,
kilépés	$20^h 37^m2$	$P = 299^{\circ}$	$h = 28^{\circ}$ .

6.18.  $15^h$  Vénusz-fedés, a bolygó fényessége  $-4^m4$ .

belépés	$14^h 34^m4$	$P = 128^{\circ}$	$h = 61^{\circ}$ ,
kilépés	$15^h 55^m9$	$P = 295^{\circ}$	$h = 53^{\circ}$ .

12.24.  $4^h$  Mars-fedés, a bolygó fényessége  $-1^m6$ .

belépés	$3^h 53^m7$	$P = 167^{\circ}$	$h = 28^{\circ}$ ,
kilépés	$4^h 16^m2$	$P = 216^{\circ}$	$h = 24^{\circ}$ .

Az év folyamán ezen kívül számos bolygófedés következik be, a többi azonban Magyarországról nem figyelhető meg.

1.06. $18^h$	Szaturnusz-fedés	6.19. $08^h$	Szaturnusz-fedés
1.20. $17^h$	Vénusz-fedés	7.03. $19^h$	Neptunusz-fedés
1.22. $06^h$	Uránusz-fedés	7.16. $23^h$	Szaturnusz-fedés
2.02. $23^h$	Szaturnusz-fedés	7.31. $01^h$	Neptunusz-fedés
3.17. $03^h$	Merkúr-fedés	9.10. $04^h$	Szaturnusz-fedés
3.29. $04^h$	Szaturnusz-fedés	10.07. $16^h$	Szaturnusz-fedés
4.14. $02^h$	Mars-fedés	10.21. $03^h$	Neptunusz-fedés
4.14. $20^h$	Uránusz-fedés	11.17. $11^h$	Neptunusz-fedés
4.25. $10^h$	Szaturnusz-fedés	12.14. $18^h$	Neptunusz-fedés
5.12. $07^h$	Uránusz-fedés		

## A Hold csillagfedései

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	h o	C o	P o	A m/°	B m/°
1.01.	19 01 59	773	76998	7.0	be	0.96+	58	87É	93	+1.4	+0.8
02.	00 58 09	797	77121	6.4	be	0.97+	44	30É	39	+1.7	+0.9
08.	23 38 02	1660	83 Leo	6.6	ki	0.73-	28	55É	328	+0.6	-0.8
09.	00 24 19	1663	$\tau$ Leo	5.0	ki	0.72-	34	44É	340	+0.6	-1.5
15.	04 26 18	2318	184184	6.6	ki	0.17-	6	85D	271	+1.2	+1.2
15.	05 04 07	2320	184205	7.0	ki	0.17-	10	51D	236	+2.4	+2.2
21.	17 01 12	3297	165080	8.6	be	0.08+	12	69É	50	+0.4	-0.2
21.	17 10 32	3295	165079	7.0	be	0.08+	11	43É	24	+0.1	+0.7
23.	17 19 02	19	109048	7.5	be	0.25+	34	41D	114	+2.1	-3.1
24.	17 43 05	145	109623	6.8	be	0.36+	43	90D	67	+1.3	-0.1
24.	17 49 47	143	109618	7.1	é	0.36+	42	10D	147	+0.1	+1.4
24.	20 54 10	166	109696	6.7	be	0.37+	15	88D	69	+0.3	-0.8
26.	22 15 30	440	$\epsilon$ Ari	4.7	be	0.60+	26	89D	75	+0.5	-1.0
27.	15 32 20	537	17 Tau	3.7	be	0.69+	52	36D	133	+2.9	-1.5
27.	15 39 04	539	19 Tau	4.3	be	0.69+	53	68É	56	+0.8	+1.9
27.	15 52 51	541	20 Tau	3.9	be	0.69+	55	80D	89	+1.4	+1.0
27.	15 59 37	537	17 Tau	3.7	ki	0.69+	56	-10D	179	-0.9	+5.2
27.	16 03 27	542	21 Tau	5.8	be	0.69+	57	64É	53	+0.9	+1.9
27.	16 05 05	543	22 Tau	6.4	be	0.69+	57	72É	61	+1.0	+1.7
27.	16 32 22	548	76183	6.8	be	0.69+	61	88D	81	+1.5	+1.0
27.	16 50 43	539	19 Tau	4.3	ki	0.69+	63	-87D	257	+1.5	+1.1
27.	17 01 11	541	20 Tau	3.9	ki	0.69+	64	-56D	225	+1.1	+2.1
27.	19 35 02	571	76272	6.8	be	0.70+	62	27É	17	+1.3	+3.6
27.	19 51 25	574	76286	6.8	be	0.70+	60	42É	32	+1.5	+2.0
28.	23 21 02	746	76880	7.0	be	0.81+	38	54D	124	+0.3	-2.4
29.	17 54 36	885	77625	5.6	be	0.87+	59	54D	130	+1.9	-1.0
30.	16 43 05	1042	78770	6.7	be	0.93+	37	76D	116	+0.9	+0.6
2.03.	21 51 13	1522	99098	6.8	ki	0.97-	42	51D	250	+2.0	+2.7
04.	04 18 10	1547	$\rho$ Leo	3.8	ki	0.96-	27	74É	308	+0.5	-2.0
04.	05 40 49	1550	49 Leo	5.6	ki	0.96-	14	31D	233	+0.8	-0.8
08.	01 58 43	1919	157886	6.9	ki	0.71-	29	42É	342	+0.5	-1.3
12.	05 10 35	2406	184602	6.0	ki	0.32-	13	87D	272	+1.8	+0.4
20.	19 00 29	103	62 Psc	5.9	be	0.13+	11	47D	107	+0.2	-2.3
20.	19 14 33	105	$\delta$ Psc	4.4	be	0.13+	8	84É	59	+0.2	-0.5
22.	21 06 30	399	$\mu$ Ari	5.7	be	0.33+	16	83D	78	+0.1	-1.1
23.	16 49 49	513	75979	7.3	be	0.43+	64	38D	127	+2.3	-3.1
23.	22 54 58	536	16 Tau	5.5	be	0.45+	11	49D	118	-0.5	-1.9
23.	23 01 34	539	19 Tau	4.3	be	0.45+	10	86D	80	-0.1	-1.1
23.	23 16 14	541	20 Tau	3.9	be	0.45+	8	61D	106	-0.4	-1.5
23.	23 19 28	542	21 Tau	5.8	be	0.45+	8	79É	66	-0.1	-0.7

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	<i>h</i> °	<i>C</i> °	<i>P</i> °	<i>A</i> m/o	<i>B</i> m/o
2.24.	20 02 58	701	76682	6.6	be	0.55+	50	58D	115	+0.9	-2.1
26.	01 03 38	885	77625	5.6	be	0.68+	12	76É	77	-0.1	-1.0
26.	02 05 34	890	136 Tau	4.6	be	0.68+	4	35D	146	-1.0	-1.8
26.	17 28 00	1008	49 Aur	5.3	be	0.75+	64	31É	37	+1.3	+4.2
27.	00 37 55	1042	78770	6.7	be	0.77+	24	73É	80	+0.3	-1.2
3.24.	19 12 14	797	77121	6.4	be	0.39+	48	80D	95	+0.9	-1.4
4.03.	01 25 11	1853	$\psi$ Vir	4.8	ki	1.00-	24	57D	304	+1.2	-1.7
04.	21 19 33	2051	158481	5.9	ki	0.95-	13	70É	319	+0.5	-0.1
13.	04 48 22	3190	$\delta$ Cap	2.9	é	0.24-	19	7É	331	+1.2	-1.4
19.	15 51 04	539	19 Tau	4.3	be	0.07+	46	63D	96	+1.0	-1.4
19.	16 15 03	541	20 Tau	3.9	be	0.07+	42	32D	127	+0.6	-3.0
20.	20 06 56	746	76880	7.0	be	0.15+	17	87É	77	+0.0	-1.0
23.	19 46 04	1208	79864	6.4	be	0.45+	46	19D	172	-0.5	-3.6
24.	19 05 31	1329	80491	6.8	be	0.55+	56	84D	112	+1.3	-1.5
26.	22 18 20	1547	$\rho$ Leo	3.8	be	0.75+	33	63É	85	+1.3	-1.5
26.	23 10 46	1547	$\rho$ Leo	3.8	ki	0.75+	25	-37É	344	+0.0	-2.4
27.	00 01 52	1550	49 Leo	5.6	be	0.75+	16	58D	144	+0.0	-2.1
5.11.	02 19 47	3268	42 Aqr	5.3	ki	0.40-	14	88D	247	+0.9	+1.6
18.	19 35 28	840	77295	6.3	be	0.06+	11	73É	62	+0.0	-0.7
19.	20 25 09	1028	78643	7.5	be	0.12+	12	30É	30	+1.1	+0.6
20.	21 05 13	1168	79649	7.1	be	0.21+	13	64D	124	-0.4	-1.6
20.	21 12 19	1170	$\kappa$ Gem	3.6	be	0.21+	12	75É	83	-0.1	-1.2
21.	21 54 09	1304	80354	6.8	be	0.30+	11	85É	99	-0.2	-1.4
22.	18 23 37	1395	98561	6.3	be	0.39+	49	67D	131	+0.8	-2.0
23.	15 29 01	1487	$\alpha$ Leo	1.4	be	0.48+	51	7D	194	-0.8	-6.3
23.	15 57 49	1487	$\alpha$ Leo	1.4	ki	0.48+	53	-35D	235	+3.9	+4.4
6.10.	00 26 08	64	109238	6.5	ki	0.33-	8	84É	254	+0.1	+1.6
11.	00 37 48	203	92407	6.8	ki	0.22-	6	83D	243	-0.2	+1.6
13.	13 37 52	541	20 Tau	3.9	ki	0.04-	32	48D	227	+0.9	+0.0
19.	20 14 54	1466	$\nu$ Leo	5.3	be	0.24+	15	42D	158	-0.2	-2.2
20.	11 27 55	1547	$\rho$ Leo	3.8	be	0.31+	28	51É	73	+1.0	+2.7
7.05.	01 56 26	3325	146230	6.9	ki	0.78-	33	69D	227	+1.2	+1.1
08.	00 18 46	166	109696	6.7	ki	0.46-	22	75D	233	+0.3	+1.8
08.	01 53 08	173	92304	6.5	ki	0.46-	37	53D	211	+0.4	+2.1
10.	00 38 25	440	$\epsilon$ Ari	4.7	ki	0.24-	16	44É	302	+0.4	+0.9
17.	07 30 20	1487	$\alpha$ Leo	1.4	be	0.09+	12	75É	95	+0.1	+1.4
17.	08 29 48	1487	$\alpha$ Leo	1.4	ki	0.09+	22	-68É	312	+0.6	+0.1
25.	18 09 01	2383	$\tau$ Sco	2.8	be	0.81+	13	62D	121	+1.4	+0.1
25.	19 29 20	2383	$\tau$ Sco	2.8	ki	0.82+	14	-80D	264	+1.9	-0.1
8.03.	20 38 00	105	$\delta$ Psc	4.4	ki	0.72-	4	81D	237	-0.1	+1.7
05.	23 21 07	399	$\mu$ Ari	5.7	ki	0.49-	23	83É	259	+0.2	+1.5

dátum	UT h m s	ZC	név	m	J	fázis	<i>h</i> °	<i>C</i> °	<i>P</i> °	<i>A</i> m/°	<i>B</i> m/°
8.07.	00 09 34	539	19 Tau	4.3	be	0.37-	24	-73É	61	+0.0	+1.7
07.	00 12 57	537	17 Tau	3.7	be	0.37-	25	-17D	151	+4.1	-3.4
07.	00 20 31	537	17 Tau	3.7	ki	0.37-	26	-2D	166	-4.1	+6.8
07.	00 21 39	541	20 Tau	3.9	be	0.37-	26	-76D	93	+0.3	+1.4
07.	00 48 35	536	16 Tau	5.5	ki	0.37-	31	59D	227	+0.0	+2.0
07.	01 06 56	539	19 Tau	4.3	ki	0.36-	34	87D	255	+0.4	+1.6
07.	01 14 53	541	20 Tau	3.9	ki	0.36-	35	55D	224	+0.1	+2.1
07.	01 26 44	542	21 Tau	5.8	ki	0.36-	37	89É	260	+0.6	+1.5
07.	01 29 33	543	22 Tau	6.4	ki	0.36-	38	83D	252	+0.5	+1.7
07.	01 51 10	548	76183	6.8	ki	0.36-	41	64D	233	+0.4	+2.0
07.	02 03 50	555	76206	6.4	be	0.36-	43	2É	347	-4.1	+8.4
07.	02 14 25	555	76206	6.4	ki	0.36-	45	21É	328	+5.4	-5.2
09.	01 38 30	890	136 Tau	4.6	be	0.16-	21	-71D	112	+0.3	+0.9
09.	02 29 08	890	136 Tau	4.6	ki	0.16-	30	51D	235	-0.1	+2.1
24.	18 44 03	2784	τ Sgr	3.3	be	0.84+	14	89D	80	+1.7	+0.6
24.	20 05 49	2784	τ Sgr	3.3	ki	0.85+	15	-85D	253	+1.6	+0.0
26.	21 05 18	3078	η Cap	4.9	be	0.97+	23	84É	60	+1.4	+0.6
28.	23 04 31	3353	λ Aqr	3.7	ki	1.00-	35	65D	225	+1.1	+1.0
9.03.	02 58 33	518	7 Tau	6.0	é	0.61-	66	7É	338	-1.2	+5.5
05.	01 17 30	840	77295	6.3	ki	0.39-	38	40D	219	+0.0	+2.7
05.	10 03 41	890	136 Tau	4.6	ki	0.36-	36	36D	217	+1.8	+0.9
06.	00 52 06	1013	78540	7.0	ki	0.29-	25	71É	295	+0.4	+0.8
06.	03 16 25	1028	78643	7.5	ki	0.28-	48	63D	249	+0.9	+2.0
07.	05 02 51	1170	κ Gem	3.6	ki	0.18-	54	28D	221	+1.2	+4.9
09.	02 29 43	1395	98561	6.3	ki	0.06-	7	70É	311	+0.1	+0.3
25.	21 08 01	3431	146645	6.6	be	0.99+	38	85D	74	+1.6	+0.7
29.	00 50 06	317	92810	6.4	ki	0.93-	59	68D	222	+1.1	+1.4
29.	19 45 27	440	ε Ari	4.7	ki	0.87-	21	76É	263	+0.1	+1.4
30.	03 23 09	470	75806	6.8	ki	0.85-	56	75É	266	+1.4	-0.7
10.02.	02 32 04	797	77121	6.4	ki	0.64-	68	62É	293	+1.8	-0.6
02.	23 08 28	958	78196	6.7	ki	0.54-	28	8D	190	-2.2	+6.4
05.	02 22 18	1253	80125	7.3	ki	0.32-	38	36D	231	+0.6	+3.7
06.	01 16 56	1370	98425	6.9	ki	0.23-	16	29É	349	+0.9	-2.2
07.	05 35 28	1487	α Leo	1.4	be	0.14-	45	-42É	63	+2.2	+3.5
07.	06 14 22	1487	α Leo	1.4	ki	0.14-	49	18É	3	+0.1	-4.0
17.	17 15 17	2660	186704	6.2	be	0.34+	10	23É	22	+0.4	+0.6
20.	16 00 41	3078	η Cap	4.9	be	0.64+	18	75D	87	+1.6	+1.0
20.	18 41 11	3084	164152	6.7	be	0.64+	23	29É	11	+0.3	+1.3
22.	19 04 25	3353	λ Aqr	3.7	be	0.84+	35	59D	98	+2.2	+0.0
22.	19 55 04	3353	λ Aqr	3.7	ki	0.84+	35	-29D	186	+0.2	+1.9
22.	20 26 02	3360	78 Aqr	6.2	be	0.84+	34	59D	99	+2.2	-0.8



dátum	UT			ZC	név	m	J	fázis	h °	C °	P °	A m/°	B m/°
	h	m	s										
10.27.	23	34	18	536	16 Tau	5.5	ki	0.95-	66	23D	180	-0.2	+6.2
28.	00	04	56	541	20 Tau	3.9	ki	0.95-	67	21D	179	-0.1	+7.2
28.	00	13	19	539	19 Tau	4.3	ki	0.95-	67	66D	224	+1.3	+1.7
28.	00	16	47	538	18 Tau	5.7	ki	0.95-	67	33É	305	+2.1	-2.2
28.	00	38	35	542	21 Tau	5.8	ki	0.95-	66	74D	232	+1.4	+1.2
28.	00	39	24	543	22 Tau	6.4	ki	0.95-	66	66D	224	+1.3	+1.6
28.	00	58	53	548	76183	6.8	ki	0.95-	65	49D	206	+1.2	+2.6
28.	01	50	24	555	76206	6.4	ki	0.95-	60	44É	294	+1.5	-1.9
28.	03	23	16	571	76272	6.8	ki	0.94-	46	38É	301	+0.8	-2.5
28.	03	45	42	574	76286	6.8	ki	0.94-	43	45É	294	+0.7	-2.1
29.	04	20	30	746	76880	7.0	ki	0.87-	49	82É	267	+1.0	-1.1
29.	22	01	02	890	136 Tau	4.6	ki	0.80-	39	82É	275	+0.7	+1.2
30.	01	37	33	909	77837	6.0	ki	0.79-	69	69D	246	+1.6	+1.3
30.	22	29	34	1061	39 Gem	6.2	ki	0.70-	32	35D	220	-0.2	+3.3
31.	04	02	11	1085	79121	7.1	ki	0.68-	66	33D	219	+3.0	+4.1
31.	23	17	53	1200	79847	6.9	ki	0.59-	29	54D	245	+0.2	+2.3
11.05.	03	13	13	1642	118801	7.6	ki	0.19-	22	76É	306	+0.7	+0.2
22.	22	21	20	317	92810	6.4	be	0.95+	54	65D	105	+1.8	-1.5
23.	16	32	39	440	$\epsilon$ Ari	4.7	be	0.99+	25	43É	44	-0.1	+1.9
26.	03	56	36	840	77295	6.3	ki	0.96-	41	30É	317	+0.1	-2.6
26.	21	21	55	994	78417	6.6	ki	0.92-	44	87É	270	+0.9	+1.2
28.	00	06	23	1155	79562	6.4	ki	0.84-	58	83D	270	+1.5	+0.9
28.	00	35	48	1157	79580	6.2	ki	0.84-	62	64D	252	+1.7	+1.6
28.	02	54	14	1168	79649	7.1	ki	0.83-	64	30É	338	+0.7	-3.2
29.	02	14	25		Praesepe	6.0	ki	0.74-	61	63D	257	+2.1	+1.0
29.	02	17	14	1295	39 Cnc	6.4	ki	0.74-	61	69D	263	+2.0	+0.7
29.	02	19	35	1296	80336	6.6	ki	0.74-	62	63D	257	+2.1	+1.0
29.	03	23	23	1305	80361	6.9	ki	0.74-	62	85D	280	+1.7	-0.6
30.	05	54	26	1420	98683	6.6	ki	0.63-	48	86É	293	+1.2	-1.6
12.01.	05	23	17	1525	44 Leo	5.6	ki	0.53-	50	58D	260	+2.4	-0.1
04.	05	35	34	1809	138878	7.0	ki	0.25-	33	76D	277	+2.0	+0.3
15.	15	49	10	3262	164935	6.9	é	0.31+	30	16D	143	+1.3	+1.5
19.	18	50	12	244	92556	6.7	be	0.75+	57	64D	97	+2.0	-0.5
21.	21	58	31	539	19 Tau	4.3	be	0.93+	61	52D	123	+1.6	-2.5
21.	22	03	35	538	18 Tau	5.7	be	0.93+	61	46É	42	+1.4	+1.3
21.	22	15	57	542	21 Tau	5.8	be	0.93+	59	65D	111	+1.5	-1.7
21.	22	22	27	543	22 Tau	6.4	be	0.93+	58	56D	119	+1.4	-2.3
21.	22	56	30	548	76183	6.8	be	0.93+	53	40D	136	+1.1	-3.8
21.	23	31	10	555	76206	6.4	be	0.93+	48	43É	39	+1.3	+1.0
24.	19	20	12	1061	39 Gem	6.2	ki	0.99-	37	53É	296	+0.9	+0.5
24.	19	40	56	1062	40 Gem	6.4	ki	0.99-	40	87É	263	+0.7	+1.5

dátum	UT h m s	ZC	név	<i>m</i>	J	fázis	<i>h</i> °	<i>C</i> °	<i>P</i> °	<i>A</i> m/°	<i>B</i> m/°
12.25.	21 44 49	1221	$\mu^1$ Cnc	6.0	ki	0.95–	48	62É	306	+1.2	–0.2
26.	19 50 01	1343	98276	6.3	ki	0.90–	18	70D	265	+0.1	+1.6
27.	23 01 35	1466	$\nu$ Leo	5.3	ki	0.81–	36	18É	3	+0.5	–4.1
28.	23 38 13	1567	118483	6.4	ki	0.72–	30	77É	306	+0.9	+0.1
30.	03 15 37	1685	$\nu$ Leo	4.3	be	0.61–	41	–28D	176	+0.2	–2.4
30.	04 10 34	1685	$\nu$ Leo	4.3	ki	0.61–	41	59D	263	+2.5	+0.0

### Útmutató A Hold csillagfedései című táblázathoz

Az előrejelzések 10 cm-es távcsőátmérőre készültek.

UT = a jelenség előrejelzett időpontja UT-ben

ZC = a csillag Zodiacal Catalog szerinti száma

név = ha csak szám áll, az a csillag SAO katalógusszáma

*m* = a csillag fényessége

J = jelenség: be = belépés ki = kilépés é = érintő fedés

a fázis – jel esetén csökkenő, + jel esetén növekvő

*h* = a Hold látóhatár feletti magassága

*C* = a jelenség pozíciószöge a Hold terminátorának északi (É),  
illetve déli (D) csúcsától, negatív értéknél a világos,  
pozitívnál a sötét oldalon

*P* = a jelenség pozíciószöge

*A* = hosszúsági együttható

*B* = szélességi együttható

E két szám segítségével a ( $\lambda$ ,  $\varphi$ ) földrajzi koordinátájú megfigyelőhelyen a táblázatban előrejelzett  $t_0$  időpont helyett az alábbi  $t$  időpontban várható a jelenség:

$$t = t_0 + (\lambda - 19^{\circ}0)A + (\varphi - 47^{\circ}5)B$$

$m < 4^m$ 

## Csillagkatalógus J2007.5-re

 $\delta > -30^\circ$ 

csillag	RA			$\Delta RA$			D			$\Delta D$			$\mu_{RA}$	$\mu_D$	$v_{rad}$	$\pi$	m
	h	m	s	s/év	°	'	''	"/év	s	"	km/s	"					
$\alpha$ And	0 08	46.6		+3.11	+29 07	55	+19.9	1.039	-16.33	-12.0	0.024	2.06					
$\beta$ Cas	0 09	35.0		+3.24	+59 11	28	+19.8	6.827	-18.09	11.0	0.072	2.27					
$\gamma$ Peg	0 13	37.4		+3.10	+15 13	31	+20.0	0.019	-1.20	4.0	0.000	2.83					
$\iota$ Cet	0 19	48.6		+3.06	-8 46	57	+19.9	-0.093	-3.61	19.0	0.010	3.56					
$\zeta$ Cas	0 37	23.6		+3.38	+53 56	17	+19.8	0.219	-0.91	2.0	0.004	3.66					
$\delta$ And	0 39	43.9		+3.22	+30 54	07	+19.7	1.060	-9.15	-7.0	0.024	3.27					
$\alpha$ Cas	0 40	56.2		+3.44	+56 34	42	+19.7	0.636	-3.19	-4.0	0.016	2.23					
$\beta$ Cet	0 43	57.9		+3.01	-17 56	44	+19.7	1.637	3.25	13.0	0.057	2.04					
$\gamma$ Cas	0 57	10.0		+3.67	+60 45	26	+19.4	0.355	-0.53	-7.0	0.034	2.47					
$\mu$ And	0 57	10.3		+3.35	+38 32	24	+19.5	1.297	3.27	8.0	0.032	3.87					
$\eta$ Cet	1 08	58.0		+3.02	-10 08	34	+19.0	1.474	-13.83	12.0	0.032	3.45					
$\beta$ And	1 10	09.3		+3.38	+35 39	36	+19.0	1.457	-11.35	3.0	0.043	2.06					
$\vartheta$ Cet	1 24	23.9		+3.00	-8 08	42	+18.5	-0.532	-21.85	17.0	0.034	3.60					
$\delta$ Cas	1 26	18.8		+3.98	+60 16	26	+18.6	3.993	-5.11	7.0	0.029	2.68					
$\eta$ Psc	1 31	53.2		+3.22	+15 23	03	+18.4	0.193	-0.55	15.0	0.015	3.62					
51 And	1 38	27.4		+3.71	+48 39	57	+18.1	0.652	-11.33	16.0	0.021	3.57					
$\tau$ Cet	1 44	25.0		+2.79	-15 53	53	+18.9	-11.911	85.64	-16.2	0.275	3.50					
$\zeta$ Cet	1 51	49.9		+2.96	-10 17	54	+17.7	0.276	-3.90	9.0	0.038	3.73					
$\alpha$ Tri	1 53	30.7		+3.44	+29 36	54	+17.4	0.087	-23.51	-13.0	0.050	3.41					
$\epsilon$ Cas	1 54	56.5		+4.38	+63 42	24	+17.6	0.476	-2.08	-8.0	0.010	3.38					
$\beta$ Ari	1 55	03.3		+3.33	+20 50	40	+17.5	0.684	-11.11	-2.0	0.063	2.64					
$\gamma^1$ And	2 04	21.8		+3.71	+42 21	55	+17.1	0.404	-5.17	-12.0	0.013	2.26					
$\alpha$ Ari	2 07	35.9		+3.40	+23 29	51	+16.9	1.383	-14.83	-14.0	0.043	2.00					
$\beta$ Tri	2 09	59.5		+3.59	+35 01	21	+16.9	1.218	-4.03	10.0	0.012	3.00					
$\alpha$ UMi	2 40	35.3		+73.43	+89 17	47	+15.3	19.877	-1.52	-17.0	0.007	2.02					
41 Ari	2 50	25.6		+3.55	+27 17	28	+14.6	0.500	-11.75	4.0	0.031	3.63					
$\eta$ Per	2 51	14.9		+4.42	+55 55	34	+14.7	0.203	-1.42	-1.0	0.006	3.76					
$\tau$ Per	2 54	47.6		+4.29	+52 47	34	+14.5	-0.004	-0.54	2.0	0.012	3.95					
$\eta$ Eri	2 56	47.7		+2.94	-8 52	07	+14.1	0.536	-21.95	-20.0	0.027	3.89					
$\alpha$ Cet	3 02	40.3		+3.14	+4 07	07	+13.9	-0.063	-7.80	-26.0	0.009	2.53					
$\gamma$ Per	3 05	20.6		+4.38	+53 32	07	+13.8	-0.001	-0.47	3.0	0.011	2.93					
$\rho$ Per	3 05	39.6		+3.87	+38 52	08	+13.7	1.110	-10.56	28.0	0.011	3.39					
$\beta$ Per	3 08	39.6		+3.93	+40 59	03	+13.6	0.031	-0.09	4.0	0.031	2.12					
$\alpha$ Per	3 24	51.7		+4.31	+49 53	14	+12.5	0.246	-2.46	-2.0	0.029	1.80					
$\sigma$ Tau	3 25	13.1		+3.24	+9 03	17	+12.5	-0.445	-7.80	-21.0	0.011	3.60					
$\xi$ Tau	3 27	34.6		+3.26	+9 45	30	+12.3	0.405	-3.89	-2.0	0.000	3.74					
$\epsilon$ Eri	3 33	17.1		+2.83	-9 26	00	+12.0	-6.580	2.10	15.4	0.303	3.73					
$\delta$ Per	3 43	27.7		+4.30	+47 48	40	+11.2	0.280	-3.42	4.0	0.016	3.01					
$\delta$ Eri	3 43	36.5		+2.88	-9 44	18	+12.0	-0.622	74.48	-6.0	0.109	3.54					
17 Tau	3 45	19.3		+3.57	+24 08	11	+11.1	0.142	-4.61	12.0	0.019	3.70					
$\nu$ Per	3 45	42.4		+4.10	+42 36	06	+11.1	-0.130	-0.16	-13.0	0.014	3.77					
$\eta$ Tau	3 47	55.9		+3.58	+24 07	40	+10.9	0.136	-4.60	10.0	0.008	2.87					
27 Tau	3 49	36.6		+3.58	+24 04	33	+10.8	0.130	-4.67	9.0	0.000	3.63					
$\zeta$ Per	3 54	36.3		+3.79	+31 54	19	+10.4	0.045	-1.02	20.0	0.010	2.85					

csillag	RA			$\Delta RA$	D		$\Delta D$	$\mu_{RA}$	$\mu_D$	$v_{rad}$	$\pi$	m
	h	m	s	s/év	°	'	"/év					
$\epsilon$ Per	3	58	21.6	+4.04	+40	01 53	+10.1	0.156	-2.58	1.0	0.009	2.89
$\gamma$ Eri	3	58	22.8	+2.80	-13	29 15	+10.0	0.420	-11.14	62.0	0.010	2.95
$\lambda$ Tau	4	01	05.8	+3.33	+12	30 40	+9.9	-0.043	-1.24	18.0	0.002	3.47
$\nu$ Tau	4	03	33.4	+3.20	+6	00 35	+9.7	0.035	-0.32	-6.0	0.022	3.91
$\gamma$ Tau	4	20	13.3	+3.42	+15	38 43	+8.4	0.799	-2.50	39.0	0.028	3.63
$\delta^1$ Tau	4	23	22.1	+3.47	+17	33 34	+8.2	0.747	-2.96	39.0	0.016	3.76
$\epsilon$ Tau	4	29	03.3	+3.51	+19	11 47	+7.7	0.756	-3.77	39.0	0.018	3.54
$\alpha$ Tau	4	36	21.1	+3.45	+16	31 26	+7.0	0.439	-18.97	54.0	0.048	0.85
$\nu$ Eri	4	36	41.7	+3.00	-3	20 15	+7.1	0.013	-0.52	15.0	0.000	3.93
53 Eri	4	38	31.4	+2.75	-14	17 23	+6.8	-0.519	-15.56	42.0	0.036	3.87
$\pi^3$ Ori	4	50	14.9	+3.26	+6	58 26	+6.0	3.130	1.15	24.0	0.125	3.19
$\pi^4$ Ori	4	51	36.4	+3.20	+5	37 03	+5.9	-0.009	0.06	23.0	0.001	3.69
$\pi^5$ Ori	4	54	38.6	+3.13	+2	27 09	+5.6	0.002	-0.03	23.0	0.003	3.72
$\iota$ Aur	4	57	29.0	+3.92	+33	10 38	+5.4	0.027	-1.79	18.0	0.015	2.69
$\epsilon$ Aur	5	02	30.5	+4.32	+43	50 01	+5.0	-0.006	-0.38	-3.0	0.007	2.99
$\zeta$ Aur	5	03	00.2	+4.21	+41	05 10	+4.9	0.076	-2.20	13.0	0.005	3.75
$\epsilon$ Lep	5	05	46.7	+2.54	-22	21 41	+4.6	0.180	-7.38	1.0	0.011	3.19
$\eta$ Aur	5	07	02.5	+4.22	+41	14 38	+4.5	0.259	-6.78	7.0	0.013	3.17
$\beta$ Eri	5	08	13.1	+2.95	-5	04 38	+4.4	-0.633	-8.08	-9.0	0.042	2.79
$\mu$ Lep	5	13	16.1	+2.70	-16	11 50	+4.0	0.296	-2.59	28.0	0.018	3.31
$\beta$ Ori	5	14	53.9	+2.89	-8	11 36	+3.9	0.003	-0.13	21.0	0.013	0.12
$\alpha$ Aur	5	17	14.7	+4.44	+46	00 18	+3.3	0.728	-42.47	30.0	0.073	0.08
$\tau$ Ori	5	17	58.3	+2.92	-6	50 12	+3.6	-0.101	-0.82	20.0	0.006	3.60
$\gamma$ Ori	5	25	32.0	+3.22	+6	21 21	+3.0	-0.059	-1.39	18.0	0.026	1.64
$\beta$ Tau	5	26	46.0	+3.80	+28	36 47	+2.7	0.169	-17.51	9.0	0.018	1.65
$\beta$ Lep	5	28	34.0	+2.57	-20	45 14	+2.7	-0.031	-8.86	-14.0	0.014	2.84
$\delta$ Ori	5	32	23.4	+3.07	-0	17 39	+2.4	0.010	-0.22	16.0	0.014	2.23
$\alpha$ Lep	5	33	03.7	+2.65	-17	49 03	+2.4	0.007	0.19	24.0	0.007	2.58
$\iota$ Ori	5	35	48.0	+2.94	-5	54 20	+2.1	0.000	0.11	22.0	0.021	2.76
$\epsilon$ Ori	5	36	35.7	+3.05	-1	11 52	+2.0	0.006	-0.24	26.0	0.000	1.70
$\zeta$ Tau	5	38	05.6	+3.59	+21	08 47	+1.9	0.002	-2.10	20.0	0.008	3.00
$\gamma$ Lep	5	44	46.6	+2.50	-22	26 47	+1.0	-2.114	-36.98	-10.0	0.122	3.60
$\zeta$ Lep	5	47	17.7	+2.72	-14	49 11	+1.1	-0.109	-0.06	20.0	0.042	3.55
$\kappa$ Ori	5	48	06.7	+2.85	-9	40 03	+1.0	0.013	-0.24	21.0	0.015	2.06
$\delta$ Lep	5	51	38.7	+2.58	-20	52 44	+0.1	1.623	-64.89	99.3	0.022	3.81
$\alpha$ Ori	5	55	34.7	+3.25	+7	24 28	+0.4	0.173	0.87	21.0	0.005	0.50
$\eta$ Lep	5	56	44.8	+2.73	-14	10 01	+0.4	-0.286	13.93	-2.0	0.061	3.71
$\beta$ Aur	6	00	04.7	+4.40	+44	56 51	-0.0	-0.541	0.03	-18.0	0.037	1.90
$\delta$ Aur	6	00	08.7	+4.94	+54	17 04	-0.1	0.926	-12.54	8.0	0.020	3.72
$\beta$ CMa	6	23	01.8	+2.64	-17	57 36	-2.0	-0.044	0.03	34.0	0.014	1.98
$\mu$ Gem	6	23	24.8	+3.63	+22	30 33	-2.2	0.391	-11.10	55.0	0.021	2.88
$\gamma$ Gem	6	38	08.7	+3.47	+16	23 32	-3.4	0.293	-4.16	-13.0	0.031	1.93
$\epsilon$ Gem	6	44	23.6	+3.69	+25	07 23	-3.9	-0.041	-1.34	10.0	0.017	2.98
$\alpha$ CMa	6	45	28.7	+2.64	-16	43 37	-5.2	-3.847	-120.53	-7.6	0.375	-1.46
$\xi$ Gem	6	45	42.6	+3.37	+12	53 13	-4.2	-0.791	-19.14	25.0	0.051	3.36

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D o ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\vartheta$ Gem	6 53 17.0	+3.95	+33 57 06	-4.7	-0.017	-4.81	21.0	0.021	3.60
$\varepsilon$ CMa	6 58 55.2	+2.36	-28 58 58	-5.1	0.031	0.28	27.0	0.000	1.50
$\sigma$ CMa	7 02 01.1	+2.39	-27 56 46	-5.4	-0.038	0.49	22.0	0.017	3.46
$\sigma^2$ CMa	7 03 20.3	+2.51	-23 50 41	-5.5	-0.031	0.32	48.0	0.000	3.03
$\zeta$ Gem	7 04 33.2	+3.56	+20 33 31	-5.6	-0.065	-0.05	7.0	0.000	3.79
$\delta$ CMa	7 08 41.8	+2.44	-26 24 20	-5.9	-0.024	0.44	34.0	0.000	1.86
$\lambda$ Gem	7 18 31.4	+3.45	+16 31 35	-6.8	-0.331	-3.66	-9.0	0.041	3.58
$\delta$ Gem	7 20 34.2	+3.58	+21 58 05	-6.9	-0.188	-1.23	4.0	0.059	3.53
$\eta$ CMa	7 24 23.5	+2.37	-29 19 05	-7.2	-0.031	0.53	41.0	0.000	2.44
$\iota$ Gem	7 26 11.5	+3.72	+27 46 57	-7.4	-0.926	-8.61	8.0	0.031	3.79
$\beta$ CMi	7 27 33.4	+3.25	+8 16 25	-7.5	-0.350	-3.83	22.0	0.020	2.90
$\alpha$ Gem	7 35 04.7	+3.82	+31 52 17	-8.2	-1.347	-9.87	-1.0	0.072	1.58
$\alpha$ CMi	7 39 41.6	+3.14	+5 12 19	-9.5	-4.755	-102.29	-3.0	0.288	0.38
$\alpha$ Mon	7 41 36.3	+2.87	-9 34 09	-8.6	-0.493	-1.92	11.0	0.019	3.93
$\kappa$ Gem	7 44 54.0	+3.62	+24 22 46	-8.9	-0.244	-5.23	21.0	0.025	3.57
$\beta$ Gem	7 45 46.4	+3.66	+28 00 27	-9.0	-4.740	-4.59	3.0	0.093	1.14
$\xi$ Pup	7 49 36.6	+2.52	-24 52 44	-9.2	-0.022	-0.18	3.0	0.003	3.34
$\rho$ Pup	8 07 51.8	+2.56	-24 19 35	-10.6	-0.606	4.92	46.0	0.031	2.81
$\beta$ Cnc	8 16 55.3	+3.25	+9 09 43	-11.3	-0.298	-4.89	22.0	0.014	3.52
(Hya)	8 26 02.1	+3.00	-3 55 53	-11.9	-0.444	-2.29	10.0	0.019	3.90
$o$ UMa	8 30 52.9	+4.94	+60 41 33	-12.4	-1.818	-10.73	20.0	0.009	3.36
$\delta$ Cnc	8 45 06.6	+3.40	+18 07 35	-13.5	-0.126	-22.81	17.0	0.025	3.94
$\zeta$ Hya	8 55 47.4	+3.17	+5 55 00	-13.9	-0.665	1.44	23.0	0.029	3.11
$\iota$ UMa	8 59 43.1	+4.08	+48 00 42	-14.4	-4.428	-22.64	9.0	0.066	3.14
$\kappa$ UMa	9 04 08.1	+4.07	+47 07 35	-14.5	-0.323	-5.41	4.0	0.010	3.60
$\vartheta$ Hya	9 14 45.3	+3.12	+2 16 56	-15.4	0.862	-31.00	-10.0	0.019	3.88
$\alpha$ Lyn	9 21 30.6	+3.64	+34 21 38	-15.4	-1.789	1.87	38.0	0.021	3.13
$\alpha$ Hya	9 27 57.4	+2.95	-8 41 29	-15.8	-0.093	3.28	-4.0	0.017	1.98
23 UMa	9 32 06.8	+4.67	+63 01 43	-16.0	1.604	2.77	-10.0	0.034	3.67
$\vartheta$ UMa	9 33 21.3	+3.98	+51 38 34	-16.6	-10.253	-53.14	15.0	0.052	3.17
$\iota$ Hya	9 40 14.3	+3.06	-1 10 38	-16.5	0.324	-6.43	23.0	0.020	3.91
$o$ Leo	9 41 33.0	+3.20	+9 51 28	-16.5	-0.961	-3.67	27.0	0.028	3.52
$\varepsilon$ Leo	9 46 16.5	+3.40	+23 44 22	-16.7	-0.337	-1.10	4.0	0.010	2.98
$\nu$ UMa	9 51 31.0	+4.22	+59 00 11	-17.1	-3.797	-15.12	27.0	0.036	3.80
$\mu$ Leo	9 53 11.3	+3.40	+25 58 17	-17.1	-1.602	-5.59	14.0	0.022	3.88
$\eta$ Leo	10 07 44.4	+3.26	+16 43 33	-17.7	-0.011	-0.04	3.0	0.003	3.52
$\alpha$ Leo	10 08 46.2	+3.19	+11 55 49	-17.7	-1.693	0.64	6.0	0.039	1.35
$\lambda$ Hya	10 10 57.2	+2.93	-12 23 29	-17.9	-1.379	-8.85	19.0	0.014	3.61
$\zeta$ Leo	10 17 06.4	+3.33	+23 22 47	-18.1	0.131	-0.71	-16.0	0.017	3.44
$\lambda$ UMa	10 17 32.8	+3.60	+42 52 36	-18.1	-1.494	-3.78	18.0	0.030	3.45
$\mu$ UMa	10 22 46.4	+3.55	+41 27 42	-18.2	-0.726	3.45	-21.0	0.031	3.05
$\mu$ Hya	10 26 27.2	+2.91	-16 52 29	-18.5	-0.890	-7.99	40.0	0.013	3.81
$\rho$ Leo	10 33 12.3	+3.16	+9 16 04	-18.6	-0.044	-0.27	42.0	0.011	3.85
$\nu$ Hya	10 49 59.7	+2.96	-16 13 59	-18.9	0.654	20.02	-1.0	0.022	3.11
46 LMi	10 53 43.8	+3.34	+34 10 27	-19.5	0.700	-27.85	16.0	0.017	3.83

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	$D$ ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	$m$
$\beta$ UMa	11 02 17.4	+3.58	+56 20 31	-19.4	0.988	3.40	-12.0	0.042	2.37
$\alpha$ UMa	11 04 11.1	+3.66	+61 42 37	-19.5	-1.675	-6.65	-9.0	0.031	1.79
$\psi$ UMa	11 10 05.0	+3.35	+44 27 28	-19.6	-0.604	-2.77	-4.0	0.000	3.01
$\delta$ Leo	11 14 30.4	+3.18	+20 28 57	-19.8	1.011	-12.98	-20.0	0.040	2.56
$\vartheta$ Leo	11 14 38.0	+3.14	+15 23 18	-19.7	-0.420	-7.86	8.0	0.019	3.34
$\nu$ UMa	11 18 53.0	+3.23	+33 03 12	-19.7	-0.205	2.84	-9.0	0.013	3.48
$\delta$ Crt	11 19 43.0	+3.00	-14 49 09	-19.5	-0.844	20.75	-5.0	0.019	3.56
$\lambda$ Dra	11 31 50.5	+3.50	+69 17 23	-19.9	-0.733	-1.71	7.0	0.024	3.84
$\chi$ UMa	11 46 26.6	+3.15	+47 44 16	-20.0	-1.361	2.95	-9.0	0.014	3.71
$\beta$ Leo	11 49 26.5	+3.06	+14 31 48	-20.1	-3.422	-11.41	0.0	0.076	2.14
$\beta$ Vir	11 51 05.2	+3.13	+1 43 21	-20.3	4.954	-27.11	5.0	0.098	3.61
$\gamma$ UMa	11 54 13.3	+3.13	+53 39 11	-20.0	1.073	1.17	-13.0	0.020	2.44
$\varepsilon$ Crv	12 10 30.7	+3.10	-22 39 41	-20.0	-0.512	1.35	5.0	0.020	3.00
$\delta$ UMa	12 15 47.7	+2.95	+56 59 28	-20.0	1.270	0.94	-13.0	0.052	3.31
$\gamma$ Crv	12 16 11.6	+3.09	-17 35 01	-20.0	-1.124	2.33	-4.0	0.000	2.59
$\eta$ Vir	12 20 17.4	+3.07	-0 42 30	-20.0	-0.419	-1.81	2.0	0.010	3.89
$\delta$ Crv	12 30 15.2	+3.11	-16 33 26	-20.0	-1.460	-13.80	9.0	0.018	2.95
$\kappa$ Dra	12 33 48.0	+2.53	+69 44 49	-19.8	-1.130	1.19	-11.0	0.010	3.87
$\beta$ Crv	12 34 47.0	+3.16	-23 26 17	-19.9	0.016	-5.39	-8.0	0.027	2.65
$\varepsilon$ UMa	12 54 21.4	+2.62	+55 55 09	-19.5	1.328	-0.58	-9.0	0.009	1.77
$\delta$ Vir	12 55 58.9	+3.02	+3 21 24	-19.5	-3.129	-5.39	-18.0	0.017	3.38
$\alpha^2$ CVn	12 56 22.7	+2.80	+38 16 41	-19.4	-1.987	5.65	-3.0	0.023	2.90
$\varepsilon$ Vir	13 02 33.0	+2.99	+10 55 08	-19.3	-1.854	2.00	-14.0	0.036	2.83
$\gamma$ Hya	13 19 19.8	+3.27	-23 12 39	-18.9	0.467	-4.47	-5.0	0.021	3.00
$\zeta$ UMa	13 24 13.6	+2.41	+54 53 11	-18.7	1.411	-2.00	-6.0	0.037	2.27
$\alpha$ Vir	13 25 35.4	+3.17	-11 12 01	-18.7	-0.278	-2.83	1.0	0.021	0.97
$\zeta$ Vir	13 35 04.5	+3.06	-0 38 03	-18.3	-1.899	4.21	-13.0	0.035	3.37
$\eta$ UMa	13 47 50.1	+2.36	+49 16 34	-17.9	-1.249	-1.09	-11.0	0.035	1.86
$\eta$ Boo	13 55 02.5	+2.86	+18 21 37	-17.9	-0.440	-35.83	0.0	0.102	2.68
$\alpha$ Dra	14 04 35.6	+1.63	+64 20 25	-17.1	-0.842	1.83	-13.0	0.011	3.65
$\pi$ Hya	14 06 48.0	+3.43	-26 43 06	-17.2	0.328	-13.89	27.0	0.039	3.27
$\alpha$ Boo	14 16 00.2	+2.74	+19 08 37	-18.6	-7.714	-199.84	-5.0	0.090	-0.04
$\varrho$ Boo	14 32 09.2	+2.59	+30 20 20	-15.7	-0.772	11.94	-14.0	0.025	3.58
$\gamma$ Boo	14 32 22.8	+2.41	+38 16 33	-15.6	-0.966	15.32	-37.0	0.016	3.03
$\mu$ Vir	14 43 27.4	+3.17	-5 41 26	-15.5	0.729	-31.60	5.0	0.039	3.88
109 Vir	14 46 37.7	+3.04	+1 51 42	-15.0	-0.758	-2.64	-6.0	0.030	3.72
$\beta$ UMi	14 50 41.4	-0.12	+74 07 29	-14.7	-0.763	1.22	17.0	0.031	2.08
$\alpha^2$ Lib	14 51 17.7	+3.33	-16 04 21	-14.8	-0.734	-6.68	-10.0	0.049	2.75
$\beta$ Boo	15 02 13.7	+2.26	+40 21 41	-14.1	-0.356	-2.78	-20.0	0.022	3.50
$\sigma$ Lib	15 04 30.7	+3.53	-25 18 40	-13.9	-0.540	-4.30	-4.0	0.056	3.29
$\delta$ Boo	15 15 48.3	+2.42	+33 17 14	-13.3	0.689	-11.20	-12.0	0.028	3.49
$\beta$ Lib	15 17 24.7	+3.24	-9 24 37	-13.1	-0.649	-1.91	-35.0	0.000	2.61
$\gamma$ UMi	15 20 43.3	-0.05	+71 48 26	-12.8	-0.401	2.02	-4.0	0.003	3.05
$\iota$ Dra	15 25 05.8	+1.34	+58 56 24	-12.5	-0.117	1.73	-11.0	0.032	3.29
$\beta$ CrB	15 28 08.3	+2.48	+29 04 49	-12.2	-1.369	8.63	-19.0	0.031	3.68

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\alpha$ CrB	15 35 00.3	+2.54	+26 41 23	-11.9	0.906	-8.86	2.0	0.043	2.23
$\gamma$ Lib	15 35 56.8	+3.37	-14 48 51	-11.8	0.445	0.88	-28.0	0.033	3.91
$\nu$ Lib	15 37 28.9	+3.66	-28 09 34	-11.7	-0.069	0.27	-25.0	0.037	3.58
$\alpha$ Ser	15 44 38.3	+2.96	+6 24 09	-11.1	0.917	4.68	3.0	0.046	2.65
$\beta$ Ser	15 46 32.1	+2.77	+15 23 55	-11.1	0.463	-4.50	-1.0	0.034	3.67
$\mu$ Ser	15 50 00.8	+3.14	-3 27 10	-10.8	-0.574	-2.40	-9.0	0.007	3.54
$\epsilon$ Ser	15 51 11.4	+3.00	+4 27 20	-10.6	0.858	6.28	-9.0	0.035	3.71
$\gamma$ Ser	15 56 48.0	+2.78	+15 38 15	-11.5	2.158	-128.14	7.0	0.069	3.85
$\pi$ Sco	15 59 18.4	+3.64	-26 08 07	-10.1	-0.084	-2.55	-3.0	0.010	2.89
$\delta$ Sco	16 00 46.7	+3.56	-22 38 33	-10.0	-0.085	-2.22	-7.0	0.000	2.32
$\beta^1$ Sco	16 05 52.5	+3.50	-19 49 32	-9.6	-0.039	-1.91	-1.0	0.009	2.62
$\delta$ Oph	16 14 44.4	+3.15	-3 42 47	-9.0	-0.294	-14.30	-20.0	0.029	2.74
$\epsilon$ Oph	16 18 43.1	+3.18	-4 42 37	-8.5	0.566	4.10	-10.0	0.036	3.24
$\tau$ Her	16 19 58.0	+1.81	+46 17 45	-8.4	-0.109	4.00	-14.0	0.027	3.89
$\sigma$ Sco	16 21 38.7	+3.66	-25 36 37	-8.4	-0.076	-2.07	3.0	0.000	2.89
$\gamma$ Her	16 22 15.1	+2.65	+19 08 09	-8.2	-0.330	4.32	-35.0	0.015	3.75
$\alpha$ Sco	16 29 52.1	+3.69	-26 26 53	-7.7	-0.071	-2.03	-3.0	0.019	0.96
$\beta$ Her	16 30 32.6	+2.58	+21 28 25	-7.6	-0.702	-1.46	-26.0	0.017	2.77
$\tau$ Sco	16 36 21.0	+3.74	-28 13 52	-7.2	-0.064	-2.21	2.0	0.020	2.82
$\zeta$ Oph	16 37 34.4	+3.31	-10 34 54	-7.0	0.092	2.63	-15.0	0.003	2.56
$\eta$ Her	16 43 09.2	+2.06	+38 54 30	-6.7	0.318	-8.25	8.0	0.053	3.53
$\kappa$ Oph	16 58 01.4	+2.84	+9 21 50	-5.4	-1.969	-1.05	-56.0	0.026	3.20
$\epsilon$ Her	17 00 34.6	+2.30	+30 54 57	-5.1	-0.362	2.76	-25.0	0.022	3.92
$\zeta$ Dra	17 08 48.6	+0.19	+65 42 20	-4.4	-0.324	2.18	-17.0	0.017	3.17
$\eta$ Oph	17 10 48.5	+3.45	-15 44 01	-4.2	0.260	9.50	-1.0	0.052	2.43
$\pi$ Her	17 15 18.5	+2.09	+36 48 04	-3.9	-0.215	0.36	-26.0	0.020	3.16
$\delta$ Her	17 15 20.4	+2.47	+24 49 51	-4.0	-0.151	-15.69	-40.0	0.034	3.14
$\vartheta$ Oph	17 22 28.3	+3.69	-25 00 23	-3.3	-0.026	-1.99	-2.0	0.000	3.27
$\beta$ Dra	17 30 36.1	+1.36	+52 17 46	-2.5	-0.171	1.48	-20.0	0.013	2.79
$\alpha$ Oph	17 35 17.0	+2.79	+12 33 18	-2.4	0.822	-22.64	13.0	0.056	2.08
$\xi$ Ser	17 38 01.0	+3.44	-15 24 10	-2.0	-0.289	-5.82	-43.0	0.026	3.54
$\iota$ Her	17 39 40.6	+1.70	+46 00 10	-1.8	-0.047	0.53	-20.0	0.005	3.80
$\beta$ Oph	17 43 50.6	+2.97	+4 33 53	-1.3	-0.267	15.95	-12.0	0.023	2.77
$\mu$ Her	17 46 45.1	+2.35	+27 43 00	-1.9	-2.339	-75.12	-15.6	0.108	3.42
$\gamma$ Oph	17 48 16.1	+3.01	+2 42 18	-1.1	-0.146	-7.39	-7.0	0.032	3.75
$\xi$ Dra	17 53 39.5	+1.04	+56 52 18	-0.5	1.144	7.97	-26.0	0.031	3.75
$\vartheta$ Her	17 56 30.6	+2.06	+37 15 00	-0.3	0.036	0.64	-27.0	0.002	3.86
$\gamma$ Dra	17 56 46.8	+1.40	+51 29 18	-0.3	-0.081	-1.94	-28.0	0.017	2.23
$\xi$ Her	17 58 03.4	+2.33	+29 14 51	-0.2	0.642	-1.69	-2.0	0.018	3.70
$\nu$ Oph	17 59 26.4	+3.30	-9 46 26	-0.2	-0.044	-11.58	13.0	0.015	3.34
72 Oph	18 07 42.3	+2.85	+9 33 55	+0.8	-0.407	7.99	-24.0	0.037	3.73
$\sigma$ Her	18 07 50.1	+2.34	+28 45 50	+0.7	0.009	0.95	-30.0	0.005	3.83
$\mu$ Sgr	18 14 12.7	+3.59	-21 03 23	+1.2	0.012	0.13	-6.0	0.012	3.86
$\chi$ Dra	18 20 55.2	-1.09	+72 44 09	+1.5	11.941	-34.95	32.5	0.120	3.57
$\delta$ Sgr	18 21 28.5	+3.84	-29 49 28	+1.8	0.271	-2.80	-20.0	0.039	2.70

csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D " " "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	$m$
$\eta$ Ser	18 21 41.9	+3.11	-2 53 47	+1.2	-3.651	-70.03	9.0	0.054	3.26
109 Her	18 24 01.1	+2.56	+21 46 25	+1.9	1.407	-24.22	-58.0	0.016	3.84
$\lambda$ Sgr	18 28 26.0	+3.70	-25 25 01	+2.3	-0.324	-18.52	-43.0	0.046	2.81
$\alpha$ Sct	18 35 36.9	+3.27	-8 14 18	+2.8	-0.102	-31.21	36.0	0.013	3.85
$\alpha$ Lyr	18 37 11.6	+2.03	+38 47 28	+3.5	1.726	28.61	-14.0	0.123	0.03
$\varphi$ Sgr	18 46 07.5	+3.75	-26 58 57	+4.0	0.398	0.04	22.0	0.000	3.17
$\beta$ Lyr	18 50 21.4	+2.22	+33 22 18	+4.4	0.026	-0.30	-19.0	0.000	3.45
$\sigma$ Sgr	18 55 43.8	+3.72	-26 17 13	+4.8	0.099	-5.42	-11.0	0.000	2.02
$\xi^2$ Sgr	18 58 10.6	+3.58	-21 05 46	+5.0	0.235	-1.16	-20.0	0.011	3.51
$\gamma$ Lyr	18 59 13.5	+2.25	+32 42 01	+5.1	-0.016	0.23	-21.0	0.011	3.24
$\zeta$ Aql	19 05 45.3	+2.76	+13 52 30	+5.6	-0.035	-9.60	-25.0	0.036	2.99
$\lambda$ Aql	19 06 38.8	+3.18	-4 52 15	+5.7	-0.115	-8.99	-12.0	0.025	3.44
$\tau$ Sgr	19 07 24.5	+3.74	-27 39 32	+5.6	-0.401	-25.05	45.0	0.038	3.32
$\pi$ Sgr	19 10 12.6	+3.56	-21 00 40	+6.0	-0.001	-3.54	-10.0	0.016	2.89
$\delta$ Dra	19 12 33.3	-0.00	+67 40 29	+6.3	1.649	9.26	25.0	0.028	3.07
$\kappa$ Cyg	19 17 16.5	+1.38	+53 22 57	+6.8	0.659	12.48	-29.0	0.023	3.77
$\delta$ Aql	19 25 52.6	+3.02	+3 07 49	+7.4	1.715	8.22	-30.0	0.062	3.36
$i^2$ Cyg	19 29 53.7	+1.51	+51 44 46	+7.8	0.219	12.98	-20.0	0.005	3.79
$\beta^1$ Cyg	19 31 01.5	+2.42	+27 58 33	+7.8	0.015	-0.17	-24.0	0.017	3.24
$\gamma$ Aql	19 46 37.0	+2.85	+10 37 55	+9.0	0.119	-0.18	-2.0	0.016	2.72
$\delta$ Sge	19 47 43.3	+2.68	+18 33 11	+9.1	0.048	0.83	3.0	0.001	3.82
$\alpha$ Aql	19 51 09.0	+2.93	+8 53 19	+9.7	3.629	38.63	-26.3	0.198	0.77
$\eta$ Aql	19 52 51.3	+3.05	+1 01 31	+9.5	0.072	-0.71	-15.0	0.010	3.90
$\beta$ Aql	19 55 40.9	+2.95	+6 25 33	+9.2	0.324	-48.19	-39.8	0.070	3.71
$\eta$ Cyg	19 56 35.3	+2.25	+35 06 13	+9.7	-0.257	-2.74	-27.0	0.015	3.89
$\gamma$ Sge	19 59 05.4	+2.67	+19 30 47	+10.0	0.465	2.37	-33.0	0.011	3.47
$\vartheta$ Aql	20 11 41.5	+3.09	-0 47 56	+10.9	0.256	0.44	-27.0	0.012	3.23
31 Cyg	20 13 52.1	+1.89	+46 45 52	+11.1	0.043	0.26	-8.0	0.007	3.79
$\alpha^2$ Cap	20 18 28.2	+3.32	-12 31 16	+11.4	0.436	0.38	0.0	0.033	3.56
$\beta$ Cap	20 21 25.9	+3.37	-14 45 26	+11.6	0.291	0.16	-19.0	0.010	3.08
$\gamma$ Cyg	20 22 29.9	+2.15	+40 16 52	+11.7	0.035	0.03	-8.0	0.003	2.20
$\alpha$ Del	20 39 59.2	+2.79	+15 56 20	+12.9	0.455	-0.23	-3.0	0.008	3.77
$\alpha$ Cyg	20 41 41.3	+2.05	+45 18 27	+13.0	0.027	0.23	-5.0	0.000	1.25
$\eta$ Cep	20 45 26.5	+1.21	+61 52 05	+14.1	1.229	81.85	-87.3	0.071	3.43
$\varepsilon$ Cyg	20 46 30.9	+2.43	+33 59 55	+13.6	2.861	32.79	-11.0	0.044	2.46
$\varepsilon$ Aqr	20 48 04.9	+3.24	-9 28 04	+13.4	0.235	-3.43	-16.0	0.015	3.77
$\nu$ Cyg	20 57 27.2	+2.24	+41 11 47	+14.0	0.109	-1.56	-28.0	0.010	3.94
$\xi$ Cyg	21 05 12.3	+2.19	+43 57 29	+14.5	0.078	0.11	-20.0	0.007	3.72
$\zeta$ Cyg	21 13 15.4	+2.56	+30 15 29	+14.9	0.005	-5.57	17.0	0.021	3.20
$\alpha$ Equ	21 16 11.9	+3.00	+5 16 45	+15.1	0.394	-8.76	-16.0	0.013	3.92
$\alpha$ Cep	21 18 45.5	+1.43	+62 37 03	+15.3	2.181	4.94	-10.0	0.063	2.44
$\zeta$ Cap	21 27 05.7	+3.42	-22 22 43	+15.8	0.007	2.33	3.0	0.000	3.74
$\beta$ Cep	21 28 45.3	+0.75	+70 35 37	+15.8	0.207	0.70	-8.0	0.014	3.23
$\beta$ Aqr	21 31 57.2	+3.15	-5 32 16	+16.0	0.141	-0.82	7.0	0.006	2.91
$\gamma$ Cap	21 40 30.3	+3.32	-16 37 41	+16.4	1.322	-2.35	-31.0	0.025	3.68



csillag	RA h m s	$\Delta RA$ s/év	D ° ' "	$\Delta D$ "/év	$\mu_{RA}$ s	$\mu_D$ "	$v_{rad}$ km/s	$\pi$ "	m
$\epsilon$ Peg	21 44 33.3	+2.95	+9 54 35	+16.6	0.207	-0.06	5.0	0.006	2.39
$\delta$ Cap	21 47 27.2	+3.30	-16 05 35	+16.5	1.827	-29.66	-6.0	0.065	2.87
$\alpha$ Aqr	22 06 10.1	+3.08	-0 16 59	+17.6	0.131	-0.96	8.0	0.012	2.96
$\iota$ Peg	22 07 21.7	+2.80	+25 22 55	+17.7	2.200	2.46	-4.0	0.074	3.76
$\vartheta$ Peg	22 10 34.7	+3.03	+6 14 06	+17.8	1.852	2.71	-6.0	0.042	3.53
$\zeta$ Cep	22 11 07.0	+2.09	+58 14 18	+17.8	0.190	0.44	-18.0	0.019	3.35
$\gamma$ Aqr	22 22 02.6	+3.10	-1 20 58	+18.2	0.877	0.70	-15.0	0.040	3.84
$\delta$ Cep	22 29 27.1	+2.24	+58 27 13	+18.5	0.191	0.14	-15.0	0.011	3.75
$\alpha$ Lac	22 31 36.1	+2.48	+50 19 16	+18.6	1.435	1.87	-4.0	0.036	3.77
$\zeta$ Peg	22 41 50.2	+2.99	+10 52 14	+18.9	0.546	-1.25	7.0	0.023	3.40
$\eta$ Peg	22 43 21.3	+2.82	+30 15 38	+18.9	0.113	-2.54	4.0	0.017	2.94
$\lambda$ Peg	22 46 53.6	+2.90	+23 36 19	+19.0	0.422	-0.99	-4.0	0.037	3.95
$\iota$ Cep	22 49 56.9	+2.15	+66 14 24	+19.0	-1.077	-12.50	-12.0	0.036	3.52
$\mu$ Peg	22 50 22.0	+2.90	+24 38 29	+19.1	1.076	-4.21	14.0	0.032	3.48
$\lambda$ Aqr	22 53 00.3	+3.13	-7 32 22	+19.2	0.077	3.70	-9.0	0.012	3.74
$\delta$ Aqr	22 55 02.9	+3.18	-15 46 51	+19.2	-0.277	-2.54	18.0	0.039	3.27
$\alpha$ PsA	22 58 03.8	+3.30	-29 34 57	+19.2	2.551	-16.47	7.0	0.144	1.16
$\sigma$ And	23 02 16.1	+2.77	+42 21 59	+19.4	0.204	-0.63	-14.0	0.015	3.62
$\beta$ Peg	23 04 08.3	+2.92	+28 07 25	+19.6	1.431	13.74	9.0	0.015	2.42
$\alpha$ Peg	23 05 08.1	+2.99	+15 14 45	+19.4	0.436	-4.25	-4.0	0.030	2.49
88 Peg	23 09 50.7	+3.19	-21 07 54	+19.6	0.396	3.12	21.0	0.010	3.66
$\gamma$ Psc	23 17 33.3	+3.11	+3 19 24	+19.7	5.090	1.70	-14.0	0.025	3.69
$\lambda$ And	23 37 56.0	+2.96	+46 29 56	+19.5	1.567	-42.11	7.0	0.043	3.82
$\gamma$ Cep	23 39 39.6	+2.51	+77 40 28	+20.1	-2.099	15.09	-42.0	0.064	3.21

Epocha: J2007.5 = 2007. július 2.875 = JD 2 454 284.375

## Új holdnevek a Naprendszerben

Központi égitest	ideiglenes jelölése	a hold sorszáma	új neve
Jupiter	S/2003 J8	XXXIX	Hegemone
	S/2003 J21	XL	Mneme
	S/2003 J7	XLI	Aoede
	S/2003 J22	XLII	Theixinoe
	S/2002 J1	XLIII	Arche
	S/2003 J11	XLIV	Kallichore
	S/2003 J6	XLV	Helike
	S/2003 J20	XLVI	Carpo
	S/2003 J1	XLVII	Eukelade
	S/2003 J13	XLVIII	Cyllene
Szaturnusz	S/2003 S1	XXXI	Narvi
	S/2004 S1	XXXII	Methone
	S/2004 S2	XXXIII	Pallene
	S/2004 S5	XXXIV	Polydeuces
	S/2005 S1	XXXV	Daphnis
Uránusz	S/2001 U3	XXII	Francisco
	S/2003 U3	XXIII	Margaret
	S/2001 U2	XXIV	Ferdinand
	S/1986 U10	XXV	Perdita
	S/2003 U1	XXVI	Mab
	S/2003 U2	XXVII	Cupid
Neptunusz	S/2003 N1	X	Psamate
<b>Törpebolygók és kisbolygók</b>			
(22) Kalliope	S/2001 (22)1	I	Linus
(45) Eugenia	S/1998 (45)1	I	Petit-Prince
(87) Sylvia	S/2001 (87)1	I	Romulus
	S/2004 (87)1	II	Remus
(134340) Pluto	S/2005 P1	II	Nix
	S/2005 P2	III	Hydra
(136199) Eris	S/2005 (UB <sub>313</sub> )1	I	Dysnomia

A Naprendszer itt felsorolt holdjait az IAU *Planetary System Nomenclature* munkacsoportja 2005-ben látta el végleges névvel és jelöléssel. A Naprendszer holdjainak nevét és adatait tartalmazó táblázatok találhatóak még a *Csillagászati évkönyv* korábbi kötetekben: 2001/148. o., 2002/144. o., 2004/144. o.

# A csillagászati legújabb eredmények

## Az újabb évszázadok csillagászata

# Cikkek, beszámolók

## A csillagászati évszázadok



## A csillagászat legújabb eredményei

### Az arizonai meteoritkráter keletkezése

Az arizonai meteoritkráter kutatói számára a legutóbbi időkig érthetetlen volt, hogy egy hatalmas vasmeteorit becsapódása miért nem hozott létre nagy mennyiségű olvadékot az ütközés helyén. A közelmúltban H. J. MELOSH és G. S. COLLINS az összehasonlító planetológia 30–40 évének ismeretanyagával felvértezve újra végiggondolta és végigszámolta, hogy egy számottevő légkörrel körülvett bolygónál, mint amilyen a Föld, hogyan is zajlik le egy ilyen ütközés. A számítások egyértelműen azt mutatták, hogy a hatalmas sebességgel érkező testet a légköri fékeződés szétrobbantotta, és jelentősen lefékezte. Az eredményül kapott becsapódási sebesség mellett már nem várható nagy mennyiségű olvadék keletkezése. A kráter környékén korábban összegyűjtött számtalan kisebb méretű vastöredék a szétrobbanás során keletkezett törmelékfelhő földet ért maradványa.

*Illés Erzsébet*

*Sky and Telescope*, 2005. június;

*Nature*, 2005. március.

### A fonalféreg túléltek

Mégis vannak túlélői a *Columbia* űrrepülőgép 2003-as katasztrófájának – mégpedig nem is kevesen! Az amerikai űrbiológusok régóta szívesen kísérleteznek egy fonalféreg fajjal, amelynek az egyedei kicsinyek, igénytelenek és gyorsan szaporodnak. Nem mellékesen ezeknek az állatoknak a géntérképét sikerült először elkészíteni, még 1998-ban. Ilyen fonalféreg korábban már három alkalommal (*STS-42*, *STS-76* és *STS-95*) repültek a világűrben. Két kísérlet sikerült: megfigyelték szaporodásukat a súlytalanság körülményei között, és a kozmikus sugárzás hatására fellépő mutációikat is. A korábban használt táptalaj azonban nem bizonyult tökéletesnek, ezért a *NASA Ames Research Center* kutatói az *Columbia* űrrepülőgép utolsó útján (*STS-107*) egy újfajta táptalajt is ki akartak próbálni.

Mint ismeretes, a Columbia útja 2003. február 1-jén tragédiával végződött. Visszatérés közben, mintegy 40 km magasságban az űrrepülőgép felrobbant. Az űrhajósok nem éltek túl a katasztrófát. A szerencsétlenség nyomainak keresése során a fonalférgeket tartalmazó hat alumínium tartályból ötöt találtak meg. Óriási meglepetésre a sérült tartályok belsejében élő, sőt szaporodóképes fonalférgeket találtak!

Nem mindennapi az a megpróbáltatás, amit ezek az élőlények elviseltek. Tartályaikat nem tervezték ütésállóknak, márpedig a számítások szerint 660–1050 km/óra sebességgel csapódtak a talajba, és ekkor egy pillanatra a földi nehézségi gyorsulásnak akár kétezerszerese is hatott rájuk. Esés közben a tartályok ütköztek más darabokkal, és külső felületük a légellenállás következtében 580°C-ra melegedett fel. Ennek ellenére az állatok életben maradtak, vagyis a belső hőmérséklet nem haladta meg a 40°C-t, ennél nagyobb hőségben ugyanis a férgek mind elpusztultak volna.

A szakemberek többféle érdekes következtetést is levontak ebből a rendkívüli esetből. Először is kiderült, hogy a világűrben történő, nagy sebességű visszatéréshez és a becsapódás elviseléséhez az élőlényeket szállító tartálynak nem kell különlegesen „bombabiztosnak” lennie. (2004-ben a *Genesis* amerikai űrszonda kapszulája is viszonylag épségben élte túl a fékezés nélküli becsapódást a talajba.) Űrállomásokról is vissza lehetne küldeni kísérleti anyagokat hasonló, egyszerű tartályokban.

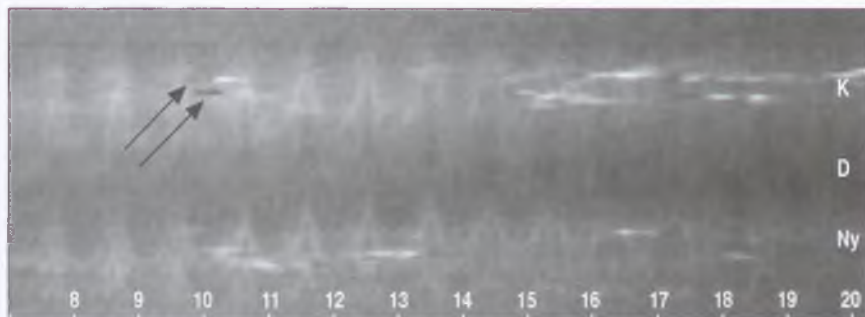
Másrészt az is kiderült, hogy a robbanást, a sűrű légkörön való átrepülést és a becsapódást magasabb rendű élőlények is túlélhetik. Ez két szempontból is érdekes megfigyelés. Egyrészt figyelmeztet, hogy még azokat az űrszondákat is alaposan sterilizálni kell, amelyek nem sima leszállással, hanem egy idegen égitestre való becsapódással fejezik be pályafutásukat. Más kérdés, hogy a földi élőlények mennyi ideig maradnának életben egy idegen égitest felszínén. De a legfontosabb következtetés az, hogy meteorok (kődarabok) belsejében könnyen túlélhető a légkörön való áthaladás, a hordozó test felizzása és a nagy sebességű becsapódás is. Ez pedig arra utal, hogy lehetséges az élet ilyen formában történő terjedése a bolygók között.

*Almár Iván*

*Astrobiology*, 2005. 6, 690. o.

## A RHESSI műhold és néhány eredménye

A *RHESSI* napkutató műholdat egy felmérés az utóbbi évek legeredményesebb műholdjának minősítette. Tervezése és elkészítése során még *HESSI* (*High Energy Solar Spectroscopic Imager*, nagy energiájú spektroszkopikus Nap-



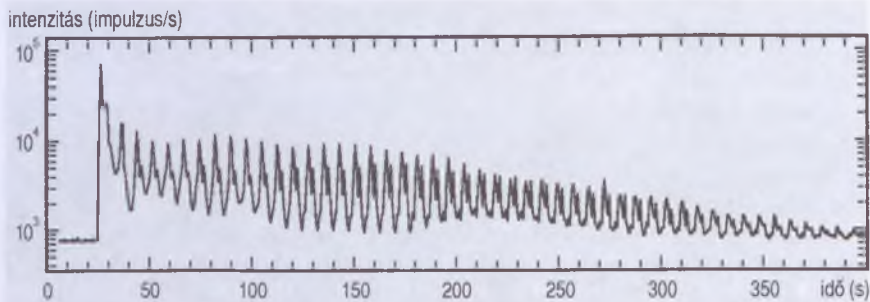
1.1. ábra. A napperem változásai 2003. december közepén (magyarázat a hír szövegében)

leképező) néven szerepelt, felbocsátása azonban csaknem egy évet késett. Közben meghalt az eszköz egyik kitalálója, a nagyenergiájú asztrofizika egyik vezető alakja, REUVEN RAMATY, aki 1937-ben Temesváron született. Tiszteletére került a műhold nevének elejére az R betű.

A 290 kg tömegű űreszközt 2002. február 5-én bocsátották fel egy Pegasus rakétával. A nagyjából 600 km magasságban keringő holdat hossz tengelye körüli forgással stabilizálva a Napra irányították. Röntgen- és gammaspektrométere a 3 keV és 20 MeV közötti energiatartományt vizsgálja, nagy pontossággal és néhány keV energiafelbontással. Az RHESSI újdonsága, hogy ezen a nagy energiákon néhány ívmásodperc térbeli felbontású képalkotásra is alkalmas. A gammasugarakra sem lencse, sem tükör nem készíthető, ezért a detektor előtt egy átlátszatlan rácsrendszer van, ami a műhold forgása miatt időben változó módon takarja a sugárforrást, és ennek alapján lehet visszaállítani a kétdimenziós képet. Külön érzékelők nagy pontossággal figyelik a napkorong peremét, hogy a gammaméréseket fedésbe lehessen hozni a más hullámhosszakon készült képekkel.

A RHESSI mérései hozzájárultak a flerek jobb megértéséhez: sikerült meghatározni, hogy a röntgensugárzásuk a napkoronából származik; a gammasugárzásuk pedig a kromoszféra felső rétegeiből, ahova a koronában felgyorsított protonok becsapódnak és felhevítik az anyagot, ezt látjuk aztán a hidrogénvonalak fényében. Sikerült meghatározni azt is, hogy a napkoronában fler idején 45 millió fokok hőmérsékletek is előfordulnak.

Érdekes eredmények születtek a „nem rendeltetés szerű” használatból is, amikor nem flereket figyelt meg az RHESSI. Az egyik ilyen eredmény a *Wilson-effektus* vizsgálata. Ezt a jelenséget a 18. században fedezte föl ALEXANDER WILSON, a glasgow-i egyetem professzora. A Nap tengelyforgása miatt napkorong szélére kerülő, nagyobb napfoltok mélyedéseknek látszanak, az umbra néhány száz km-rel mélyebben van, mint a Nap környező felszíne. Ezt



1.2. ábra. A 2004 decemberi gammafelvillanás intenzitásgörbéje a 25–100 keV sávban

elégg nehéz kimérni, mivel a Nap távolságában kb. 750 km felel meg egy ívmásodpercnek. A RHESSI napperemet követő érzékelői azonban igen pontosan mérik a napkorong látszó sugarát, ezáltal néhány nagyobb napfolt esetében sikerült közvetlen geometriai méréssel kimutatni a jelenséget. Az 1.1. ábrán látható mérés 2003 decemberében készült. Egy függőleges képpontsor felel meg az egy keringés alatt meghatározott napperemnek. Egy képpont fényessége arányos az adott időpontban és a megfelelő irányban a napperem kiemelkedésével. December 10. körül két sötét rész látható, amelyek napfolt által okozott, 0,2 nagyságú bemélyedéseket jeleznek.

Mivel gammasugárzást nemcsak a Nap bocsát ki, a RHESSI más forrásokat is észlel. Így 2004. december 27-én – 14 másik űreszközzel együtt – részt vett az eddig talált legnagyobb gammafelvillanás megfigyelésében. Ekkor a sugárzás erőssége két nagyságrenddel haladta meg az összes korábban észlelt felvillanását, és túllépte minden műszer érzékenységének felső határát. A RHESSI által regisztrált fénygörbén jól látszik egy 7.6 s-os periódus. Mivel a műszer időfelbontása rendkívül jó ( $10^{-2}$  s), rövidebb periódusokat is sikerült kimutatnia 18, 26, 92.5 és 626.5 Hz frekvenciával.

A megfigyelések elemzéséből arra lehetett következtetni, hogy a forrás egy nagyon erős mágneses terű neutroncsillag (*magnetár*) volt, ami tőlünk kb. 50 000 fényév távolságra a Tejútrendszerünk középpontja irányában, de azon túl található. A 7.6 s-os periódus a neutroncsillag forgásából ered, a többi pedig a csillag rezgési módusaiból, amelyeket a mágneses tér átrendeződése gerjesztett. Ez az első eset, hogy egy neutroncsillag rezgéseit sikerült megfigyelni, és ezáltal szerkezetét is tanulmányozni. A RHESSI a kozmikus gammafelvillanásokon kívül naponta mintegy 50 földi eredetű, villámoktól származó gammafelvillanást is észlel.

Kálmán Béla



## Most már biztos a napfoltminimum

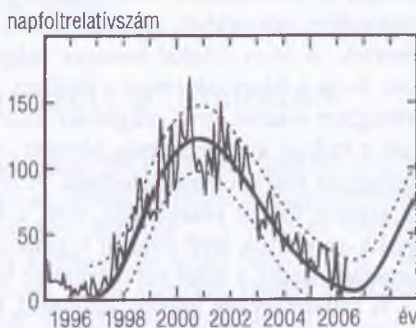
A naptevékenységet sohasem lehet olyan pontossággal előre jelezni, mint mondjuk egy napfogyatkozást. A 2005-ös év közepén még 2006-ra vártuk a naptevékenységi minimumot<sup>1</sup>. A Nap azonban 2005-ben, sőt néhány alkalommal még 2006 elején is mutatott egészen jelentős aktivitást. Az 1.3. ábrán látható, hogy a ténylegesen megfigyelt napfoltrelatívszám e két év során magasabb volt, mint egy átlagos ciklusban (vastag, folyamatos vonal). A napi relatívszámokat részletesen megnézve azonban nyilvánvaló, hogy valóban közeleg a minimum. 2004-ben csak 3 napon volt 0 a relatívszám (teljesen foltmentes Nap), 2005-ben már 12 napon (ebből 10 esett a második felévre), 2006 első 4 hónapjában pedig már 26 napon nem láthattunk napfoltot.

A lezáruló ciklus legmagasabb napi relatívszámát 2000. július 19-én mérték, értéke 246 volt. A hosszabb időre átlagolt (simított) napfoltszámok alapján pedig 2000 áprilisában volt a maximum.

Elképzeltető, hogy kissé valóban elnyúlik a jelenlegi napsík, és 2006 közepe helyett 2007 közepén lesz a minimum. Legalábbis ezt jósolja M. DIKRATI amerikai csillagász egy általa kidolgozott dinamó-modell alapján. Modellje szerint a következő ciklus 2012 körül valamivel magasabb maximumot fog hozni, mint a most

befejeződő, bár nem éri el az 1957-es, rekord nagyságú értéket. Ez a jóslat nem egyszerű statisztikai alapú becslés, hanem valódi fizikai előrejelzés, ami úgy készült, hogy egy elméleti Nap-dinamóba betáplálták a szoláris mágneses tereknek a SOHO űrszonda műszerei által mért vándorlását. A múltat a modell 98%-os pontossággal visszaadta. Kíváncsian várjuk, hogy a jövőre vonatkozó állításai is ilyen sikeresek lesznek-e.

Kálmán Béla



1.3. ábra. A havi napfoltrelatívszámok 2005-től az átlagos érték felett voltak

1. Csillagászati évkönyv 2006, 144. o.

2. További információk KÁLMÁN BÉLA: A Nemzetközi Héliofizikai Év című cikkében.

## A marskutató újdonságai

A Mars körül 2006 közepén négy működő űrszonda keringett, felszínén pedig két marsjárómű végzett geológiai vizsgálatokat. Ezeknek az eszközöknek néhány fontosabb kutatási eredményét mutatjuk be röviden.

Az európai fejlesztésű *Mars Express* 2003 decemberében állt Mars körüli pályára, és fantasztikus minőségű képeket készített a bolygó felszínéről. Ez a bolygószonda alkalmazott először radart a Mars vizsgálatára. *MARSIS* nevű radarberendezésének mérései szerint a *Chryse Planitia* alatt, nem nagy mélységben, de a felszíni rétegek által eltakarva egy csaknem kör alakú, 250 km átmérőjű struktúra található, amelyet becsapódási medencének vélnek. A radarhullámok az ionizált gázzal is visszaverődnek, így a *MARSIS* a Mars ionoszféráját is tanulmányozhatta. Furcsa visszhangokat kapott olyan helyek feletti ionoszféra-rétegekből, amelyek alatt a kéregben erős, lokális mágneses tereket mértek. A *Mars Global Surveyor* mágneses mérései már 1997-ben bizonyították, hogy a Marsnak nincs a földihez hasonló, belső eredetű mágneses tere, a kéregben viszont erős mágneses anomáliák vannak. Ezek helyi mágneses terek a bolygó korábban még létezett, általános mágneses terének a kőzetekbe befagyott maradványai lehetnek. A helyi terek erővonalai ugyanúgy befogják a napszél töltött részecskéit, mint a földi magnetoszféra. Ezáltal „búráként” védik az alattuk lévő felszínt a részecskék becsapódásaitól, a légkör felső rétegeiben pedig a földi sarki fényhez hasonló auróratevékenység alakulhat ki.

A radarmérések szerint valószínű, hogy a Mars éjszakai ionoszférájában is található olyan elektronsűrűség-lyukak, amelyeket a Vénuszon már kimutattak. Felfedeztek továbbá egy harmadik, nem folytonos ionoszféra-réteget, amely a földi sporadikus E-rétegnak felel meg, és amely a légkörbe érkező meteorokkal kapcsolatos.

A radarmérések nem tudták meggyőzően bizonyítani a felszín alatti, nagy tömegű, folyékony víz jelenlétét. A *Mars Express OMEGA* nevű leképező spektrométere azonban sok helyen látta a vízjég nyomait. A műszer látható fényben és a közeli infravörös tartományban, 0,3–5 km-es felbontással méri a felszín összetételét. Jeget elsősorban a sarki hósapkákban mutatott ki, de a bolygó számos területén talált olyan üledékes lerakódásokat, amelyek csak folyékony víz jelenlétében keletkezhetek. Mindkét féltekén sokféle azonosított hidratált szulfátokat és szilikátokat, de nem talált karbonátokat. Hasonló eredményt adtak a marsjárók, a *Spirit* és az *Opportunity* helyi mérései is. Feltételezhető tehát, hogy 3 milliárd évvel ezelőtt a Marson a vízben gazdag környezet tartósan jelen volt. A karbonátok hiányát azzal magyarázzák, hogy a vulkánokból kikerülő kén-dioxid a vízzel kénsavat képezve elbontotta azokat. Amikorra pedig a vulkanizmus alábbhagyott, a lehűlt bolygón már nem

volt folyékony víz, csak jég, így már újabb vízben képződő vegyületek nem alakulhattak ki.

Időközben megkezdte működését a Mars körüli pályán a NASA *Mars Reconnaissance Orbiter* nevű űrszondája is, amelynek *CRISM* nevű műszere tízszer jobb felbontású, mint az *OMEGA*.

A *Mars Global Surveyor TES (Thermal Emission Spectrometer)* és *THEMIS (Thermal Emission Imaging System)* műszerei a déli félteke telén kis szélességeken ( $33^\circ$ ,  $24^\circ$ ) kicsapódott szén-dioxid-dért mutattak ki. Tehát nemcsak a pólusokon található szén-dioxid-jég! Ez a dér azonban csak hónapokkal később válik láthatóvá, amikor a vastagsága már eléri a néhány cm-t.

*Illés Erzsébet*

*Science*, 2005. március;

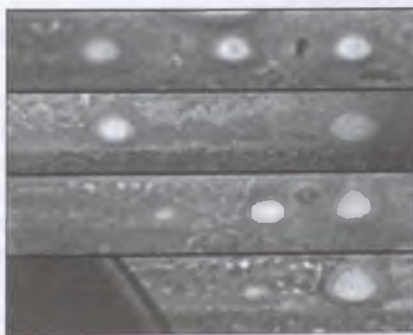
*Sky and Telescope*, 2005. szeptember; 2006. június;

*Icarus*, 2006. **180**, **181**; *ESO Bulletin*, 2006. február.

## Kis Vörös Folt keletkezett a Jupiteren

A Jupiteren az elmúlt néhány évben kialakult *Kis Vörös Folt* igazolta azokat a korábbi számítógépes modellszámításokat, amelyek szerint a nagy örvények abból nyerik energiájukat, hogy a kisebbeket „felfalják”. A *Voyager* űrszonda felvételein már látni lehetett, ahogy a körbe-körbe forgó Nagy Vörös Folt időnként elkap, és szinte „bedarál” egy-egy mellé sodródó kisebb foltot, de nagyobb oválok egyesülését korábban még nem sikerült megfigyelni.

A Nagy Vörös Folttól délre évtizedek óta ismert volt három *fehér ovál*, melyek közül a harmadik 1939-ben keletkezett. A fehér oválok is hatalmas légköri örvények, de élettartamuk csak 40–50 év, míg a Nagy Vörös Foltról úgy gondoljuk, hogy már több mint 300 éves. Ezek a fehér oválok hol megközelítették egymást, hol pedig eltávolodtak egymástól. 1998-ban azonban kettő összeolvadt közülük. Sajnos az esemény éppen akkor történt, amikor a Jupiter együttállásban volt a Nappal, így a folyamat részleteit nem lehetett tanulmányozni. Ez az összeolvadt folt 1999 folya-



1.4. ábra. A Hubble-űrtávcső felvételesorozata a fehér oválok összeolvadásáról. Az időpontok fentről lefelé: 1997.09.18., 1998.07.16., 1999.10.14., 2000.09.02.

mán egyre közeledett a harmadik felé, és egy három hétig tartó „tánc” után bekebelezte a harmadikat is. Mérete ezután természetesen nagyobb lett, elérte a Nagy Vörös Folt méretének a felét, de aztán évekig nem történt vele semmi figyelemre méltó.

2005-ben azonban a mindaddig fehér színű folt elkezdett vörösesbarnára sötétedni, és 2006-ban már ugyanolyan színű volt, mint a Nagy Vörös Folt (16. kép a színes mellékletben). Ez a folyamat igazolta azt a feltevést, hogy a vöröses színért a Nagy Vörös Folt esetében is valószínűleg a mélyebb rétegekig lenyúló örvény keverő hatása a felelős. A hevesen forgó áramlás folyamatosan friss anyagot hoz fel a légkör mélyéről a felhőtető fölé. Ez a feláramló anyag vagy eredetileg színes, és a felhőtető fölé jutva a Nap ultraibolya sugárzásának hatására elbomlik; vagy színtelen, és éppen a sugárzás hatására színesedik meg. Ez a folyamat tehát amellett szól, hogy a Nagy Vörös Folt egy vastag rétegben zajló örvény, és cáfolja azt a korábbi feltevést, hogy lapos egyhullám (szoliter) lenne, ami óriási, forgó „tükörtojásként” úszik a Jupiter légkörének felső rétegében.

*Illés Erzsébet*

[http://science.nasa.gov/headlines/y2006/02mar\\_redjr.html](http://science.nasa.gov/headlines/y2006/02mar_redjr.html);

[http://science.nasa.gov/headlines/y2000/ast24oct\\_1.html](http://science.nasa.gov/headlines/y2000/ast24oct_1.html);

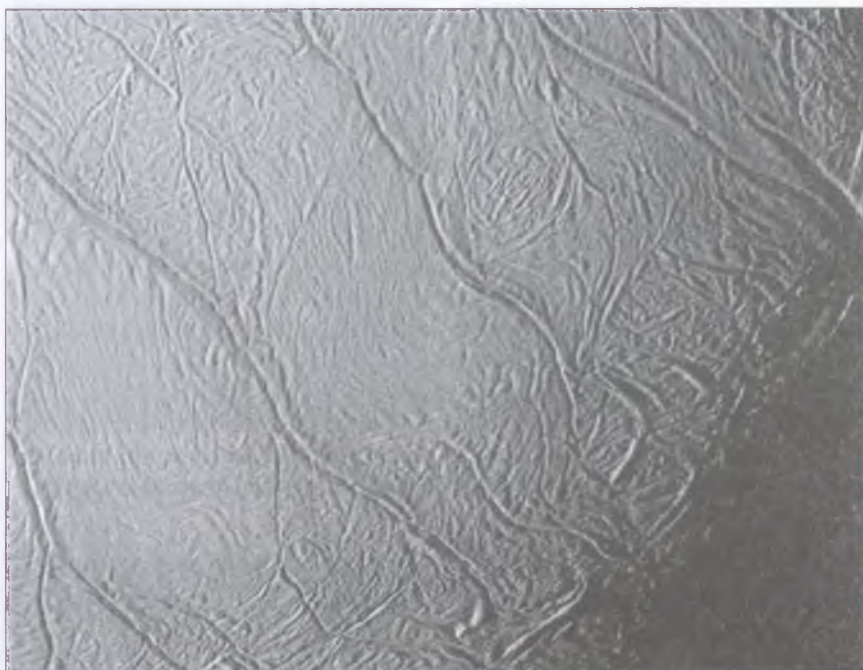
[http://www.space.com/scienceastronomy/060504\\_red-jr.html](http://www.space.com/scienceastronomy/060504_red-jr.html).

## A Cassini-űrszonda eredményeiből

### *Enceladus*

A Cassini-űrszonda 2005-ben öt alkalommal haladt el az Enceladus közelében. A mágneses mérések szerint a Szaturnusz magnetoszférájának szerkezetét 7000 km távolságig kimutathatóan módosítja a mindössze 504.2 km átmérőjű kis hold. Apró vízjég kristályok felhője található a környezetében, amelyről csillagfedésekkel kimutatták, hogy aszimmetrikusan helyezkedik el. és főleg a déli pólus körül található.

A hőmérsékletmérések azt mutatták, hogy meglepő módon nem a Nap felőli félgömb közepe a legmelegebb, hanem a déli pólus környéke (17. kép a színes mellékletben). Nyilvánvalóvá vált, hogy egy forró folt lehet a déli pólus alatt. A közeli képeken látszik, hogy a déli pólus környékén a felszín egészen fiatal, egyetlen becsapódásos kráter sincs rajta. Viszont párhuzamosan futó repedések szabdalják, amelyek mentén eltérő kristályszerkezetű a felszíni jég. A „tigriskarmolásoknak” elnevezett repedések területén legalább 10 fokkal melegebb a felszín, mint a környezetükben, a hőmérséklet itt helyenként a 140 K-t is meghaladja.



1.5. abra. A Tigriskarmolások az Enceladus déli pólusa környékén

A felszín anyaga – a déli pólus környékének kivételével – tiszta vízjég. A déli pólusnál széndioxid-jég és még valami más is lehet benne, amit még nem tudtak azonosítani. Ammóniát viszont sem a felszíni jégben, sem légnemű állapotban nem találtak.

Több felvételen láthatók anyagkiáramlások (gejzírek), melyek a déli pólus környékéről indultak ki, és 500–600 km távolságig követhetők voltak. Egy-egy ilyen gejzírben 100 kg/s is lehet a tömegkidobás sebessége. A kirepülő vízmolekulákból képződő jégkristályok alkotják a már említett „légkört” a hold körül, és ezek adják a Szaturnusz E-gyűrűjének utánpótlását is. Az Enceladus pályájának Lagrange-pontjaiban nagyobb a jégpor koncentrációja, mint mássutt. Tehát a Szaturnusznak is vannak olyan „porholdjai”, mint a Földnek a Hold-pálya Lagrange-pontjai közelében.

Kérdés, hogy ez a kicsi hold honnan nyeri az energiát az aktivitáshoz? Magyarozatként az árapályfűtés jöhet szóba, amihez körtől eltérő pályaalak szükséges<sup>3</sup>. Az Enceladus a Dionéval 2:1-es rezonanciában kering, emiatt pá-

3. Csillagászati évkönyv 2006, 211. o.

lyájának excentricitása 0.0047. Ez VARGA PÉTER geofizikus számításai alapján már akár elegendő is lehet ahhoz, hogy az árapályfűtés a hold belsejében a vízjeget megolvassza.

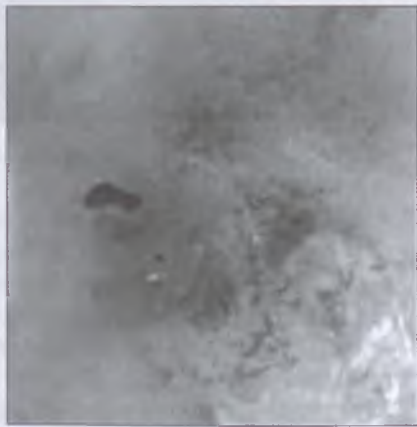
### Hyperion

A Cassini 2005. szeptember 26-án 505 km-re repült el a Hyperion mellett. Egy megdöbbentően furcsa külsejű égitest képe tárult fel előttünk, amelynek mély krátereit laza, szivacsos szerkezetet sejtetnek (*hátsó borító*). Ezt támasztja alá az is, hogy sűrűsége csak  $0.6 \text{ g/cm}^3$ , vagyis térfogatának mintegy a felét hégzagok foglalhatják el. Hasonló szivacsos felépítésre utaló külsőt eddig csak a *Mathilde* kisbolygónál láttunk. A mély krátereket ott azzal magyarázták, hogy egy ütközés során a szivacsos szerkezet berogyva fékezi le a becsapódó testet, és így alig van kidobott anyag, ami elszökne az égitestről. D. TYTELL egy más értelmezést javasol a Hyperionon látható mély kráterekre. Szerinte ezek a földi gleccsereken található *napkelyhekhez* hasonlóak, amelyek úgy keletkeznek, hogy a sötétebb anyaggal borított felszín alatt gyorsabban olvad a jég, és mély lyuk alakul ki.

### Tavak és „sivatag” a Titanon

A Cassini-űrszonda a Titanon még nem talált bizonyítékot folyadék jelenlétére. Ezen a Földhöz sok vonatkozásban hasonló égitesten megtalálták a vulkanizmus és a tektonikus erők nyomait, találtak folyómedreket, de kérdés, hogy mi folyhatott bennük. Találtak viszont olyan határozott szélű foltokat, amelyeknek a radarvisszaverő képessége nagyon különbözik a környezetétől. A kutatók feltételezik, hogy ezek szénhidrogénnel telt mélyedések lehetnek. A „tavak” egymástól elszigetelten helyezkednek el, és egyik sem nagyobb 30 km-nél. Mélységükre a radarmérések nem adtak információt. Lehet, hogy nem is folyékony állapotban van bennük a környezettől eltérő tulajdonságú anyag.

A Titán korábbi képein látott sima, sötét területeket eddig tengereknek gondoltunk, kiderült azonban, hogy ezek apró jégzemcsékből álló homokkal borított sivatagok. A Cassini 2005. októberi radarfelvételein nagy kiterjedésű dűnemezőket lehetett azonosítani. Az egyik például 1500 km hosszú, a dűnék



1.6. ábra. A Titan egyik szénhidrogén-tava a Cassini-űrszonda radarfelvételén



1.7. ábra. Sivatagi dunék a Titanon (balra, Cassini-radarfelvétel, *Science*) és a Földön a Namíbiai-sivatagban (jobbra, az STS-107 felvétele, NASA, Johnson Space Center)

magassága pedig eléri a 100 m-t. A globális légkörmodellek szerint a felszínen ugyan gyenge lehet a szél, de a kisebb gravitáció miatt mégis képes megmozgatni ezt a homokot. A szeleket a Titanon is a napsugárzás helyi eltérései és időbeli változása kelti, de az emiatt kialakult légáramlásokat a Szaturnusz nagy tömege miatt nagyon felerősítheti a légköri árapály.

Miből és mitől keletkezhet jég-homok a Titanon? A déli pólus környékéről készült fényképeken egy alkalommal megfigyelhető volt, hogy metánfelhők egy óra leforgása alatt eltűntek, ami óriási metán-zivatar formájában történhetett. Az ilyen hirtelen felhőszakadások alkalmával lezúduló folyadék vájhatta ki az olyan folyóvölgyeket, amilyeneket a Huygens leszálló egység képein lehetett látni. Ilyen időszakos folyók aprózhatják, koptathatják a jégszklákat olyan jégkavicsokká, amiket a Huygens felszíni felvételei mutattak. Hosszú idő alatt pedig jég-homokká erodálhatják a szilárd felszínt.

*Illés Erzsébet*

*Nature*, 2005. március;

*Science*, 2006. március 10.;

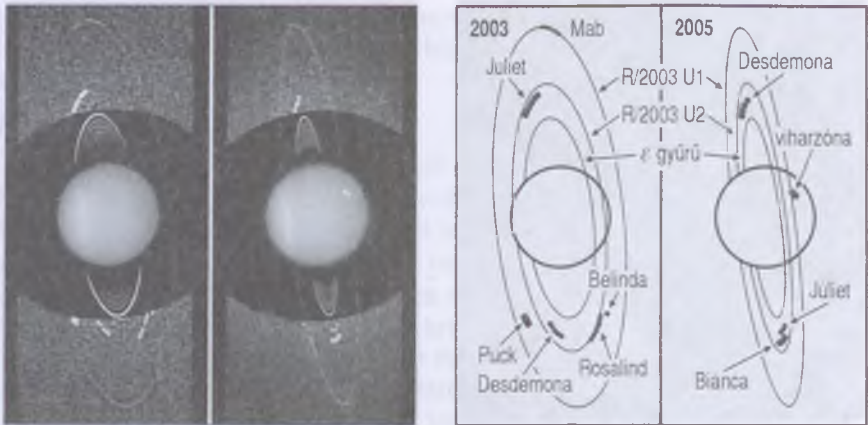
*EGU kongresszus*, Bécs, 2006. április (EGU06-A-02241);

*Sky and Telescope*, 2005. augusztus; 2006. január;

[http://www.universetoday.com/am/publish/lake\\_on\\_titan.html](http://www.universetoday.com/am/publish/lake_on_titan.html);

<http://www.physorg.com/news659759/9.html>;

[http://www.space.com/scienceastronomy/060504\\_sands\\_titan.html](http://www.space.com/scienceastronomy/060504_sands_titan.html)



1.8. ábra. Az Uránusz újonnan felfedezett gyűrűi és néhány holdja 2003-ban és 2005-ben. Az eredeti felvételen a fényes bolygót kitakarták, majd a feldolgozóskor méretarányosan visszamásolták a képre (NASA, ESA, M. SHOWALTER)

## Új gyűrűk és holdak az Uránusz körül

M. SHOWALTER és J. LISSAUER már 1994 óta figyeli a Uránusz meglehetősen túlszűfolt belső holdrendszerének mozgását. Sikerült kimutatniuk, hogy a belső holdak pályája a *Voyager*-2 űrszonda 1986-os ottjárta óta észrevehetően megváltozott. Eközben a *Hubble*-űrtávcső 2003-as felvételein két, eddig ismeretlen kísérőre is ráakadtak. A 20–25 km-es holdak a legkisebb ismert égitestek az Uránusz rendszerében, fényességük 25–26<sup>m</sup> környékén van. Az *S/2003 U 1* – amely később a Mab nevet kapta – a belső holdrendszer legkülső tagja, a *Puck* és a *Miranda* között, 97 700 km-es távolságra kering a bolygótól. Az *S/2003 U 2* mintegy 88 000 km-re, a *Belinda* és a *Rosalinda* között található (1.8. ábra).

A holdak követése céljából felvett 2004-es HST-képeken újabb meglepetés érte a kutatókat: két új halvány gyűrűt is azonosítottak az Uránusz körül. A fényesebb pontosan a Mab pályája mentén fekszik, vagyis anyagát e hold porladásából nyeri. A nagyon nehezen látható másik gyűrű valamivel beljebb, de a korábban is ismert gyűrűknél távolabb található. Anyagának pontos forrását nem sikerült megtalálni, de közvetlen közelében több apró hold is kering. A képződményeket korábbi évek HST-képein, valamint rengeteg *Voyager*-felvételen is sikerült azonosítani. Ezzel 13-ra emelkedett a belső holdak és az ismert gyűrűvek száma is.

Sármecczy Krisztián

STScI-2005-33, 2005. december 22.



## Trójai kisbolygók a Neptunusz pályáján

Két éve számoltunk be a hosszas keresés után megtalált első olyan trójai kisbolygóról, amely nem a Nap–Jupiter rendszer egyik Lagrange-pontjában tartózkodik, hanem a Neptunusz L4-es, vagyis a bolygó előtt  $60^\circ$ -kal található Lagrange-pontja környékén. Azóta 2004-ben illetve 2005-ben egy bizonyosan és két esetlegesen ide tartozó égitestet azonosítottak. A  $23-23^m.5$  fényességű kisbolygókat S. SHEPPARD és C. TRUJILLO fedezte fel a Las Campanas 6.5 m-es *Baade–Mugellan* reflektorával. Ezek jó  $1-1^m.5$ -val halványabbak, és 10–20 km-rel kisebbek, mint az elsőként megtalált 2001 QR322. Mind az L4 pont közelében mozognak, ám ebből nem szabad messzemenő következtetéseket levonni, hiszen az L5 pont éppen a Tejút sávjának közelében látszik, ahol lehetetlenség 23 magnitúdós kisbolygókra vadászni.

A felfedezések abban a programban történtek, amelyben nagy határfényességig vizsgálják át a Szaturnusz, az Uránusz és a Neptunusz Lagrange-pontjainak környékét, ám eddig a két belsőbb óriásbolygónál semmit sem találtak. Ezen az elméleti szakemberek nem is csodálkoznak, mert a modellszámítások szerint – bár vannak eltérő eredmények is – a Naprendszer kialakulása után az óriásbolygók pályaváltozásai és egyéb perturbációk miatt a Jupiteren túl kiürültek a trójai tartományok. Azok az égitestek, amelyeket ma látunk, valószínűleg később, befogással, ütközésekkel kerültek ide, ám ennek a folyamatnak a hatásfoka nem igazán ismert. Az egyetlen dolog, ami bizonyos, hogy még nagyon sok munka vár az észlelőkre.

Sárneckzy Krisztián

## A Plútó nem bolygó többé

Egy évtizedek óta tartó vita végére tett pontot a *Nemzetközi Csillagászati Unió* prágai közgyűlése 2006. augusztus 24-én. Az ekkor nagy többséggel elfogadott 5-ös határozat alapján a Naprendszerben azon égitestek számítanak bolygónak, amelyek a Nap körül keringenek, elegendően nagy a tömegük ahhoz, hogy kialakuljon a hidrosztatikai egyensúlyt tükröző, közel gömb alak, és a pályájukat övező térséget megtisztították az egyéb égitestektől. Ez utóbbi kitétel miatt a Plútót a továbbiakban nem sorolják a bolygók közé. Így nyolc bolygó maradt a Naprendszerben, amelyek a következők: Merkúr, Vénusz, Föld, Mars, Jupiter, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz.

Azok az égitestek, amelyek az összeállásuk közben termelődő hőtől gömb alakúvá formálódtak ugyan, de környezetüket nem tudták megtisztítani, de

nem is holdak, ezentúl a *törpebolygók* (*dwarf planet*) osztályba tartoznak. Minden más, a Nap körül keringő égitest a *Naprendszer kis égitestjei* (*Small Solar System Body*) közé sorolandó. A törpebolygók és az apró égitestek közötti választóvonal pontos definiálását későbbre hagyták, a mostani közgyűlés 6-os határozata csak a Plútót sorolja egyértelműen a törpebolygók közé, de minden bizonnyal ide fog tartozni a Plútónál nagyobb 2003 UB313 és több, már ismert, Neptunuszon túli égitest. A számítások szerint az égitestek megolvadása  $5 \cdot 10^{20}$  kg tömeg felett következik be, ami a fő kisbolygóövben 800 km körüli átmérőt jelent, így a *Ceres* is esélyes a törpebolygó címre. A határeseteket valószínűleg egyenként kell majd elbírálnia egy később felállítandó bizottságnak, amelynek feladata lesz a törpebolygók pontos meghatározása is.

A tíz napos vitát és a határozatok megszületését szakmai körökben és a nagyközönség soraiban is rendkívüli érdeklődés kísérte, hiszen a bolygó fogalma ősi eredete okán nem pusztán szakmai, hanem tudománytörténeti és érzelmi kérdés is. A szavazás eredményét vezető hírként közölte a Föld összes hírszolgáltatója, a Plútó „lefokozása” pedig még napokkal később is foglalkoztatta az utca emberét. A legtöbbet MIKE BROWN, a 2003 UB313 felfedezője vesztett a határozattal, hiszen elesett egy új bolygó felfedezőjének kitüntető státusától, ám nyilatkozatában csalódottsága mellett teljes támogatásáról biztosította az IAU határozatát, és elismerte, hogyha a Plútót csak mostanában fedezték volna fel, fel sem merült volna, hogy a bolygók közé sorolják. Ez csak 1930-ban, az akkor még hiányos ismeretek miatt történhetett meg.

Sárnecky Krisztián

## A Plútó holdjai

A Hubble-űrtávcső 2005. május 15-én és 18-án készült felvételein két új holdat fedeztek fel a Plútó körül. Az *S/2005 P1* és *S/2005 P2* jelű testek 64 500 illetve 49 500 km távolságban 38 nap illetve 25.5 nap keringési idővel járnak körül a bolygót. Átmérőjük 150 km illetve 100 km. A felfedező, ALAN STERN szerint az új holdak létezése alátámasztja azt a hipotézist, hogy a Charon a mi Holdunkhoz hasonló módon, egy óriási ütközés során keletkezhetett. A most talált kisebb holdak ennek az ütközésnek olyan nagyobb törmelékei, amelyek Plútó körüli pályára álltak, és nem gyűjtötte be őket a Charon. A Charon a kidobódott porból és kisebb törmelékdarabokból állhatott össze, és emiatt ugyanúgy hiányzik belőle az illó anyag, mint a mi Holdunkból. A Holdon a víz illó anyagnak számít, ezért ott a víz hiányzik. A Plútó és a Charon mintegy 40-szer messzebb van a Naptól, az ottani alacsony hőmérsékleten a metán és a nitrogén az illó anyag, ezek tehát hiányoznak a Charonból. A vízjég pedig

ezeket az égitesteket felépítő „száraz szikla”. A spektroszkópai megfigyelések ki is mutatták a vízjeget a Charon felszínén, de metánt és nitrogént valóban nem találtak. A Plútó felszínén viszont mindhárom anyag megtalálható.

A Charon 1978-as felfedezése óta eddig csak egyszer, 1980. április 7-én fedett el mérhető fényességű csillagot. Az akkori mérésből azonban még nem lehetett egyértelműen megmondani, hogy van-e légköre ennek a holdnak. Ezért is előzte meg nagy várakozás a 2005. július 10–11-én éjszaka bekövetkezett csillagfedést, amikor a Charon a  $15^m$  fényességű *UCAC2 2625 7135* csillag előtt haladt el. Dél-Amerikából két csoport is figyelte a fedést, és azt találták, hogy a fedéskor a csillag fényessége nem fokozatosan csökkent és növekedett, hanem ugrásszerűen változott, egyértelműen jelezve, hogy a Charonnak nincs légköre. Ez is alátámasztja az előbb vázolt ütközéses keletkezést. A megfigyelés nemcsak a légkör hiányára enged következtetni, hanem a Charon méretét is pontosabban meg lehetett határozni. A hold átmérője 1207.2 km, ennek alapján a sűrűsége  $1.71 \text{ g/cm}^3$ . A Charon anyagának tehát 55–60%-a lehet jég.

*Illés Erzsébet*

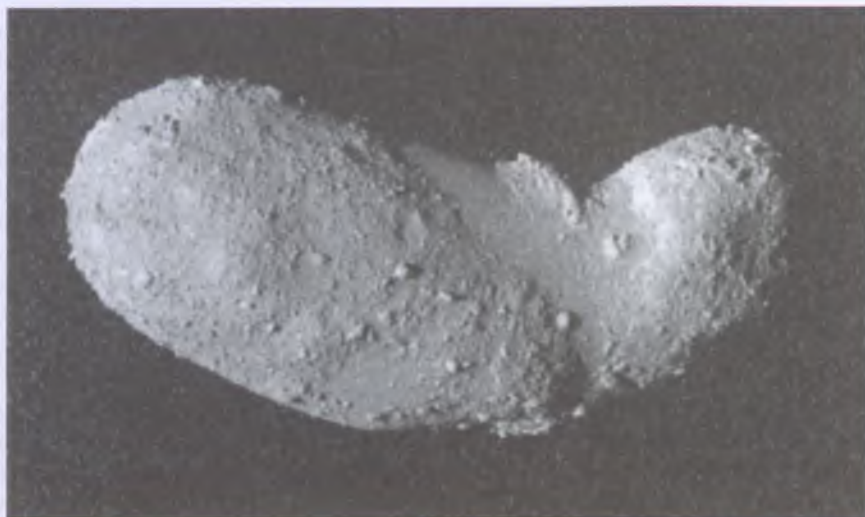
*Planetary Report*, 2005. november/december;

*Nature*, 2006. január.

## Itokawa – egy különleges kisbolygó

A japán űrügynökség, a *JAXA* komplex kisbolygókutató expedíciója 2003. május 9-én startolt *MUSES-C* néven Kagoshimából egy M-V-5 japán hordozórakétával. Az űrszonda nevét ekkor megváltoztatták, *Hayabusa* (sólyom) lett. Az új célpont az 1998 *SF36* nevű, a Föld pályáját metsző kisbolygó lett, amelynek a Nemzetközi Csillagászati Unió ebből az alkalomból a japán űrprogram atyjáról a *25143 Itokawa* nevet adta. A sikeres start után az űrszonda 2004 májusában visszatért a Föld közelébe, ahol gravitációs lendítéssel módosították pályáját. Ez volt az első eset, amikor a hintamanővert ionrakétával hajtották végre.

A *Hayabusa* 2005. szeptember 12-én érte el az *Itokawa* kisbolygót, és lefékeződvé működésbe lépett az *AMICA* optikai kamera, a *NIRS* infravörös spektrométer, az *XRS* röntgenspektrométer és a *LIDAR* lézerdetektor. A kisbolygó 540 m hosszú, 310 m illetve 250 m széles, „rozmár alakú” égitest. Felszíne különleges, mert nagyon kevés becsapódási kráter, viszont annál több elszórt szikla látszik rajta. A tervezett leszállásra csak néhány laposabb terület ígérkezett alkalmasnak, amelyeket valószínűleg por tölt ki (*MUSES-tenger* és *Woomera-sivatag* lett a nevük).



1.9. ábra. Az Itokawa kisbolygó közelről

A technikai nehézségek ellenére a Hayabusa tudományos műszerei kifogástalanul működtek, az AMICA 1500 képet készített, a NIRS 109 000, a LIDAR 1.7 millió mérést hajtott végre. Sikerült a *MINERVA* nevű, parányi leszálló egység kibocsátása is, az azonban végül elkerülte a kisbolygót. Maga az űrszonda 2005 novemberében kétszer, rövid időre leereszkedett a felszínre, de a tervezett mintavételezés valószínűleg nem sikerült. Később a Hayabusa vezérlő számítógépe lefagyott, és a japán űrközpontból csak nehezen és bizonytalanul irányítható. Jelenleg úgy tervezik, hogy a számítottnál sokkal később, csak 2010 júniusában tér vissza a Földre.

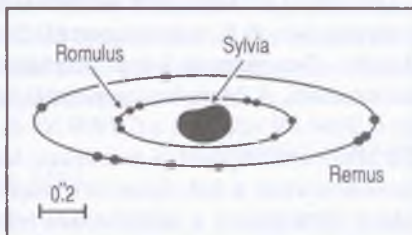
*Almár Iván*

*The Planetary Report*, 2006. január/február.

## Holdrendszer egy kisbolygó körül

F. MARCHIS és csoportja (87) *Sylvia* nevű kisbolygó 2001-ben felfedezett holdjának pályaelemeit szerette volna pontosítani, amikor 2004 augusztusában váratlan felfedezést tettek. A *VLT* adaptív optikájával készített felvételek némelyikén egy második fénypont is feltűnt az égitest mellett, amely a számítások szerint szintén a *Sylvia* holdja. Ez az első eset, hogy egy aszteroida körül két holdat is sikerült azonosítani, ami a kisbolygók fejlődésének és az ilyen

rendszerek stabilitásának megértéséhez vihet közelebb minket. A 700 km és 1250 km távolságban keringő 7 km és 18 km átmérőjű kísérők 1.38 illetve 3.65 nap alatt járók körül a Sylviat.



1.10. ábra. A Sylvia holdjainak helyzete több különböző időpontban. A kisbolygó képét eredetileg kítakanák, majd később egy egyedi felvétellel helyettesítették (ESO, F. MARCHIS)

A felvételeken földimogyoró alakú, kb. 380 km hosszú és 260 km széles kisbolygó tömegét a holdak mozgásából könnyű volt kiszámítani, sűrűsége  $1.2 \text{ g/cm}^3$ -nek adódott. Ezek alapján a Sylvia egy kozmikus kórakás, vagyis kisebb-nagyobb testek laza halmaza. A Romulus és Remus névre keresztelt holdak az eredeti égitestet darabokra törő becsapódás után nem épültek bele a lassan újra összeálló fő tömegbe. Pályájuk szinte pontosan kör alakú és az anyaégitest egyenlítő síkjában fekszik, ami szintén a becsapódásos keletkezés mellett szól és elengedhetetlen feltétele a hosszú távú stabilitásnak. Az újabb vizsgálatok alapján a Naprendszer apró égitestjeinek akár 15%-a is kettős illetve többszörös rendszer tagja lehet.

Sárneczky Krisztián

Nature, 2005. augusztus 11.

## Rövid periódusú napsúrolók

A SOHO napkutató szonda felvételein azonosított új üstököcsaládok és az Icarus kisbolygó illetve a Nappali Arietidák meteorraj kapcsolatát a közel-múltban ismerték fel<sup>4</sup>. Mivel a meteorraj néhány éves periódusú pályán kering, várható volt, hogy a frissen felfedezett üstököcsaládok pályája sem az előzetesen számolt parabola, hanem elnyúlt ellipszis. Ezt azonban az üstökösök rövid, maximum kétnapos láthatósága és a SOHO gyenge felbontásából adódó asztrometriai pontatlanságok miatt egy napközelség alatt lehetetlen bi-

4. Csillagászati évkönyv 2005, 165. o.

zonyítani. Az egyetlen lehetőség, ha a fényesebb égitestek több napközelségét is sikerül azonosítani. Négy-öt év különbséggel feltűnő, és két napig látszó üstökösök esetében ez sem könnyű, de legalább kínál némi esélyt.

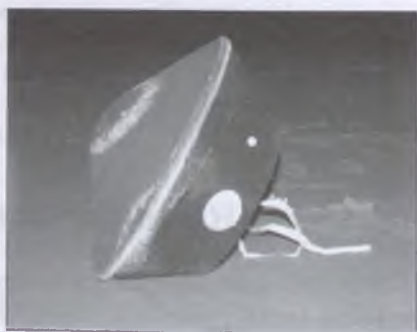
Az elmúlt években több esetben is felismerni vélték egyes SOHO-üstökösök visszatérését. A Kracht-csoportnál 5 év körüli keringési idővel két üstökösöt, a Kracht-2-csoportnál 4 éves periódussal egy objektumot vélték visszatérőként azonosítani. A Marsden-csoportnál 5.5–5.6 éves keringési idővel a *C/1999 J6* és *C/2004 V9* valamint a *C/1999 N5* és *C/2005 E4* üstökösök kapcsolatát sejtik. Ez abból a szempontból is érdekes, hogy a perturbációs számítások szerint 1993 novemberében a két égitestnek majdnem azonos pályán kellett járnia, vagyis akkor történhetett a szülőüstökös felbomlása. Az elméletet az is alátámasztja, hogy a fényes üstökösök megjelenésének időszakában az adott családokba tartozó halvány égitestekből is több szokott megjelenni a SOHO képein, mint a köztes években. Ezek a nagyobb égitestek feldarabolódásakor keletkezett töredékek lehetnek. A végső bizonyíték persze az lenne, ha 2010 körül az előre számított hely közelében ismét megjelennének az azonosítani vélt üstökösök.

Sárnecky Krisztián

*Minor Planet Electronic Circular* 2004-X73, 2005-E87, 2005-H24, 2005-Y27

## Visszatért a Stardust

Hét évnyi utazás és 4.6 milliárd km megtétele után, 2006. január 15-én Salt Lake City közelében sikeresen földet ért a *Stardust* űrszonda mintagyűjtő kapszulája. Az űreszköz egy speciális, *aerogélnek* nevezett anyag segítségével két alkalommal is mintát vett a Sagittarius csillagkép irányából 30 km/s sebességgel érkező csillagközi anyagból, majd 2004. január 2-án a *81P/Wild 2-üstökös* kómájából. A 99.8%-ban levegőből álló aerogél felizzás és kémiai változás nélkül tudja begyűjteni a hatalmas sebességgel érkező szemcséket. A kapszula felbontása után bebizonyosodott, hogy a forradalmian új kísérlet teljes sikerrel járt. A mintagyűjtő cellákban számos becsapódásnyom szabad szemmel is látható, a mikroszkopikus szemcsék száma



1.11. ábra. A *Stardust* leszálló egysége a Utah-i sivatagban

pedig százezres nagyságrendű lehet. A cellák átvizsgálása és a szemcsék megkeresése óriási feladat lesz. A cellákról kb. 1.5 millió felvételt készítenek, melyek átvizsgálásához az Interneten jelentkező önkéntesek munkáját is igénybe veszik. A szemcsék részletes analízise csak ezután történhet meg, amire akár éveket is várni kell majd. A rendben működő anyaszonda a Föld mellett elhaladva folytatta útját, és kisebb pályamódosítások után a 85P/Boethin-üstökös felé vette az irányt, amellyel 2008-ban fog találkozni.

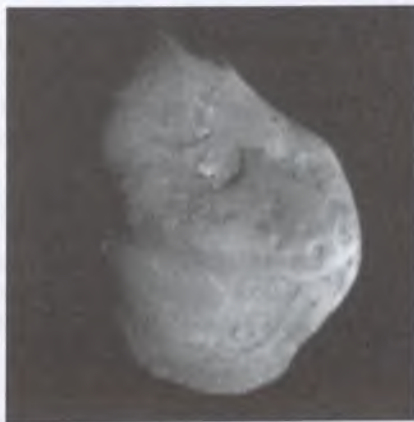
Sárnecky Krisztián

[stardust.jpl.nasa.gov/home/index.html](http://stardust.jpl.nasa.gov/home/index.html).

## Célba talált a Deep Impact

A *Deep Impact* szonda által szállított 340 kg-os lövedék 2005. július 4-én csapódott be a *9P/Tempel 1-üstökös*  $5 \times 7$  km-es magjába. Útja során folyamatosan fényképezte az egyre nagyobbak látszó célpontját, az utolsó képet 3.7 másodperccel a találkozás előtt készítette. Az űrszonda fő egysége ezután még 13 percig figyelhette az eseményeket. A becsapódás a vártnál sokkal nagyobb és fényesebb anyagfelhőt hozott létre. Ez megakadályozta, hogy a keletkezett krátert megfigyelhessük, pedig annak méretéből és szerkezetéből sok hasznos információt lehetett volna kiolvasni. Talán ez volt az egyetlen csalódás a program során, hiszen a berendezések kiválóan működtek. A kirepülő törmelékfelhő jó láthatóan kettős szerkezetű volt. Előbb egy gömbszimmetrikus, majd rögtön utána egy tölcészerű, sugaras felhő tört elő a magból. A felhőben kimutatott indikátormolekulák alapján az üstökös viszonylag távol, a belső *Oort-felhőben* alakulhatott ki.

Az égitest felszíne rendkívül érdekes, és nem hasonlít egyetlen korábban meglátogatott üstökösmaghoz sem. „Derekán” egy párkányhoz hasonló képződmény látható, amely két különböző szerkezetű területet választ el egymástól. A mag két távoli pontján teljesen sima felszínű, jégnyelvnek kinéző alakzatokat találunk. Kráterekből is sokat van a felszínen, de egészen más szerkezetűek és nem



1.12. ábra. A becsapódó egység felvétele a *9P/Tempel 1-üstökös* magjáról

olyan sűrűn helyezkednek el, mint a *Wild 2*-üstökös magján. Két alapvetőnek tartott dolgot viszont nem talált a szonda az üstökös felszínén: anyagkiáramlásokat és vizet. Később a vizet néhány foltban sikerült kimutatni, de csak a mag területének 0.5%-án, és ott is csak az anyag 4–6%-a lehet tiszta vízjég. Persze nem tudhatjuk, hogy mi van a mag túlsó oldalán, ugyanis a lassan, 41 órás periódussal forgó égitestnek csak az egyik felét sikerült lefotózni.

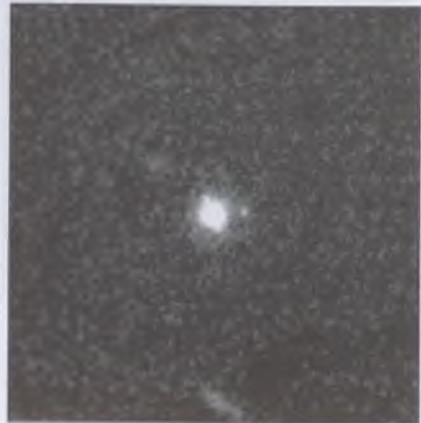
Továbbra is nagy kérdés, hogy miként tör elő az anyag a felszínről, mivel aktív területek nem látszanak a képeken. Talán valami globális, egy adott helyen nagyon gyenge, ám összességében jelentős, felszín alatti kiáramlásról lehet szó. Ezt támasztják alá a Stardust mérései is, melyek szerint a *Wild 2*-üstökösnél észlelt anyagsugarak talppontjai a felszín felett vannak, lejjebb pedig csak egy diffúz fénylés látszik.

A földi megfigyelések szerint közvetlenül a becsapódás után  $2^m$ -val nőtt az üstökös mag látszó fényessége, de a kóma összfényessége nem emelkedett meg jelentősen. A kirepülő felhő két napig volt érzékelhető a fényességprofil alakulásán, és öt nappal később már a kómában található pormennyiség is visszaállt a becsapódás előtti szintre. Ezek alapján bizonyos, hogy ez az agresszív beavatkozás sem hozott létre aktív területet a mag felszínén.

Sárnecky Krisztián

## Lehagyták a Plútót

Három igen természetes, 1000 km-nél is nagyobb Kuiper-objektum felfedezését jelentették be 2005 júliusában. Ezek közül messze kiemelkedik a 2003-as archív felvételeken M. BROWN és csapata által megjelent *2003 UB313* jelű kisbolygó, amely 97 AU távolságával a legmesszebb járó égitest, amit valaha felfedeztek a Naprendszerben. További érdekessége, hogy 2005 szeptemberében a *Keck II* távcső adaptív optikás felvételén egy holdat is sikerült azonosítani körülötte. A kísérő tizedakkora, mint az anyaégitest. Hatalmas távolsága ellenére fényessége eléri a  $19^m$ -t, ami csak akkor lehetséges, ha



1.13. ábra. A *2003 UB313* és holdja (*Keck Telescopes*, M. BROWN)



átmérője felülmúlja a Plútó 2260 km-es méretét. Az első mérések 3000 km körüli átmérőt állapítottak meg, ám a Hubble-űrtávcső friss adatai szerint csak 5%-kal nagyobb a Plútónál. Ez azt jelenti, hogy az *Eris* névre keresztelt égitest a ráeső napfény 86%-át visszaveri, vagyis az *Enceladus* után ez a legvilágosabb égitest a Naprendszerben!

A nagy albedó valamilyen aktív folyamatra utal, mert a távoli égitestek felszínének anyaga a kozmikus sugárzás hatására viszonylag gyorsan vörös színűvé válik. Vajon mi történik ezzel az igen távoli kisbolygóval?

A megoldás valószínűleg ott keresendő, az égitest felszíni összetétele nagyon hasonló a Plútóéhoz, a pályája viszont sokkal elnyúltabb. A most 97 AU távolságban járó Xena 250 év múlva, napközelsége idején csak 38 AU-ra lesz a Naptól. Ekkor sokkal magasabb lesz a felszíni hőmérséklete, mint jelenleg. A felszínre fagyott gázok párologni kezdenek, majd fényes dérként ismét a felszínre fagnak. Az 560 évenként bekövetkező napközelségek idején tehát mindig megújul az égitest arculata. A folyamat pontos leírása még várat magára, de ha a feltevés helyes, akkor lehetséges, hogy a hasonló összetételű, hasonló napközelségbe kerülő Kuiper-objektumok albedóját eddig jelentősen alulbecsültük, ezáltal méretüket pedig túlbecsültük.

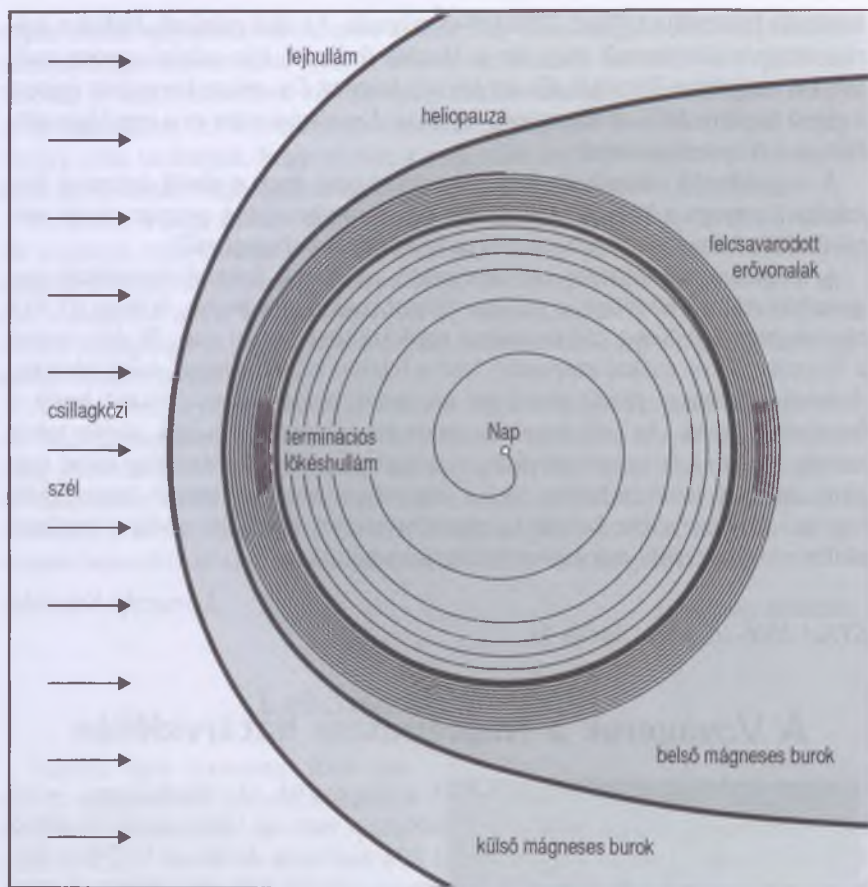
Sárnecky Krisztián

STScI-2006-16, 2006. április 11.

## A Voyagerek a Naprendszer határvidékén

2004. december 16-án a Voyager–1 a Naptól 94 AU távolságban,  $+35^\circ$  heliocentrikus ekliptikai szélességnél átlépte a napszél tartományának külső határát, a *terminációs* (azaz végetérési) *lökéshullámot*. Ezzel az 1977-ben felbocsátott űrszonda a Jupiter és a Szaturnusz felkeresését követő hosszú, eseménytelen útja után ismét úttörő szerepet kapott egy ismeretlen térség kutatásában.

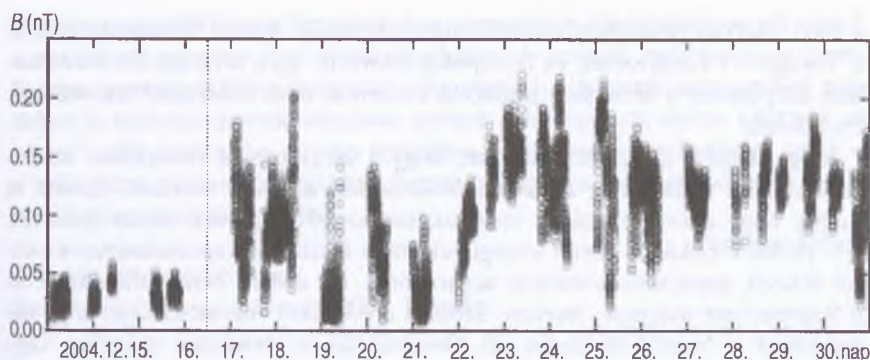
A napszél, ez a Napból kiinduló szuperszonikus plazmaáramlás forrásától távolodva egyre jobban felhígul, és egy bizonyos távolságban torlónyomása a csillagközi anyag csekélyke nyomása alá csökken. E határon, a *heliopauzán* túl az intersztelláris közeg már nem enged teret a Napból kiáramló anyagoknak. A határon a napszél sebessége nullára csökken — amihez persze előbb a helyi hangsebesség alá kell fékeződnie. Ez viszont csak ugrásszerűen, egy lökéshullámon áthaladva lehetséges, hiszen a gázban a jel csupán hangsebességgel terjed, a heliopauza felé a hangsebességnél gyorsabban áramló anyag nem „szerezhet előre tudomást” arról, hogy le kell fékeződnie. Ez a terminációs lökéshullám tulajdonképpen a napszél tartományának külső határa. A Naptól



1.14. abra. A heliopauza térségének szerkezete (S. T. SUESS nyomán) A napszélbe befagyott mágneses erővonalak végpontja együtt forog a Nap felszínével, emiatt a tér dugóhúzószzerűen felcsavarodik, és a Naprendszer külső tartományában az erővonalak már közel merőlegesek a Nap irányára

mért távolsága a napszél erősségének – s így közvetve a naptevékenységnek – a függvényében változik.

Jelen napciklusban a napszél erőssége és így a terminációs lökéshullám sugara 2004 derekán érte el a maximumát. Az új évezred első éveiben tehát a találkozást türelmetlenül váró űrfizikusok bosszúságára a lökésfront szinte „menekült” a Voyager–1 elől – noha a találkozás előjeleként már 2002 közepétől kezdve fel-felerősödött a MeV körüli energiájú részecskesugárzás. 2004-ben aztán a terminációs lökéshullám végre ismét zsugorodni kezdett, mígnem



1.15. ábra. A Voyager–1 által mért mágneses térerősség változása  
(L. F. BURLAGA és társai)

december 16-án találkozott a kifelé tartó Voyagerrel. Az áthaladás legnyilvánvalóbb jele a napszél sebességének hirtelen csökkenése lett volna – csakhogy az űrszonda plazmadetektora rég működésképtelen, így ez az adat sajnos nem volt mérhető. A mágneses tér ugrásszerű változása azonban így is egyértelműen tanúsítja, hogy a Voyager–1 behatolt a magnetopauza és a terminációs lökés közötti tartományba, a Naprendszeret körülvevő *mágneses burokba*.

A napszél plazmája magával sodorja a Nap beléi fagyott, dugóhúzószerűen felcsavarodott mágneses erővonalait is, melyek így a terminációs lökés után lelassult áramlásban feltorlódnak (1.14. ábra). Ezért a mágneses burokban a térerősség jóval magasabb, mint a szuperszonikus napszél tartományában. Ráadásul a burokban a napszélbelinél jóval erősebb és más jellegű *mágneses turbulencia* uralkodik.

Mint az 1.15. ábrán látható, a várakozásnak megfelelően 2004. december 16. után a Voyager–1 mintegy háromszorosára nőtt mágneses térerősséget mért. Ekkora értéket utoljára a Neptunusz pályájánál mért tartósan a szonda. Ugyanakkor megerősödtek a mágneses térben mutatkozó rövid távú, véletlen változások is, ami erős mágneses turbulencia jelenlétére utal. A véletlen változások statisztikai jellemzői is alapvetően eltérnek a korábban mértektől. Mindez egyértelműen jelzi, hogy a szonda valóban belépett a mágneses burokba.

A mérési adatok ugyanakkor meglepetéseket is tartogattak. A mágneses tér iránya például ellentétes a várttal. Mivel napjainkban a Nap északi sarka déli mágneses polaritású, a Voyager–1 ekliptikai szélességén az erővonalaknak befelé kellene tartaniuk – ehelyett a találkozás óta kifelé tartó teret mér a szonda. Ez lehet a mágneses burokban zajló, a mágneses teret eltorzító áramlások következménye, vagy egy hosszan tartó helyi zavar eredménye. Valóban,

a 2003. október/novemberi intenzív naptevékenység<sup>5</sup> hatása 2004 őszén érte el a Voyager–1 környezetét, és hónapokig eltartott, így a terminációs lökéshullám átlépésekor a térségben uralkodó viszonyok nem feltétlenül tekinthetők tipikusnak.

Még nagyobb elképedést okozott, hogy a várakozással ellentétben az űrszonda nem találta meg az *anomális kozmikus sugarak*<sup>6</sup> forrását. Ezeket a furcsa, nagy energiájú töltött részecskéket az 1970-es évek elején fedezték fel. 10 MeV/nukleon körüli energiájuk jóval kisebb a Naprendszeren kívülről érkező, galaktikus kozmikus sugarakénál, így elvben nem juthatnának át a Naprendszer mágneses burkán. Szoláris eredetüket viszont kizárja, hogy intenzitásuk a Naptól távolodva nő. Összetételük is szokatlan: aránylag nagy mennyiségben tartalmaznak magas ionizációs potenciálú atomok (He, O, Ne) egyszeres ionjait. A fenti jellemzők alapján arra következtethetünk, hogy a csillagközi anyag semleges atomjaiból keletkeznek, melyekre a mágneses tér nincs hatással, így könnyen bejuthatnak a Naprendszer belső tartományába. Itt azonban előbb-utóbb ionizálódnak, és a napszél magával sodorja őket kifelé – az ilyen *felszedett (pickup)* ionokat napszélmérésekből valóban jól ismerjük. A terminációs lökéshullámmal találkozáskor a felszedett ionok *Fermi-mechanizmus* révén nagy sebességre gyorsulhatnak. Ez a lökéshullámokban működő részecskegyorsítás a „mozgó tükrök” elvén alapszik: ha a részecske véletlen mozgása során újra és újra áthalad a lökéshullámon, fokozatosan igen nagy energiára tehet szert. Az asztrofizikában nagy jelentőséget tulajdonítanak ennek a részecskegyorsítási folyamatnak, amit most a Voyager szondák közvetlenül tanulmányozhattak volna.

Az anomális kozmikus sugarak intenzitásában várt erős csúcs azonban elmaradt: a sugárzás a mágneses burokokban kifelé haladva továbbra is ugyanolyan fokozatosan nő, mint azon belül. A rejtély megoldására tett legújabb kísérlet D. MCCOMAS és N. SCHWADRON amerikai kutatók 2006 elején közölt modellje. Ez a korábbi modellektől eltérően figyelembe veszi, hogy a Napnak a környező csillagközi anyaghoz viszonyított mozgása miatt nemcsak a heliopauza, hanem – az 1.14. ábrával ellentétben – a terminációs lökéshullám is csepp alakúvá torzul. A modell szerint a gömbszimmetriától való eltérés folytán a felszedett ionok felgyorsítása a terminációs lökéshullám farokrészére korlátozódik, míg a Voyager szondák a fejrészen haladnak át.

Mi várható még? A Voyager–2 2004 végén, a Naptól 75 AU távolságban már érzékelte a terminációs lökéshullámról visszavert részecskéket. (A Voyager–1 esetében ez csak 86 AU-nál történt meg, ami ismét csak a lökéshullám erősen aszimmetrikus alakjára utal.) A várakozás szerint a második szonda

5. Csillagászati évkönyv 2005, 147. o.

6. Csillagászati évkönyv 2003, 274. o.

2009-ben vagy 2010-ben lép majd át a terminációs lökeshullámon, és ennek a szondának egyelőre ép a plazmadetektora. A szondák radioizotópos áramforrása legalább 2020-ig szolgáltat még energiát, így némi szerencsével még akkor is működőképesek lehetnek, amikor a heliopauzát elérve kilépnek az „igazi” csillagközi térbe – vagy legalábbis a *külső mágneses burokba*, amely a csillagközi gázban lövedékként mozgó heliopauza előtti *fejhullámon* belül, de a heliopauzán túl fekszik.

Petrovay Kristóf

*Science*, 2005. szeptember;

*Geophysical Research Letters*, 2006. február.

## Sikeres modell a Naprendszer keletkezésére

Egy Côte d’Azur-i kutatócsoport az exobolygók keletkezésére kidolgozott elméleti modellt alkalmazott a Naprendszer kialakulásának leírására. A számítógépes szimuláció nagyon jól visszaadta azokat a megfigyeléseket is, amelyeket az eddigi naprendszer-keletkezési elméletek nem tudtak megmagyarázni. Az elméleti modell azzal magyarázza a csillagukhoz közel keringő óriás exobolygók létét, hogy ezek a bolygók a csillag körüli gáz- és porkorong maradék anyagával kölcsönhatva elvándoroltak keletkezési helyükről<sup>7</sup>.

A Naprendszer esetében a számítógépes modellek azt mutatták, hogy az óriásbolygók kialakulása után megmaradt bolygókezdemények (planetézimálok) pályáit a Jupiter és a Szaturnusz gravitációsan megzavarta, egy részüket ki is dobta a bolygórendszer peremére. Eközben a Jupiter pályája befelé, a Szaturnuszé pedig kifelé mozgott. A pályaváltozás során a Jupiter a Szaturnusszal éles rezonanciába került, és ebben az időszakban szétzilálták az egész kisbolygóövet. A kis égitestek pályáiban kaotikus változásokat idéztek elő, ami a kisbolygók gyakori ütközéséhez vagy kiszóródásához vezetett. A kisbolygóöv szétszórása során foghatta be pályájára a Jupiter a trójai kisbolygókat. (A trójai kisbolygók a Jupiter pályájának Lagrange-pontjaiban keringenek a Nap körül, a Napból nézve a Jupiter előtt illetve utána 60°-kal.)

A Hold kráterszámlálásai alapján mintegy 3.85 milliárd évvel ezelőtt valóban volt egy olyan időszak, amikor a Naprendszerben jelentősen megnőtt a becsapódások száma. Ez a *késői nagy bombázásnak* (*Late Heavy Bombardment*, *LHB*) nevezett folyamat mintegy 20–200 millió évig tartott, és nagyon hirtelen ért véget. Ezt az intenzív bombázási időszakot az Apollo-repülések után ismerték fel, és a régebbi naprendszer-keletkezési elméletek nem tudták megmagyarázni.

7. Lásd még az *Exobolygó hírek* Bolygókeletkezés című részét.

Az új modell szerint a kis égitestek pályahajlása igen tág határok közötti értékeket vehet fel, ami egyezik a megfigyelésekkel, de amit az eddigi elméletek nem tudtak magyarázni. A modell a valóságoshoz közeli értéket ad a Jupiter és a Szaturnusz pályájának excentricitására és hajlásszögére is, míg a korábbi elméleteknek ez sem sikerült.

Az itt említett modellszámításokkal egy időben egy amerikai–japán kutatócsoport megfigyelésekkel igazolta azt az elképzelést, hogy a késői nagy bombázást létrehozó testek valóban a fő kisbolygóövből kiszórt aszteroidák voltak. Megállapították, hogy a Hold, a Mars és a Merkúr 3.85 milliárd évnél idősebb felszíndarabjain lévő becsapódási kráterek méreteloszlása nagyon jól egyezik a fő kisbolygóövből lévő testek méreteloszlásával. Ugyanakkor a fiatalabb, vagyis a késői nagy bombázás után keletkezett felszínek krátereinek méreteloszlása inkább a földközeli kisbolygókéhoz hasonlít. Vagyis ebben az időszakban már csak földközeli kisbolygók csapódtak be a Föld típusú bolygókba.

*Illés Erzsébet*

*Sky and Telescope*, 2005. szeptember;

*Nature*, 2005. május;

*Science*, 2005. szeptember.

## Milyen lehetett a Naprendszer bölcsője?

A Nap 4.6 milliárd évvel ezelőtt egy óriás molekulafelhőben alakult ki, mégpedig többedmagával, mivel a csillagok általában csoportosan keletkeznek. A Tejútrendszerben a most megfigyelhető csillagképző molekulafelhőknek két típusa van: az *Orion típusú felhőkben* sűrű, több száz – több ezer csillagból álló halmazok keletkeznek, amelyekben a kék óriásoktól a barna törpékig mindenféle csillagtömeg előfordul, de legtöbb mégis a néhány tized naptömegnyi vörös törpecsillagból van. A *Taurus típusú felhőkben* sokkal kevesebb csillag keletkezik néhány tagból álló laza csoportokban, kettős – többszörös rendszerekben, és nincs köztük két-három naptömegnél nagyobb tömegű.

A kétféle környezetben nagyon eltérőek a bolygórendszerek kialakulásának és fejlődésének a lehetőségei. Míg a Taurus típusú környezetben a bolygórendszer bölcsője, a csillaggal együtt keletkező egyenlítői korong csak saját csillagának gravitációs és sugárzási terében fejlődik, az Orion típusú környezetben a korong ki van téve a közeli szomszédok gravitációs perturbáló hatásának és a nagy luminozitású halmaztagok erős sugárzásának. Sőt, mivel a legnagyobb tömegű csillagok születésük után néhány millió évvel szupernóvaként felrobbannak, nagyon valószínű, hogy az ilyen környezetben formálódó bolygórendszernek a szupernóva-robbanás hatásait is át kell vészelnie.

Éppen ezeknek a hatásoknak a több milliárd évvel később is megfigyelhető következményei teszik lehetővé, hogy megvizsgáljuk, melyik típushoz tartozhatott a Naprendszer bölcsője. Statisztikus megfontolások azt sugallják, hogy bolygórendszerünk nagy valószínűséggel Orion típusú környezetben keletkezett, mivel a csillagok többsége ilyen környezetből származik: a Nap mintegy 5000 fényév sugarú környezetében a most megfigyelhető fiatal csillagok 75–90%-a beágyazott halmazokban található. Ezeknek a halmazoknak jelentős része szétszóródik, mire a csillagképződés befejeződik bennük. A Naprendszer mérete is az Orion típusú születési környezet mellett érvel: a Kuiper-öv sugara 50 AU, hasonló az Orion-ködben felfedezett protoplanetáris korongok, a *proplydok* tipikus méretéhez, és jóval kisebb, mint a Taurus molekulafelhő fiatal csillagainak 100 AU-nál is nagyobb korongjai.

A legfontosabb bizonyítékokat azonban a Naprendszer első néhány millió évében megszilárdult meteoritok adják a Nap és a Naprendszer történetének megfejtéséhez. Szerkezetükből és kémiai összetételükből részletes információt olvashatunk ki a bolygóképző korong különböző részeinek fizikai, kémiai és termodinamikai tulajdonságairól. Különösen a rövid felezési idejű radioaktív elemek bomlástermékei segítenek a Naprendszer múltjának feltárásában. A meteoritok kémiai összetétele azt bizonyítja, hogy keletkezésük idején olyan radioaktív izotópokat tartalmaztak, amelyeknek felezési ideje néhány millió év. Ezek a rövid életű elemek csak úgy kerülhettek a meteoritok zárványába, ha ott és akkor keletkeztek, ahol a meteoritok.

A Naprendszerben található összes többi, hidrogénnél nehezebb elem korábbi, a Nap születésekor már kialakult csillagok belsejében jött létre. A  $^{26}\text{Al}$  azonban 730 000 év alatt 26-os atomsúlyú magnéziummá bomlik el, amelynek meteoritokban megfigyelhető gyakorisága egyértelműen bizonyítja a radioaktív alumínium hajdani jelenlétét. Nemrég azonosították a  $^{60}\text{Ni}$  izotópot, a 1.5 millió év felezési idejű  $^{60}\text{Fe}$  bomlástermékét is. A  $^{26}\text{Al}$  keletkezése lehet a fiatal Napon lejátszódó flertevékenység eredménye: a flerek során felszabaduló nagy energiájú részecskék által a bolygóképző korongban indukált maghasadások hozhatták létre. A 60-as atomsúlyú vas azonban nem jöhetett létre ilyen módon. Keletkezésének legvalószínűbb színhelye a szupernóva-robbanás. Ha tehát  $^{60}\text{Fe}$  volt a Naprendszerben az első néhány millió évben, az azt bizonyítja, hogy a születő Nap közelében szupernóva robbant, ami viszont azt sugallja, hogy Napunk rövid életű, nagy tömegű csillagokkal együtt keletkezett, minden bizonnyal egy népes csillaghalmaz tagjaként.

Kun Mária

*The Astrophysical Journal*, 2006. **639**, L87;

*Astronomical Society of the Pacific Conference Series*, 2005. **341**, 107. o.

## Exobolygó-hírek

Az ismert exobolygók listáján 2006. június végén 194 égitest szerepel, melyek 166 csillag körül keringenek, 20 csillagnak több bolygója is van. A felfedezések spektroszkópiai módszerrel (172 bolygó), fedési (transzit) fényességcsökkenés kimutatásával (10), közvetlen képalkotással (4), gravitációs lencse jelenség során (4), illetve pulzárak jelének modulációját vizsgálva (4) történtek<sup>8</sup>. Jelentősen fejlődtek a bolygókeletkezési elméletek és a fedési fénygörbék vizsgálati módszerei.

### Bolygókeletkezés

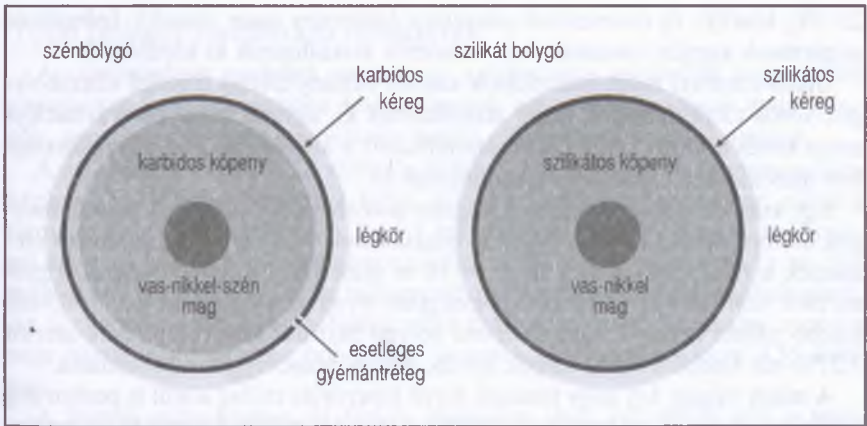
Feltűnő, hogy az exobolygók többsége a *forró Jupiterek* közé tartozik, és a több bolygót tartalmazó rendszerek sem hasonlítanak a mi Naprendszerünkhöz. Azonban ez valószínűleg csak annak a következménye, hogy mai módszerek a csillagukhoz közeli óriásbolygók felfedezésére a legalkalmasabbak. Mivel a Doppler-módszer esetén legalább egy teljes keringési ciklus, a fedési módszernél legalább két átvonulás megfigyelése szükséges, a hosszabb periódusú bolygók kimutatásához több idő szükséges. A naprendszerbeli óriásokhoz hasonló, néhány évtizedes keringési idejű kísérők megtalálásához hosszú évekig kell gyűjteni az adatokat. Ráadásul az ilyen, csillaguktól távolabb lévő bolygók felfedezése azért is nehezebb, mert az általuk okozott hatás kisebb mértékű.

Az igazán izgalmas eredmény a Föld típusú bolygók megtalálása lesz, hiszen az élet kialakulása, a civilizáció létrejötte az ilyen égitesteken lehetséges. Számos elméleti vizsgálatot végeztek arra, hogy egy adott típusú csillag körül hol van az a lakható zóna, ahol a bolygón a víz folyékony állapotban lehet. Ez a zóna egy vörös törpe körül a csillaghoz közel helyezkedik el és keskeny, a forróbb csillagok körül pedig távolabbi és szélesebb. Persze egy bolygón az élet kialakulásának esélyeit nemcsak a csillagtól való távolság határozza meg, hanem sok más körülmény is. Az éghajlatot befolyásolja a bolygó légkörének vastagsága, összetétele, fényvisszaverő képessége, a pálya lapultsága, vagy a forgástengely helyzete is. A csillagról érkező fény mellett hőforrás lehet a bolygó anyagában végbemenő radioaktív bomlás vagy egy másik közeli égitest (például egy nagy hold) által okozott árapályfűtés.

A NASA ultrabolya tartományban működő űrtávcsöve, a *FUSE (Far Ultraviolet Spectroscopic Explorer)* nagyon magas széntartalmat mutatott ki a  $\beta$  Pictoris körüli anyagkorongban. A tőlünk mintegy 60 fényév távolságban lévő csillag csupán 8–20 millió éves, tömege 1.8-szer nagyobb a Napénál. Ennél a

8. JEAN SCHNEIDER katalógusa ([exoplanet.eu](http://exoplanet.eu)) részletes információkat nyújt az exobolygókról és csillagokról.





1.16. ábra. A szén- és szilikátbolygók belső szerkezetének összehasonlítása

csillagnál fedezték fel 1984-ben infravörösben elsőként, hogy olyan éléről látzó korong övezi, melyben bolygók alakulhatnak ki. A korong belső részének deformációja arra utal, hogy már legalább egy nagy bolygó létre is jött benne. A naprendszerbelinél nagyobb széntartalom miatt a szilikátos Föld típusú bolygóktól jelentősen eltérő, sok grafitot, esetleg gyémántot tartalmazó, metán légkörű „szénbolygók” születhetnek az ilyen korongban (1.16. ábra).

Bolygók kialakulására alkalmas anyagkorongok szinte minden csillagtípusnál előfordulnak. Mini- és mega-bolygórendszerek is létezhetnek. A PAI DÁNIEL és munkatársai (*University of Arizona*) a Spitzer-űrtávcső mérései alapján 8 nagyon fiatal barna törpe közül 6-nál kristályos, aránylag nagy szemcséket tartalmazó porkorongot mutattak ki<sup>9</sup>.

Az infravörös tartományban érzékelő *Spitzer-űrtávcsővel* a közelmúltban acetilén és ciánhidrogén molekulák nyomaira bukkantak egy fiatal csillag körüli anyagkorongban, a Föld típusú bolygók keletkezési zónájában. Vizes környezetben ezekből kémiai reakciók során a fehérjék és a DNS alapvető építőkövei jöhetnek létre!

Egy másik megfigyelés szerint egy piciny, csupán  $8 M_J$  tömegű, azaz bolygó méretű – ám csillagokhoz hasonlóan, önállóan létrejött – barna törpe körüli anyagkorongban jelenleg égitestek formálódnak. Ezeket inkább holdaknak tekinthetjük.

Az ESO *VLT* távcsöveivel olyan fiatal, csupán néhány millió évesnek becsült barna törpéket vizsgáltak, amelyek a Naphoz hasonlóan, önállóan alakultak ki a csillagközi felhőkből, és anyagkorong veszi körül őket. Tömegük 5 és

9. Lásd a *Bolygóképződés barna törpék körül* című hírt.

25  $M_{\oplus}$  közötti, új elnevezésük *planemos* (*planetary mass objects*). Infravörös sugárzásuk alapján miniatűr naprendszerek alakulhatnak ki körülöttük.

Újabb elméleti modellszámítások szerint néhány  $M_{\text{Föld}}$  tömegű kőzetbolygók vörös törpe csillagok körül alakulhatnak ki, ugyanis azok kis gravitációjára miatt kevés könnyű kémiai elem maradhatott a körülöttük lévő anyagkorongban ahhoz, hogy óriásbolygók alakuljanak ki.

Egy kutatócsoport vizsgálatot végzett a vörös törpe csillagok körüli bolygók előfordulásának gyakoriságára vonatkozóan. 90 ilyen csillag színképét elemezték a *HET*, a *VLT* és a *Keck* 8–10 m átmérőjű óriástávcsövekkel. Egyik esetben sem találtak a radiális sebességben olyan változást, amelyet 1 AU-nál kisebb pályán keringő, Jupiter típusú bolygó okozna. Következtetésük szerint 1.27%-nál kisebb a vörös törpék körüli, közeli óriásbolygók előfordulása.

A másik véglet: két nagy tömegű, forró hiperóriás csillag körül is porkorong található, melyben az infravörös színkép alapján már bolygócsírák nyomaira leltek. Az R 66 és az R 126 a Nagy Magellán-felhőben van, 30 és 70  $M_{\odot}$  tömegűek, ezért rövid, néhány millió éves életük végén szupernóvaként fognak felrobbanni. Ha létrejönnek körülöttük bolygók, nem sok idejük marad a fejlődésre és az élet kialakulására.

A Pollux egy K színképtípusú, 1.7  $M_{\odot}$  tömegű óriáscsillag. 25 éven át mérték radiális sebességét, és ebben egy 589.6 napos periódusú változást találtak. Erre a legjobb magyarázat az, hogy egy legalább 2.3  $M_{\odot}$  tömegű bolygó kering körülötte, 1.6 AU távolságban, majdnem kör alakú pályán. A Pollux már a hatodik olyan csillag, amely jelentősen nagyobb tömegű és méretű, mint a Nap, és bolygója van. A protoplanetáris anyagkorong is kiterjedtebb lehetett körülöttük, melyben nagyobb tömegű bolygók alakulhattak ki.

A számítógépes szimulációk arra utalnak, hogy az óriásbolygók a csillaguktól távolabb jönnek létre, de az anyagkorongban keringve fékeződnek, és fokozatosan beljebb kerülnek (migráció). Vajon mi lesz a sorsuk? Stabilizálódnak a pályájuk vagy belezuhannak a csillagba? Van-e mód, hogy magát a becsapódást vagy következményét (pl. a csillag forgásában bekövetkező változást) kimutassuk? A migráció sebessége erősen függ az anyagkorong sűrűségétől illetve viszkozitásától. Ha a bolygó elég nagy tömegű, akkor gravitációs hatásával a korongban egy ritkább zónát hozhat létre, és a kisebb közegeellenállás miatt leállhat a csillagához való közeledés.

A korábban talált, pulzár körüli bolygók léte nehezen magyarázható, hiszen a neutroncsillag kialakulását megelőző szupernóva-robbanás elfújja az esetleges közeli bolygókat. Újabbán arra gondolnak, hogy a robbanás után visszamaradt anyagból egy korong jöhet létre, és ebben alakulhattak ki a bolygók. Az infravörös tartományban találtak egy ilyen korongot a *4U 0142+61* jelű pulzár körül, talán ilyen körülmények között születhetnek a második generációs bolygók.

## Több bolygót tartalmazó rendszerek

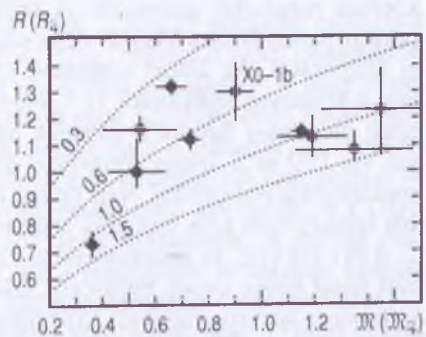
A számítógépes modellek szerint egy kettőscsillag valamelyik tagja körüli anyagkorongban könnyebben kialakulhatnak anyagcsomósodások majd bolygók, ugyanis a társcsillag gravitációs hatása elősegítheti ezt a folyamatot.

A *HD 188753* Nap típusú csillag a Földtől 149 fényévre, a Cygnus csillagképben. Egy hármas rendszer tagja, ahol két társa kettősrendszert alkotva mintegy 20 AU-ra van tőle. A *Keck I* teleszkóppal spektroszkópiai módszerrel egy  $1.14 M_{\oplus}$  tömegű exobolygót találtak a főkomponens körül. Ez az első megfigyelés többszörös szoros csillagrendszer egyik tagja körüli exobolygóról. Az új planétát a *Csillagok háborúja* című filmben szereplő ikercsillag nyomán nem hivatalosan *Tatooine* bolygónak nevezték el. Keringési ideje 3.35 földi nap.

A Puppis csillagképben 41 fényév távolságra lévő, HD 69830 jelű, a Napnál valamivel kisebb tömegű csillag  $5^m95$  fényességű. Az *ESO* chilei 3.6 m-es távcsövére szerelt *HARPS* spektrográffal 2 éven át mérték a csillag látóirányú sebességét. Ebben olyan, csupán néhány m/s (!) amplitúdójú változást találtak, amely jól illeszthető 3 periodikus hullámmal. A csillagnak ezt a bonyolult mozgását a körülötte keringő égitestek okozhatják. Az eredmények alapján a HD 69830-nak három bolygója van, 8.67, 31.6 és 197 napos keringési idővel, tömegük legalább  $10-18 M_{\oplus}$  közé esik. Ez az első rendszer, melyben három Neptunusz méretű planétát fedeztek fel. Az elméleti számítások szerint a legbelső bolygó alapvetően kőzetekből, a középső kőzetből és gázból, a legkülső pedig valószínűleg kőzetekből és jégből áll. Ez az égitest a csillag körüli lakható zóna belső szélének közelében helyezkedik el, ha vannak nagy holdjai, akár folyékony víz is lehet azok felszínén. Az égi mechanikai számítások alapján a három bolygó dinamikailag stabil rendszert alkot. A Spitzer infravörös űrtávcső megfigyelései alapján egy jelentős tömegű kisbolygóövet is kimutattak ebben a rendszerben.

## Fedések

2006 elején felfedezték a tizedik olyan exobolygót, amely létét a fedési jelensége árulta el. Az *XO-1b* jelű planétát a Corona Borealis csillagkép egyik  $11^m$ -s csillaga fényváltozása alapján mutatták ki. Az *XO* meg-



1.17. ábra. A tíz fedési módszerrel talált bolygó a tömeg–sugar-diagramon. A pontozott vonalak az azonos átlagsűrűség görbék  $\text{g/cm}^3$ -ben

figyelési program profi és amatőr csillagászok együttműködése fedési jelenségek keresésére. Az újonnan talált bolygó alig 4 nap alatt kerüli meg csillagát, 173 percig tartó átvonulása során 2%-os fényességcsökkenést okoz. Tömege 0.9-szerese, sugara 1.3-szerese a Jupiterének (1.17. ábra).

Szatmáry Károly

astro-ph, 0605414; 0606121; 0606237; 0606397; 0606571;

www.spitzer.caltech.edu;

astro.u-szeged.hu/ismeret/exo/extrasol.html;

hirek.csillagaszat.hu/exobolygok.html.

## Bolygóképződés barna törpék körül

A bolygórendszerek alapanyaga, a születő csillagokat övező anyagbefogási korong eredeti állapotában olyan összetételű, mint a csillagközi anyag, amelyből kivált: legnagyobb része gáz, kicsiny, tized mikrométeres porszemcsékkel keverve. A korong vastag, és vastagsága a csillagtól távolodva nő (*trapézkorong*<sup>10</sup>). A csillag életének első néhány millió évében a korong összetétele és szerkezete alaposan átalakul. A gáz egy része elpárolog, a porszemcsék pedig összetapadva lassan növekszenek, majd leülepsznek a korong fősíkjába. Ezzel egy időben a korong belső tartományában, a központi csillaghoz közel a szemcsék megolvadnak, majd kristályokká szilárdulnak.

A csillagközi (és csillag körüli) por legfontosabb összetevői szilikát tartalmú szemcsék. A korongban található szilikátok jelenlétét a fiatal csillag infravörös színekében 10  $\mu\text{m}$  körül látható széles sáv jelzi, amely a szilícium–oxigén kötések rezgésétől származik. A szilikát-sáv alakja, szélessége és csúcsának pontos hullámhossza függ a szemcsék méreteloszlásától és kristályosodottsági állapotától. Az amorf szilikátok spektrumának csúcsa 9.7  $\mu\text{m}$  körül van, míg a kristályos szilikátoké 11.3  $\mu\text{m}$ -nél. A korongokban lezajló változásokat tehát meg lehet figyelni a csillagok infravörös színeképeinek összehasonlításával. Az ISO és a Spitzer infravörös űrtávcsövek érzékeny közepes infravörös spektrográfjaival néhány Nap típusú és közepes tömegű fiatal csillag infravörös színekében ki is mutatták a szemcsenövekedést és kristályosodást.

APAI DÁNIEL és munkatársai a *Chamaeleon I* molekulafelhőben keletkezett fiatal barna törpék infravörös színeképet vizsgálták a Spitzer-űrtávcső IRS infravörös spektrográfjával. Azt találták, hogy a szemcsenövekedés és kristályosodás a nagyon kis tömegű és alacsony hőmérsékletű égitestek korongjában is a közönséges csillagok környezetéhez hasonlóan fejlődik. A por üle-

10. ÁBRAHÁM P.–KÓSPÁL Á.: Korongok fiatal csillagok körül. *Csillagászati évkönyv 2005*, 219. o.

pedését, azaz a korong trapézából lapossá alakulását is nyomon követték az infravörös spektrum alakjának modellezésével. Összehasonlítva a barnatörpekorongok tömegét az ősi Nap körüli köd tömegével meg lehet becsülni, mekkora bolygók keletkezhetnek a barna törpék körül. Ha a Naprendszerhez hasonló szerkezetű bolygórendszert feltételezünk, a legnagyobb bolygó nagyjából Neptúnusz-tömegű lehet. A Naphoz legközelebbi barna törpék tehát az exobolygók keresésének ígéretes célpontjai lehetnek.

Kun Mária

*Science*, 2005. 310, 834. o.

## A Chandra Orion mélyvizsgálat

A *Chandra Orion mélyvizsgálat* (*Chandra Orion Ultradeep Project, COUP*) a legnagyobb homogén adatbázis, amelyet a röntgenscsillagászat története során csillagok röntgensugárzásáról nyertek. A *Chandra Röntgenobszervatórium* 2003 januárjában 13.2 napig folyamatosan észlelte az Orion-ködot. Összesen 1616 röntgenforrást detektált, közülük 1315 van magában a ködben, 16 előtérscillag, a maradék 285 pedig különféle háttérobjektum.

Az Orion-ködben világító gázt egy több ezer csillagból álló fiatal nyílthalmaz legfényesebb tagjai gerjesztik, elsősorban a  $\theta^1$  Ori C O6 típusú csillag. A halmaz legtöbb tagja néhány tized naptömegű fiatal csillag, amelyek vizsgálata a Nap és a Naprendszer keletkezési körülményeinek és korai fejlődésének megértéséhez is hozzájárul.

Az Orion-köd kemény röntgensugárzásának három fő forrása van: a 2–8 keV-os sugárzás egyharmada a  $\theta^1$  Ori C-től, a köd fő gerjesztő csillagától ered; fele a kisebb tömegű ( $0.3 M_{\odot} < M < 3 M_{\odot}$ ) fősorozat előtti csillagoktól; a többi pedig mélyen beágyazott, erősen vörösödött csillagoktól. A nagy tömegű, O, B, A típusú csillagok magas hőmérsékletük következtében bocsátanak ki röntgensugárzást. Röntgensugárzásuk alapján ezek a csillagok két csoportba sorolhatók: a B4-nél korábbi típusúaknak erős csillagszelük van, ezért erős röntgenforrások. Az ennél későbbiek röntgensugárzása gyengébb. A COUP területén 20 O, B, A csillag volt, közülük 16-ot detektáltak. A gyenge csillagszelű csoportban több flet észleltek. Ez a megfigyelés láthatatlan kísérők jelenlétére utal, akárcsak az erős szelű csillagok irányában detektált flemek.

Az Orion-ködben a legtöbb csillag fiatal, Nap típusú, azaz T Tauri típusú változócsillag. Ezekben az F–M szinképtípusú, porból és gázból álló tömegbefogási koronggal övezett csillagokban a konvekció és a forgás a naptevékenységhez hasonló, de annál sokkal intenzívebb mágneses jelenségeket hoz létre, amelyek röntgensugárzás kibocsátásával járnak. Már a korábbi röntgen-

obszervatóriumok (*Einstein*, *ROSAT*) felfedezték, hogy a Nap típusú csillagok mágneses aktivitásának erőssége a csillag korával csökken. Nagy energiájú röntgenflereket észleltek mélyen felhőkbe ágyazott csillagkezdemények irányából is.

A COUP lehetővé tette a fiatal csillagok mágneses aktivitásának jobb megértését. Az Orion-ködben lévő T Tauri típusú csillagok közül 600-at, azaz a köd összes F–M típusú fiatal csillagának 97%-át azonosították röntgenforrással. Erős kapcsolatot találtak a csillagok bolometrikus és röntgenfényessége között. A mérések azt mutatják, hogy a fősorozat előtti csillagoknál a röntgensugárzó plazma hőmérséklete lényegesen magasabb, mint a fősorozaton. Megállapították, hogy a fiatal csillagok röntgenluminozitása függ attól, hogy mekkora a tömegfelvétel üteme a korongból. A gyors tömegfelvételt mutató csillagok röntgensugárzása gyengébb, mint a lassabban növekvő rokonaiké. Ennek a jelenségnek az oka egyelőre ismeretlen. Lehet, hogy a csillag és a korong között áramló anyag leárnyékolja a csillag röntgensugárzását. Noha a forgás fontos tényező a mágneses jelenségek kialakulásában, nem találtak összefüggést a forgási periódus és a röntgensugárzás között.

Mivel a vizsgált csillagok kora 0.1 és 10 millió év között van, a COUP adatok lehetővé tették a mágneses aktivitás fejlődésének vizsgálatát is. Az eredmények szerint ebben a kortartományban a röntgenluminozitás gyengén csökken a korrallal. Az Orion-köd fiatal csillagait érettebb csillagokkal összehasonlítva kiderült, hogy a csökkenés a csillagok életének első 100 millió évében egyenletesen lassú, majd később felgyorsul.

A T Tauri csillagokon kívül olyan röntgenforrásokat is észlelt a Chandra az Orion-ködben, amelyek nem esnek egybe ismert optikai és közeli infravörös forrásokkal, és a köd legnagyobb sűrűségű részeire vetülnek. Ilyen módon a halmazban keletkezett új csillagokat fedezett fel.

A hosszú, folyamatos megfigyelés a fiatal csillagok aktivitásának számos, eddig ismeretlen tulajdonságát mutatta meg. E jelenségek vizsgálata segít megérteni, milyen hatások érhettek a kialakuló Naprendszer a bolygóképződés idején. A fiatal csillagokon átlagosan néhány naponként jelenik meg fler. A fler röntgensugárzásának ionizációs hatása a központi csillagtól 1 AU távolságban több nagyságrenddel meghaladja a kozmikus sugárzás hatását. A kitörésekhez társuló, nagy energiájú részecskeáram a csillag körüli korongban hasadásos magreakciókkal új elemeket hoz létre, többek között rövid felezési idejű atommagokat, amelyek bomlástermékeit a Naprendszer meteoritjaiban is azonosították. A COUP eredményei szerint a fiatal Napon a flerek gyakorisága elegendő lehetett a meteoritok zárványaiban talált izotóp-anomáliák létrehozásához.

A COUP a legerősebb röntgenflerek tulajdonságait részleteiben is megvizsgálta. 32 nagy fler időbeli lefutásának, energiaviszonyainak vizsgálatából ér-

dekes statisztikus következtetésekre jutottak: a fiatal csillagokon sokkal nagyobbak a flerező tartományok, mint a Napon. Valószínű, hogy nem a csillag felszínén, hanem a csillag és a korong közötti tömegbefogási csatornában keletkeznek ezek a nagy flerek.

Külön megvizsgálták a látható korongokkal körülvelt csillagok (proplydok), Herbig–Haro-objektumokat gerjesztő és általában egyéb hullámhosszokon aktív fiatal csillagok röntgenjellemzőit. A Hubble-űrtávcső által felfedezett proplydok fele bizonyult röntgenforrásnak.

Kun Mária

*The Astrophysical Journal Supplement Series*, 2005. október  
(COUP különszám).

## Infravörös sötét felhők

A csillagközi sötét felhőkre fényelnyelő hatásuk hívja fel a figyelmet: eltakarják a mögöttük levő csillagokat. Az infravörös sötét felhőket is úgy fedezték fel napjainkban, mint jó száz éve a közönséges sötét felhőket: ezek a felhők a Tejút infravörös képének fényes háttére előtt sötétlenek. Az *MSX* infravörös műhold közepes infravörös, 8–15  $\mu\text{m}$ -en készült képein fedezték fel őket először. A csillagközi por fényelnyelő hatása a hullámhossz növekedésével csökken. A legtöbb közönséges sötét felhő (pl.



1.18. abra. A Tejút sávjának egy kb. másfél négyzetfokos területe a 8  $\mu\text{m}$ -es *MSX*-képen néhány infravörös sötét felhővel

*Bok-globula*) 8 és 15  $\mu\text{m}$ -en már meglehetősen átlátszó. Az infravörös sötét felhők azonban még ezeken a hullámhosszakon is képesek elnyelni a háttér sugárzását, ami arra utal, hogy jóval vastagabbak, sokkal több port tartalmaznak, mint az optikai sötét felhők. Milliméteres és szubmilliméteres megfigyelések igazolták is ezt a feltevést. A rádiómérésekből meghatározott sebességek azt mutatják, hogy átlagos távolságuk 2–5 kpc közt van. Szubmilliméteres hullámhosszakon kibocsátott hősugárzásuk 20 K körüli hőmérsékletéről tanúskodik. Az eddig megvizsgált 38 felhő tömege 120 és 16 000  $M_{\odot}$  között van. Alakjuk többnyire erősen elnyúlt, a közönséges sötét felhőkéhez hasonló, és jó néhány még hidegebb, még sűrűbb tartomány, *mag* található bennük, amelyek tömege 10–2400  $M_{\odot}$  közt van.

Hogyan kapcsolódnak ezek az újonnan felfedezett objektumok a csillagközi anyag már ismert struktúráihoz? Az adatok azt sugallják, hogy ezek a felhők a nagy tömegű csillagok és a hozzájuk tartozó halmazok jövődó keletkezési helyei. A 6–8  $M_{\odot}$ -nél nagyobb csillagok keletkezését nagyon nehéz megfigyelni. Ezek a csillagok nagyon gyorsan fejlődnek, születési környezetüket erős sugárzásuk és szelük hamar szétrombolja. Az infravörös sötét felhők felfedezése előtt a csillagászok nem ismertek olyan tartományokat a Tejútrendszerben, amelyekben nagy tömegű csillagok születésének kezdőfeltételeit és legkorábbi szakaszait tanulmányozhatták volna. A nagy tömegű csillagok ismert születési helyein, a *forró molekuláris magokban* és *ultrakompakt HII-zónákban* már éppen a beágyazott, nagy luminozitású csillagnak a környezetével való kölcsönhatásai figyelhetők meg. Az infravörös sötét felhőkben megfigyelt hideg, sűrű magok méret-, sűrűség- és hőmérsékletadatai arra engednek következtetni, hogy ezek az objektumok a forró molekuláris magok elődei. Néhány infravörös sötét felhőben a hideg magok mellett találtak is forró magokat, amelyeknek 50–100 K körüli hőmérséklete, a porszemcsék elpárolgásáról tanúskodó kémiai összetétele és a heves belső mozgásokat tükröző széles rádióvonalai bizonyítják, hogy a belsejükben már elkezdődött az átlagosnál nagyobb tömegű csillagok születése.

Kun Mária

*Proceedings of IAU Symposium 227. 2005, 23. o.*

## Egy csillag alakjának meghatározása

A csillagok között – nagy távolságuk miatt – viszonylag kevés olyan van, amelynek korongját sikerült leképezni, azaz nem pontszerű fényforrásként vizsgálni. A nagy szögfelbontás legígéretesebb módja az interferometria. Míg a rádiócsillagászatban már évtizedek óta rutinszerű méréseket végeznek a nagyon hosszú alapvonalú interferometriával (*VLBI*), rövidebb hullámhosszokon számos technikai nehézséget kell leküzdeni a módszer sikeres alkalmazásához. Az elmúlt években azonban már a néhány mikrométeres közeli-infravörös színeképtartományban is egyre több kutatócsoportnak sikerült egyes fényes csillagok alakját interferometrikus módszerrel meghatározni<sup>11</sup>. Az 5 pc-re levő *Altair* korongjának nagy- és kistengelye például 1.14 arányú, a 39 pc-re levő *Achernar* pedig annyira lapult, hogy az egyenlítői mérete másfélszer akkora, mint a pólus irányú.

Most az interferometria mellett egy újabb módszert is eredményesen alkalmaztak egy csillag alakjának meghatározására: a gravitációs mikrolencsét.

11. Lásd még a *Szétszakadás határán forgó csillagok* című hírt.



Bár tömeges elterjedésére nem lehet számítani, kuriózumként mégis megemlítendő, hogy a gravitációs-lencse-hatás is alkalmas lehet csillagok alakjának meghatározására. A MOA 2002–BLG–33 jelű mikrolencse-esemény során ugyanis az előtérben levő, lencseként viselkedő objektum kettőscsillag volt, és ez lehetővé tette, hogy az észlelt fénygörbéből meghatározzák a háttérben levő csillag „korongjának” lapultságát. A mérés szerint a lencsehatást elszenvedő háttércsillag alakja alig tér el körtől, de maga a csillag 5000 pc-re van tőlünk, azaz olyan hatalmas távolságban, amelynél az interferometriai eljárás belátható időn belül még nem lesz alkalmazható. A MOA 2002–BLG–33 ma még különlegességnek számít, de ha figyelembe vesszük, hogy az arra szakosodott programok során most már évente közel ezer mikrolencse-eseményt találnak, bizonyára nem kell sokáig várni az újabb mikrolencses csillagalak-meghatározásra.

Szabados László

*Astronomy & Astrophysics*, 2005, **439**, 645. o.

## Szétszakadás határán forgó csillagok

Az Altairról és a Vegáról már jó ideje tudjuk, hogy gyorsan forognak, de a spektroszkópiai megfigyelésekből csupán  $v \sin i$  határozható meg, ahol  $v$  a csillag forgási sebessége az egyenlítőnél,  $i$  pedig forgástengelyének a látóiránnyal bezárt szöge. A közelmúltban elvégzett interferometriai megfigyelésekkel azonban ennél jóval többet sikerült megállapítani: a forgás következtében fellépő lapultságukat. Egy ilyen interferometriai mérés asztrofizikai csúcstechnológia: az ESO chilei 8 méteres teleszkópjainak jelét egyidejűleg kell feldolgozni, az elméleti kiértékelés során pedig modellezni kell egy lapult korong interferometriai képét.

Az Altairról eddig  $v \sin i = 190\text{--}250$  km/s értékeket lehetett olvasni az irodalomban, és  $i \approx 90^\circ$ . Az interferometriai adatokból a forgási ellipszoid nagy és kistengelyének arányára most  $a/b = 1.14 \pm 0.029$  adódott, ebből az Altair sugara  $1.9 R_\odot$ . Az interferometriából kapott  $v \sin i = 210 \pm 13$  km/s a szétszakadási sebességnek mintegy 80%-a. Kiderült az is, hogy a csillagnak körülbelül  $0^m.004$ -s fényváltozása is van, vagyis kis amplitúdójú  $\delta$  Scuti típusú változó<sup>12</sup>. A gyors rotáció miatt a fényváltozás frekvenciájában felhasadást várunk, amit azonban még nem sikerült észlelni.

Spektroszkópiai észlelésekből a Vega inklinációjáról eddig csak azt tudtuk, hogy nagyon kicsi, ezért a lapultságát interferometriai úton sem lehet közvetlenül megmérni. A néhány óras (!), gyors tengelyforgás miatt azonban az

12. *Csillagászati évkönyv* 2006, 178. o.

egyenlítői és sarki vidékei között körülbelül 2000 K a hőmérséklet-különbség. Emiatt a képe – bár körnek látszik – a középső részen jóval fényesebb, mint a széleken, és kis inklináció miatt a fényeloszlás nem is teljesen szimmetrikus. Ez az interferometriai képen jól látható mintázatot idéz elő. A mérések kiértékelése során az adódott, hogy  $a/b = 1.25$ ,  $i = 4.54^\circ$ ,  $v = 274$  km/s, és ez a szétszakadási sebesség 93%-a.

Az Alderamin ( $\alpha$  Cep) optikai és infravörös interferometriai megfigyeléséből  $a/b = 1.298 \pm 0.051$ ,  $i = 88^\circ$  adódott. Egyenlítői forgássebessége  $v = 283 \pm 10$  km/s, ami 83%-a a szétszakadási sebességnek.

Ez a három eredmény felhívja a figyelmet arra, hogy a korai színeképtípusú csillagok belső szerkezetének modellezésekor is figyelembe kellene venni az eleddig elhanyagolt tengelyforgást. A másik nem kevésbé fontos sugallat a csillagbelsőket és a pulzációt modellező elméleti asztrofizikusoknak, hogy a  $\delta$  Scuti típusú változóknál is tekintetbe kellene venni a gyors tengelyforgást. Úgy tűnik, hogy amikor a rotáció gyors, akkor csupán kis amplitúdójú fényváltozás alakul ki, ennek okát azonban ma még nem tudjuk.

*Barcza Szabolcs*

*The Astrophysical Journal*, 2005. február; 2006. január

*Nature*, 2006. április.

## Fehér törpék az $\omega$ Centauri gömbhalmazban

Az  $\omega$  Centauri Tejútrendszerünk legnagyobb tömegű gömbhalmaza<sup>13</sup>, körülbelül  $5 \cdot 10^6 M_\odot$  a tömege. Csillagainak fémtartalma igen eltérő, ami arra utal, hogy a halmaz csillagai nem egységes keletkezési folyamatban jöttek létre. A csillagfejlődési elméleteink szerint a fehér törpék a horizontális ágon levő csillagokból alakulnak ki, ezért az ilyen csillagrendszerben különösen érdekes lehet a két csillagtípus aránya.

Eddig az  $M4$  gömbhalmazban ismerték a legtöbb fehér törpét, szám szerint 222-t<sup>14</sup>. Ezt a rekordot sikerült megdönteni a Hubble-űrtávcső három színben végzett észleléseivel. Egy kutatócsoport az  $\omega$  Centauriban több mint 2000 fehér törpét talált. Meghatározták a halmaz szín–fényesség-diagramját is  $B = 27^m$ -ig. A részletes elméleti értelmezés még várat magára, de ez a váratlanul nagy szám újdonságokat hozhat a fehér törpék hűléséről, valamint a horizontális ág utáni csillagfejlődésről.

13. *Csillagászati évkönyv 2002*, 194. o.

14. *Csillagászati évkönyv 2004*, 187. o.

Sok évvel ezelőtt a fizikusok a gömbhalmazokban lévő fehér törpék és horizontális ágon található csillagok számarányából olyan alapvető fizikai elméletekhez is vártak számadatokat, mint a gyenge kölcsönhatást meghatározó csatolási állandó. A Newton-féle gravitációs állandó két test közötti gravitációs erő nagyságát adja meg, hasonló állandó definiálható a gyenge kölcsönhatásra is, amely a magfúziós folyamatok gyorsaságára, és ezen keresztül a csillagfejlődésre van hatással. Ha az  $\omega$  Centauri csillagai egyszerre keletkeztek, és jók a hűlési modellek, nem lehetne közöttük ennyi fehér törpe. Az újonnan kapott nagy szám azt valószínűsíti, hogy az  $\omega$  Centauri csillagai nem egykorúak, hanem több generáció tagjai.

Barcza Szabolcs

*The Astrophysical Journal*, 2005. március.

## Germánium három fehér törpe légkörében

A fehér törpék légköre dinamikailag nagyon stabil, sem konvekció, sem turbulencia nem zavarja meg a sugárzási egyensúlyt. A nagy gravitáció miatt a nyugalomban levő légkörben a nehéz elemek olyan mélyre süllyednek, hogy a fotoszféra mintegy eltakarja a színképüket. A fotoszferikus színképben csak a legkönnyebb elemek, a hidrogén és esetleg a hélium vonalai látszanak. Ezért számít érdekességnek minden olyan fehér törpe, amelynek színképében nehezebb elemek vonalai is megtalálhatók.

A *Johns Hopkins egyetem* egyik kutatócsoportjának ezen a téren jelentős előrelépést sikerült tennie: három fehér törpe (*Feige 24*, *G191–B2B*, *GD 246*) ultraibolya színképében azonosítani tudták a Ge IV 118.91 nm-es vonalát, két-többször pedig még az ón Sn IV 131.45 nm-es vonala is valószínűsíthető. A vonalakból meghatározták mindkét elem gyakoriságát, és azt a meglepő eredményt kapták, hogy ez teljesen megegyezik a Napban mérhető értékkel.

Az egyelőre nyitott kérdés, hogy a fehér törpék környezetükből anyagbefogással (akkrécióval) tudnak-e annyi nehezebb elemet összeszedni a fotoszférába, amennyit a folyamatos gravitációs ülepedés már nem tud teljesen elnyelni. Ez a felfedezés arra is ráirányította a figyelmet, hogy talán érdemes volna egyéb, gyakoribb nehéz elemek után is kutatni a fehér törpék ultraibolya színképében. Ha ugyanis az anyagbefogás kimutatható mennyiségű germániumot és ónt tud összegyűjteni a fotoszférába, akkor a széntől az ólomig az egyéb gyakoribb elemeknek is elő kellene fordulnia az ultraibolya színképben kimutatható mennyiségben. Ha egyéb elemek mégsem találhatók meg, az komoly fejtörést fog okozni a nukleáris asztrofizikával és a kémiai elemek keletkezésével foglalkozó elméleti asztrofizikusoknak, mert akkor valamit nagyon át kell

írni ebben a tudományágban. A fehér törpék ugyanis a csillagfejlődés végállapotai, ezért semmiképpen sem a Naphoz hasonló összetételt várunk az anyagukra.

Barcza Szabolcs

*The Astrophysical Journal*, 2005. április.

## Csillagok és pályák a Sgr A\* körül

Tejútrendszerünk feltételezett dinamikai középpontja a Sgr A\* rádióforrás, ahol egy  $\approx 0.1$  pc méretű térrészben néhány millió naptömegnyi anyagot sejtünk<sup>15</sup>. Ennek közvetlen kimutatására egy kutatócsoport 1995 és 2003 között a *Keck* 10 méteres teleszkóppal 17 olyan  $K = 14^m - 17^m$  fényességű csillag sajátmozgását figyelte meg, amelyek 0''.4-nél közelebb vannak a Sgr A\*-hoz. Ezek közül hétnél tudtak keringő mozgást kimutatni. Egy csillag esetében pedig – korábbi észleléseket is felhasználva – már egy teljes pályaellipszis háromnegyedét sikerült követni, ennél tehát bizonyosan Kepler-pályáról van szó.

Hat pálya nagy excentricitású ellipszis, és csak egy a körhöz közeli. A központi tömegre  $3.7 \pm 0.2 \cdot 10^6 M_{\odot}$  értéket kaptak. Egy fekete lyuk *eseményhorizontja* vagy *Schwarzschild-sugara* az a távolság, ahol a szökési sebesség egyenlő a fénysebességgel. Szemléletesen szólva ezt tekinthetjük a fekete lyuk „méretének”. Ezen belüli térrészből nem jöhet ki semmilyen információ. A Schwarzschild-sugár a fekete lyuk tömegétől függ:

$$R_{\text{Schwarzschild}} = \frac{2GM}{c^2},$$

ahol  $G$  a gravitációs állandó és  $c$  a fénysebesség. A csillagpályákból meghatározott tömeg 45 AU térrészen belül található, ami mintegy 600-szorosa az e tömeghez tartozó Schwarzschild-sugárnak.

A megfigyelt csillagok eredete tisztázatlan. Keringési periódusuk 15–300 év között van, és mindegyik 30 000 K körüli effektív hőmérsékletű kék csillag. Fő sorozati csillagok azonban nem lehetnek, mert egy nagy tömegű fekete lyuk körül nem jöhettek létre a szokványos módon, vagyis csillagközi felhő feldarabolódásával. Távobbi keletkezett, de a központi tömeg árapályereje által szétszórt csillaghalmaz maradék csillagai sem lehetnek, mert az árapályhatás egy halmazt már jóval messzebb szétszórna, és a maradék csillagok nem kerülhetnének a most megfigyelt pályákra.

A vizsgált csillagok sugárzása is különös: bár közöttük, sőt még a környezetükben sincs vörös óriás, mégis nagy fényességet mutatnak az infravörös  $K$

15. *Csillagászati évkönyv 2004*, 189. o.

sávban is. Eddig egyetlen hipotézis van, amit nem zárnak ki a megfigyelések: ezek helyben keletkezett fősorozati csillagok voltak, amelyek már elérték a vörös óriás állapotot, de keringésük során sokszor elhaladva a nagy tömegű fekete lyuk közelében, elvesztették kiterjedt légkörüket és felfényesedtek. Azok a fősorozati csillagok, amelyekből a vizsgált objektumok utánpótlása származik, valamint azok a környékbeli vörös óriások, amelyek nem jutottak ilyen közel a Sgr A\*-hoz, olyan halványak, hogy a jelenlegi észlelési módszerekkel nem láthatók.

*Barcza Szabolcs*

*The Astrophysical Journal*, 2005. február; május.

## Újfajta neutroncsillagok

Az ausztráliai *Parkes rádiótávcsővel* új pulzárak után kutatva a neutroncsillagok eddig ismeretlen típusát fedezték fel. A pulzárak gyorsan forgó, kis méretű neutroncsillagok, erős mágneses térrel. A forgás következtében legtöbbször, mint „kozmosz világítótoronyokról”, periodikus rádiójeleket észlelünk, amikor a sugárzás nyalábja épp a Naprendszer irányába mutat. A szóban forgó felmérés eredeti célját tekintve is eredményes volt: összesen több mint 800 új rádiópulzárt sikerült találni. Tejútrendszerünkben a pulzárak számát százalékszámra becsülik.

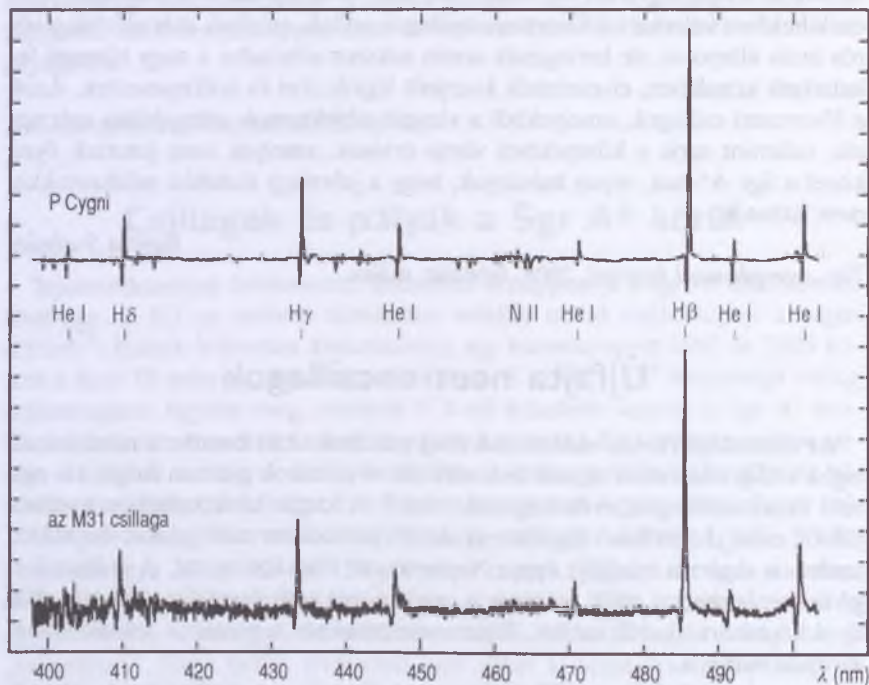
A váratlanul felfedezett, újfajta neutroncsillagok – melyeket *forgó rádió villogónak* (*Rotating Radio Transients, RRAT*) nevezték el – rendkívül rövid kitérőket produkálnak, ráadásul nagyon ritkán. A rádiófelvillanások jellemző hossza mindössze századmásodpercnyi, és két villanás között akár órák is eltelhetnek. Ezek a csillagok tehát naponta összesen alig egy másodpercnyi ideig aktívak. Négyéves mérésorozattal tizenegy ilyen objektumot találtak, amelyek a Tejútrendszer síkjában mindenfelé előfordulnak. Mindegyik objektumot tíz vagy annál több alkalommal sikerült megfigyelni.

A feltételezések szerint ezek a szokványos pulzárakhoz hasonló, magányos neutroncsillagok, de azoknál akár négyszer gyakoribbak lehetnek – csak éppen nehéz felfedezni őket. A mérések szerint mágneses terük lényegesen (4–5 nagyságrenddel) gyengébb a pulzárakénál. Valószínűleg a sugárzásuk nyalábja soha nem mutat felénk, az észlelt impulzusok csak ritkábban bekövetkező kitérőek. Az elképzelések szerint az új objektumok – a pulzárak, valamint a röntgen- és gammatartományban erős kitérőeket mutató magnetárok mellett – a neutroncsillagoknak egy eddig ismeretlen fejlődési irányát képviselik.

*Frey Sándor*

*Nature*, 2006. február.

Intenzitás



1.19. ábra. A P Cygni és M31-beli hasonmásának színeképe

## Érdekes csillagok az Andromeda-ködben

Az óriástávcsövek korában megszokottá vált a közeli extragalaxisok egyedi objektumainak részletes vizsgálata. Ez azzal az előnnyel is jár, hogy mivel a galaxis távolsága elég pontosan ismert, abból a vizsgált objektum luminozitása kiszámítható. A tejútrendszerbeli csillagok távolságát viszont minden objektumra külön kell meghatározni. Itt az Andromeda-köddel kapcsolatos három újdonságot említünk meg.

### Felfedezték a P Cygni ikertestvérét

A P Cygni a nagy luminozitású kék változócsillagok ismert képviselője<sup>16</sup>. Az ilyen csillagok alkalmanként bekövetkező, erős tömegvesztése látványos fénygörbét eredményez, és különlegessé teszi a csillag színeképét is. Az M31-ben most rábukkantak a P Cygni szakasztott mására. Az

16. ZSOLDOS ENDRE: A P Cygni 400 éve, *Csillagászati évkönyv 2001*, 276. o.

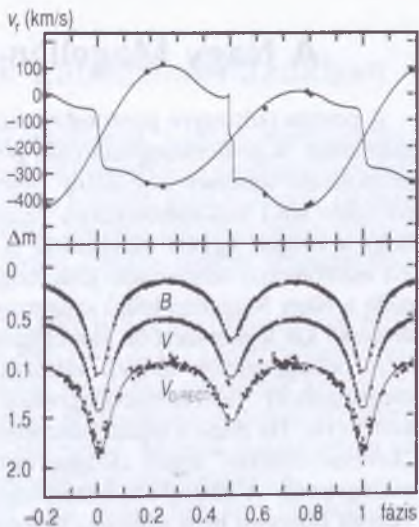
*LGGS J004341.84+411112.0* néven katalogizált csillag fényessége az elmúlt évtizedekben ugyan alig  $0^m2$ -t változott, de a csillagot egy apró, mindössze  $0''.015$  méretű ködösség veszi körül. Az M31 távolságában ez fél pc átmérőnek felel meg, és egy közelmúltbeli kitörés nyoma lehet. A köd kiterjedéséből arra következtetnek, hogy a kitörés 2000 éve zajlott le. A csillag igazi érdekessége a színképe, amit szinte lehetetlen megkülönböztetni a P Cygni mostani spektrumától. Benne erős emissziós vonalak vannak, és e vonalak profilja természetesen P Cygni típusú.

### Szuperlágó röntgenforrások

A nóvák kitörésük idején annyira fényesek, hogy az M31-ben felfénylő nóvák felfedezéséhez még nagy távcsőre sincs szükség. Kitörésük idején persze más hullámhosszakon is vizsgálják őket, ám az egyre halványodó nóvák nemigen ösztönözték tudatos észlelésre a kutatókat. Ezért is kellett ahnak idején meglepetést, amikor egy évvel *GQ Muscae* optikai kitörése után, majd további nyolc év elteltével ismét röntgensugárzást észleltek a nóva felől. Így derült ki, hogy a posztnóvák megkésve égetik el maradék hidrogénkészletüket, és ilyenkor szuperlágó röntgensugárzást<sup>17</sup> bocsátanak ki. Az M31-ben felfényelt nóvák optikai pozícióját most összevetették a különféle katalógusokban található röntgenforrásokéval. Ennek során 21 szuperlágóröntgenforrást sikerült azonosítani az Andromedaködben korábban ismert nóvával. Volt olyan, amelyik évekkal, sőt az egyik 9 évvel az optikai kitörés után vált ilyen röntgenforrássá. A kutatók arra következtetnek, hogy ezek ismétlődő nóvák, és most ezek kimutatására alkalmas új módszer került a csillagászok birtokába.

### Az M31 távolsága

Bár az Andromeda-köd távolsága ismert, kb. 2.5 millió fényév, a csillagászok mégis arra töreksenek, hogy pontosítsák, illetve közvetlenül e galaxis objektumai alapján határozzák



1.20. ábra. Az M31 távolságának pontosítására használt fedési kettős radiális sebessége (fent) és fénygörbéje (lent)

17. A kis energiájú röntgensugárzást nevezik lágóröntgennek.

meg a távolság értékét, kihagyva a kozmikus „távolságlétra” alacsonyabb fokait. Fedési változócsillagokkal ez lehetséges, ha a fénygörbe mellett a komponensek radiális sebességének változásáról is megbízható információt sikerül kapni. A megfigyelt adatokból meg lehet határozni a két komponens átmérőjét, hőmérsékletét és tömegét, ezek alapján pedig a luminozitásukat is. A látszó fényesség és a luminozitás arányából pedig kiszámítható a csillagpárt tartalmazó galaxis távolsága.

Az M31 nagy távolsága miatt ezt az eljárást csak most sikerült először alkalmazni, mégpedig a 3.55 napos keringési periódusú *M31V J00443799+4129236* jelű fedési kettősre. Az 1.20. ábrán látható, hogy a fénygörbe már szinte tökéletes, viszont a látóirányú sebesség ciklikus változását még nem sikerült kielégítően észlelni. Az M31 távolságára így kapott eredmény  $2.517 \pm 0.143$  millió fényév ezért még nem elég pontos. Több fedési változóra alkalmazva azonban 5% alá szorítható az Andromeda-köd távolságának hibája.

Szabados László

*The Astrophysical Journal*, 2005, **635**, L37; 2006, **638**, L93;

*Astronomy & Astrophysics*, 2005, **442**, 879.

## A Nagy Magellán-felhő sajátmozgása

A pontos (sőt egyre pontosabb) asztrometria szerepe nem csökken a csillagászatban. A pozíciómeghatározás pontosságának fokozása segít abban, hogy azonosítani lehessen a halvány objektumokat a különféle (rádió-, optikai, röntgen- stb.) hullámhosszakon végzett észlelések során. Emellett lényeges, hogy a vizsgált égitest mozgásáról is egyre megbízhatóbb adatokhoz jutunk. Az asztrometria fontosságát jelzi, hogy az itt bemutatott méréseket – melyek célja a Nagy Magellán-felhő sajátmozgásának megállapítása volt – a *Hubble-űrtávcső* két legkorszerűbb kamerájával (*HRC* és *ACS*) hajtották végre.

A csillagpozíciók időbeli változásának nyomon követéséhez alkalmasan megválasztott referenciacsillagokhoz viszonyított koordinátakülönbségeket kell mérni. De mind a tejútrendszerbeli előtérscillagok, mind a Magellán-felhő „kevésbé érdekes” egyéb csillagai mozognak, ezért alkalmatlanok referenciacsillagoknak. A háttérben, kozmológiai távolságokban levő kvazárok helyzete viszont biztosan nem változik, és mivel ezek csillagszerűnek látszanak, alkalmas referenciapontok a koordinátakülönbségek mérése során. 21 olyan kvazárt vontak be a vizsgálatba, amelyeket a *MACHO* mikrolencse-program fényességmérései során azonosítottak, és „egyenletesen” oszlanak el a Nagy Magellán-felhő háttérében. Galaxiszomszédunk több száz csillagának helyzetét határozták meg ezekhez kvazárokhoz képest, majd két év elteltével megis-



mételték a méréssorozatot. Két év rövid idő ugyan, de elég volt ahhoz, hogy a korábbiaknál sokkal pontosabban meghatározzák a Nagy Magellán-felhő mozgását.

Az átlagos sajátmozgás keleti irányban  $2.03 \pm 0.08$  ezred ívmásodperc/év, észak felé pedig  $0.44 \pm 0.05$  ezred ívmásodperc/év. Ebből a szögeltérmozdulásból és a spektroszkópiai vizsgálatok alapján már korábban is ismert radiális sebességből kiszámítható a Nagy Magellán-felhőnek a Tejútrendszerhez viszonyított térbeli sebessége. A szomszédos galaxis sebessége látóirányban  $89 \pm 4$  km/s, arra merőlegesen pedig  $-50$  kpc távolságot feltételezve  $-367 \pm 18$  km/s. A két sebességkomponens aránya arra utal, hogy a Nagy Magellán-felhő nemrég jutott túl Tejútrendszer körüli keringésének pericentrumán. Az amerikai kutatócsoport a pontos sajátmozgás-adatok alapján tervezi a *Magellán-áramlás* (a felhőből a Tejútrendszer felé irányuló nyúlvány) kialakulásának tisztázását is. A szóba jöhető modellek egyike szerint a Tejútrendszer árapályereje szakít ki anyagot a Nagy Magellán-felhőből, a másik szerint pedig a galaktikus haló önmagában is kelthet ilyen áramlást.

Szabados László

*The Astrophysical Journal*, 2006, **638**, 772. o.

## Intergalaktikus csillagok galaxishalmazokban

F. ZWICKY 1951-ben vetette fel annak lehetőségét, hogy az intergalaktikus térben csillagok lehetnek. A fotografikus és fotoelektromos megfigyelések már az 1970-es években arra utaltak, hogy tényleg léteznek ilyen csillagok, de csak a CCD-vel végzett észlelések tudták minden kétséget kizáróan bizonyítani, hogy a galaxishalmazok tagjai közötti térben halvány fénylés tapasztalható, amely csillagoktól származhat.

A *Sloan digitális égboltfelmérés*<sup>18</sup> *SDSS-DR1* jelű, 1500 négyzetfokos területet lefedő anyagából egy kutatócsoport 683  $z = 0.2-0.3$  vöröseltolódású galaxishalmazt vizsgált át. A rendkívül pontos redukálási eljárásnak köszönhetően az égbolt háttérfényességét tízezrednyi érzékenységgel tudták vizsgálni, és az egyes galaxisoktól 700 kpc távolsáig tudták követni. Számszerűen ez  $27-32^m$ /négyzetívmásodperc felületi fényesség észlelését jelentette.

Az eredmények összehasonlítása azt adta, hogy 500 kpc távolsáig a legfényesebb galaxis egymaga  $21.9 \pm 3.0\%$ -kal járul hozzá az intergalaktikus rész felületi fényességéhez, míg a tényleg intergalaktikus csillagpopuláció  $10.9 \pm 5.0\%$ -kal, és ez utóbbi érték független a halmaz tagjainak számától és legfényesebb galaxisának nagyságától.

18. [www.sdss.org](http://www.sdss.org)

A halmazon belüli fénylés forrásaként a többszín-fotometria alapján csillagok jöhetnek szóba. A kutatócsoport szerint az intergalaktikus csillagok a galaxisok belsejében, a többi csillaggal együtt keletkeztek, és az árapályerők szakították ki őket a csillagrendszerükből. Az új ismeretek így csak árnyalják a képet a csillagpopulációk kialakulásáról, de nem hoztak váratlan eredményt abban a régi kérdésben sem, hogy vajon mi lehet az a sötét anyag, amire a galaxisok rotációs görbéje utal.

*Barcza Szabolcs*

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2005. április.

## „Üregek” a Perseus-halmaz galaxisközi gázában

A tőlünk 235 millió fényévre levő *Perseus-galaxishalmazban* ezrével találhatók galaxisok. A halmaz közepén az *NGC 1275* óriás elliptikus galaxis helyezkedik el. A rádiócsillagászok jelölésével ez a *Perseus–A* rádiógalaxis, más néven *3C 84*, a csillagkép legfényesebb rádióforrása. A *Chandra-űrteleszkóppal* – összesen mintegy 270 órányi észlelési anyagot felhasználva – feltérképezték a halmaz központi vidékén levő forró gáz röntgensugárzását. Ennek nyomán feltárult egy olyan folyamat eredménye, amely a halmaz gázanyagát százmillió évek során alaposan összekuszálta.

A több millió K hőmérsékletű galaxisközi gázban magas és alacsony nyomású régiókat is találtak. Az alacsony nyomású, táguló „üregek” sorozata az *NGC 1275* aktív magjától északi és déli irányban mintegy 300 000 fényévnyi távolságig követhető. A galaxismagban levő, nagy tömegű fekete lyuk környezetéből két ellentétes irányú anyagnyaláb indul ki. Az ebben kilövellő nagy energiájú részecskék söprik ki az üregekből a gázt. A folyamat során a galaxis körüli gázban akusztikus hullámok keletkeznek. Ezek hatására a belső vidékeken nem tud eléggé lehűlni a gáz, és nehezebbé válik a csillagok keletkezése, végső soron tehát megakad a galaxis további növekedése. A rendkívül kis térrészt elfoglaló, de milliárd naptömegnyi fekete lyuk környezetének fizikai folyamatai jóval a galaxis határain túl is meghatározzák az anyag viselkedését. Az észak-déli irányban sorakozó „buborékok” alapján arra lehet következtetni, hogy az *NGC 1275* magja az elmúlt százmillió évben kisebb-nagyobb mértékben folyamatosan aktív volt.

*Frey Sándor*

*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2006. február.

## Aktív galaxismag – galaxis nélkül

A *Hubble-űrtávcső* és az ESO chilei *VLT* műszere segítségével egy olyan kvazárt figyeltek meg, amely körül nem látszik nyoma galaxisnak. Az eredmény azért meglepő, mert eddig a fényes kvazárok körül a nagy érzékenységű felvételeken mindig megtalálták a hozzájuk tartozó, általában halvány galaxis is. Így történt ez a mostani program során vizsgált másik 19, tőlünk viszonylag nem túl távoli kvazár esetében is. Az elképzelések szerint a kvazárok olyan aktív galaxismagok, amelyek jócskán túlragyogják anyagaxisuk fényét. A középpontjukban lévő, nagy tömegű fekete lyukba évente néhány naptömegnyi anyag hull be, aminek a felszabaduló helyzeti energiája táplálja a sugárzást.

Az újonnan felfedezett, *HE 0450–2958* jelű, különös kvazár vöröseltolódása 0.285. Közvetlen közelében egy kisebbfajta galaxis méretének megfelelő gázfelhőt találtak, ebben azonban a színe alapján nincs nyoma csillagoknak. Amiatt láthatjuk egyáltalán, mert a kvazár sugárzásra gerjeszti. Ha mégis van ott galaxis, akkor az legalább hatszor halványabb, vagy legalább hússzor kisebb átmérőjű a vártnál. A mintegy 800 millió naptömegnyi kvazár valószínűleg kölcsönhat egy közeli galaxissal, amelyben aktív csillagkeletkezés zajlik.

A jelek arra utalnak, hogy egy kb. 100 millió évvel ezelőtt bekövetkezett galaxisütközés utáni állapotot látunk. Nem egyértelmű, hogy mi történhetett a kvazárhoz tartozó galaxissal – ha volt ilyen egyáltalán. Ha a kvazár eredetileg egy inaktív, magányos, nagy tömegű fekete lyuk lett volna, az nehezen lenne összeegyeztethető a kialakulásukra vonatkozó elképzeléseinkkel. Sőt egy ilyen objektum nem is okozott volna akkora zavart a közelébe került másik galaxisban, mint amekkorát megfigyeltek. Lehetséges, hogy a kvazár szülőgalaxisának anyaga az ütközés következtében szétszóródott. Egy másik, nem kevésbé egzotikus magyarázat szerint a kvazár egy olyan galaxis közepén lehet, amely szinte teljes egészében a rejtélyes sötét anyagból állt össze.

Frey Sándor

*Nature*, 2005. szeptember.

## Mi volt a Hubble-osztályok előtt?

Mindenki, aki csak kicsit is érdeklődik a csillagászat iránt, ismeri a galaxisok Hubble-féle osztályozási rendszerét, a „hangvilla-diagramot”<sup>19</sup>. Ez lényegében egyetlen, elágazó sorozatba illeszti be a csillagrendszereket. A villa „nyelén”

19. *Csillagászati évkönyv 1981*, 281. o.

az elliptikus, elágazásában a lentikuláris, ágain pedig a küllös illetve küllőtlen spirális galaxisok helyezkednek el. A villa két hegyére beilleszthetők még a „magellánszerű irreguláris” (*Im*) galaxisok is. Ezek a spirálokhoz hasonlóan szabályos korongok, melyek fényeloszlását a bennük található fényes csillagképző régiók eloszlása határozza meg – csak éppen esetükben ez az eloszlás nem rajzol ki spirális alakzatot.

Sokáig csak a közeli galaxisok morfológiai osztályozására volt lehetőség. Ezek 95%-a beilleszthetőnek bizonyult a Hubble-osztályozásba. A fennmaradó öt százalék „igazi” irreguláris (*I0*) vagy kompakt galaxis, melyek abnormalitása a „közelmúltban” – az utóbbi néhány százmillió évben – lezajlott kölcsönhatásnak tulajdonítható.

Az utóbbi évtizedben a Hubble-űrtávcső segítségével mód nyílt már sokkal távolabbi, nagy vöröseltolódású galaxisok morfológiai vizsgálatára is. Erre elsősorban a hosszú expozíciós idejű felvételek használhatók, a korábbiak közül elsősorban a *Hubble Deep Field North*<sup>20</sup> (*HDF-N*) és *South*<sup>21</sup> (*HDF-S*). Már ezek alapján feltűnt, hogy a  $z = 0.5$ -nél nagyobb vöröseltolódású – azaz legalább 4–5 millárd évvel ezelőtti állapotukban megfigyelt – galaxisokat egyre nehezebb beilleszteni a Hubble-féle kategóriákba. Az igazán nagy ( $z \geq 2$ ) vöröseltolódású galaxisok pedig többségükben egészen szokatlan alakokat mutatnak, és átlagos méretük valamivel kisebb a maiakénál<sup>22</sup>.

Ennek alapján SYDNEY VAN DEN BERGH 2002-ben kelt áttekintésében már kimondta, hogy a Hubble-osztályozás a nagy vöröseltolódású galaxisokra nem használható. Helyette feltételelesen olyan alternatív osztályozást javasolt, melynek első, kisbetűs paramétere (*s*, *b*, *m* – *single*, *binary*, *multiple*) arra utal, hogy a galaxis fényeloszlásában egy, kettő, vagy több helyi góc dominál.



1.21. abra. VAN DEN BERGH osztályozási rendszere a  $z \geq 2$  galaxisok legfényesebb gócéra

A második paraméter egy szám, mely az 1.21. ábrának megfelelően a galaxis legnagyobb gócénak struktúráját jellemzi. (A 4. és 5. osztály esetében az első

20. *Csillagászati évkönyv* 1998, 152. o.

21. *Csillagászati évkönyv* 2001, 204. o.

22. *Csillagászati évkönyv* 2001, 203. o.

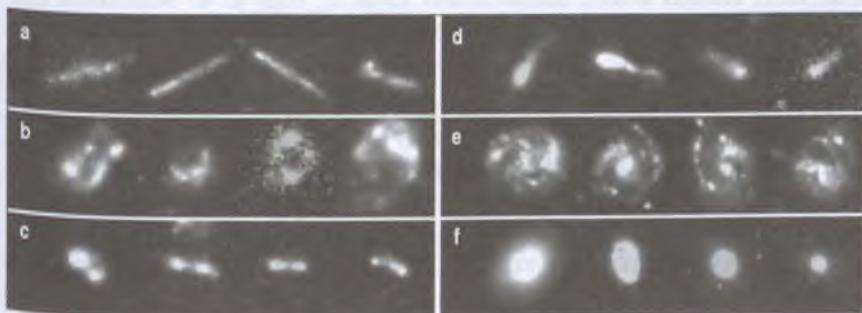
paraméter mindig  $s$  illetve  $m$ .) Egy  $b2$  típusú galaxis fényeloszlásában tehát két sűrűsödést, gócot találunk, melyek közül a fényesebbik kissé elmosódottnak látszik, nem pontszerű.

A 2004-ben egy továbbfejlesztett kamera több órás expozíciójával felvett *Hubble Ultra Deep Field (HUDF)* alapján már lehetőség nyílt a  $z \geq 2$  galaxisok tömeges és pontos alakotani osztályozására is. A HUDF a *GOODS (Great Observatories Origins Deep Survey)* projekt keretében készült, melynek célja, hogy több élvonalbeli űrteleszkóppal (*HST, Chandra, Spitzer, XMM-Newton*) készüljenek felvételek ugyanazon égterületekről. E célra a HDF-N és a *Chandra Deep Field South (CDF-S)*<sup>23</sup> középpontja körül két, összesen 320 négyzetív másodpercnyi területet jelöltek ki. A HUDF célterülete a CDF-S volt.

A területen DEBRA és BRUCE ELMEGREEN és munkatársaik 884 galaxist osztályoztak. Túlnyomó részük  $z = 2$  körüli, vagy annál nagyobb vöröseltolódású. A minta galaxisait az 1.1. táblázatban felsorolt osztályok egyikébe osztották be.

1.1. táblázat. D. és B. ELMEGREEN galaxisosztályozási rendszere

Típus	Leírás	Arányuk
Láncgalaxisok	több góc egyenes vonalban (a)	13%
Góchalmoz-galaxisok	több góc szórtan (b)	20%
Kettős galaxisok	két góc (c)	14%
Ebihal-galaxisok	egy góc egy vonalszerű alakzat végén (d)	11%
Spirálgalaxisok	a Hubble-osztályozás szerint (e)	30%
Elliptikus galaxisok	a Hubble-osztályozás szerint (f)	11%



1.22. ábra. A HUDF-ből vett példák az új morfológiai osztályokra (magyarázat az 1.1. táblázatban)

23. Csillagászati évkönyv 2002, 260. o.

Látható, hogy a spirális és elliptikus rendszerek a mintának kevesebb mint felét teszik ki. Nagyobb vöröseltolódások (halványabb határmagnitúdók) felé haladva ez egyre inkább igaz. Az 1.1. táblázat kategóriái nem feltétlenül zárják ki egymást, például a láncgalaxisok lehetnek élükéről látott göchalmazok is. (Az élükéről látott spirálok ugyanakkor fényeloszlásuk alapján kiszűrhetők.) Az egyes osztályokra az 1.22. ábrán láthatunk példákat.

Mi lehet a fizikai háttere a galaxisok morfológiájában  $z = 2$  és  $z = 1$  (vagyis az univerzum 3 és 6 milliárd éves kora) között bekövetkező látványos változásnak? Az új típusok feltűnően aszimmetrikusak, szabálytalanok. A stelárdinamikából tudjuk, hogy egy magára hagyott galaxis néhány százmillió év alatt spontán szimmetrikus egyensúlyi alakba rendeződik, *relaxálódik*. A vizsgált korban tehát a galaxisok kölcsönhatásai még olyan gyakoriak voltak, hogy erre egyszerűen sohasem volt idejük.

Az idő előrehaladtával az univerzum tágulása során megnöttek a galaxisok közötti távolságok; az összeolvadások miatt csökkent a számuk; a galaxis-halmazoknak – a galaxisokéhoz hasonló, de lassabb – relaxációja miatt pedig egymáshoz képesti mozgásuk is rendezettebb lett. Ezért a kölcsönhatások megritkultak, és az összeolvadásokban kialakult óriásgalaxisok lassan „bele-rázódtak” a Hubble-sorozat ismert kategóriáiba. Ezzel egyidejűleg a csillagok létrejöttének fő mechanizmusává a galaxisok kölcsönhatásait kísérő heves csillagontás (starbursts) helyett a spirálgalaxisok karjaiban zajló, nyugodtabb tempójú csillagképződés vált. Valóban: a váltás egybeesik a csillagképződés ütemének  $z$ -függését mutató nevezetes *Madau-féle ábra* töréspontjával, és egyben az intenzív kvazártevékenység – a „kvazárkorszak” – végével.

A kvazárkorszak egyensúlytól távoli galaxisainak állapotát, szerkezetét még csak most kezdjük érteni. Számíthatunk tehát rá, hogy az itt bemutatott osztályozási kísérletek nem jelentik az utolsó szót a témában.

Petrovay Kristóf

*The Astrophysical Journal*, 2005. szeptember;

*Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 2002. augusztus;

<http://www.stsci.edu/hst/udf>.

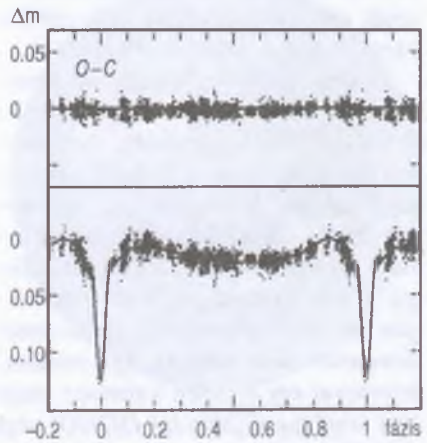
## Távolságmérési módszerek összehasonlítása

A csillagászok nagy becsben tartják azokat az égitesteket, amelyeknek többféleképpen is meg lehet állapítani a távolságát, mert ezek segítségével egymáshoz hangolhatók a különféle távolságmeghatározási módszerek. Nemrég találtak rá a második olyan csillagra, amely azon kívül, hogy nyílthalmaz tagja, pulzáló, sőt fedési változócsillag is. A három jellegzetesség három – egy-

mástól független – távolságmeghatározást tesz lehetővé. Azt már régebben is tudták, hogy a *HD 172189* spektroszkópiai kettőscsillag és az *IC 4756* nyílthalmazban van. Most azért kezdték el vizsgálni, mert az egyik komponense a színképe alapján a HR-diagramon a pulzációs instabilitási sávba esik. A kutatók kíváncsiak voltak arra, hogy valóban pulzál-e a csillag. A fotometriai mérésekből hamar kiderült, hogy a csillag 5.702 napos keringési periódussal fedési változásokat mutat, és erre a fényváltozásra  $\delta$  Scuti típusú pulzáció rakkodik, amelyben egy óra körüli periódusokkal több frekvencia is jelen van (1.23. ábra).

A *HD 172189* és az *RS Chamaeleontis* – a másik olyan csillag, amely egyszerre fedési és pulzáló változócsillag egy nyílthalmazban – nemcsak a távolságmeghatározási módszerek egymáshoz illesztésében kap szerepet, hanem a csillagszerkezettel és -fejlődéssel kapcsolatos modellek helyességének ellenőrzésében is. A kutatók külön szerencséje, hogy a *HD 172189* az égboltnak azon a kis területén található, amelyet a 2006 őszén indítandó *COROT* fotometriai célú űrszonda alaposan és a földfelszíni lehetőségeknél sokkal pontosabban tanulmányoz.

Szabados László



1.23. ábra. A *HD 172189* fénygörbéje és *O-C* diagramja az illesztett görbéhez viszonyítva

*Astronomy & Astrophysics*, 2005, **440**, 711. o.

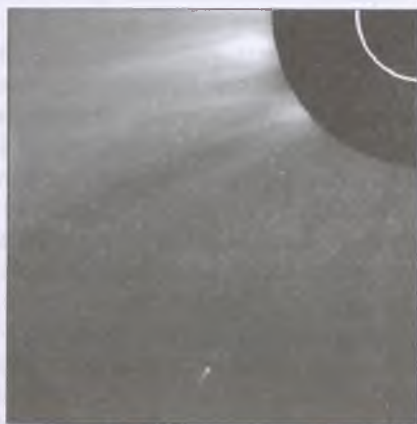
## Magyar amatőr-csillagászok felfedezései

Az elmúlt időszakban két területen is szép sikert értek el a hazai amatőr-csillagászok. A Ludányhalásziban lakó BERKÓ ERNŐ – aki független felfedezője volt az *SN 1999by* jelű szupernóvának – régóta foglalkozik kettőscsillagok megfigyelésével. Egy maga építette, 35.5 cm-es reflektorral, egy egyszerű CCD-vel, és rengeteg kitartással számos olyan csillagpárt is észrevett a felvételein, amelyek nem szerepeltek a katalógusokban. Miután ezek adatait kimérte, és a *The Webb Society Double Star Section* körleveleiben publikálta, a *Washington Double Star Catalogue* szerkesztői 161 csillagpár esetében lát-

ták indokoltnak, hogy a párost Berkó Ernő felfedezésének tekintsék. Így a jövőben a katalógusokban BKO 1-től BKO 161-ig magyar felfedezésű kettőscsillagokkal is találkozhatunk.

Szintén ezen a területen vált ismertté LADÁNYI TAMÁS, aki a *Chevalier 138* jelzésű pár mérése közben vette észre a  $10^m$ -s főcsillagtól  $8'.1$ -re mutató 13<sup>m</sup>-s harmadik tagot. A *LAD 1* jelzésű kettőscsillag felfedezését eredményező felvételek egyébként Szeged belvárosából készültek.

AMBRUS ÁDÁM, nyíregyházi amatőr csillagász három hónapnyi intenzív munka után egy addig észrevétlen üstökösöt talált a SOHO napkutató szonda felvételein. A felfedezés 2006. április 21-e reggelén történt, amikor a szonda széles látószögű, C3-as koronográfjának friss képein előtűnt az üstökös. A korábbi felvételen nem látszott, így minden bizonnyal egy hirtelen kitörésen esett át. A SOHO-1124 ideiglenes jelű égitest később a *C/2006 H4 (SOHO)* végleges nevet kapta. Fényessége az átlagos SOHO-üstökösökhöz képest elég nagy,  $6^m.5$  volt, és a C2 koronográf képein rövid csóvát is mutatott. A *Kreutz-féle napsúrolók* családjába tartozó apró égitestnek ugyanaz lett a sorsa, mint ezernyi társáé: még mielőtt elérhette volna pályája 0.0048 AU távolságban lévő napközelpontját, semmivé foszlott.



1.24. ábra. A magyar felfedezésű SOHO-üstökös a szonda C2-es koronográfjának felvételén

Sárneckzy Krisztián



Kálmán Béla

## A Nemzetközi Héliofizikai Év

A 2007. év egy nagy nemzetközi tudományos együttműködés éve. A *Nemzetközi Héliofizikai Év* (IHY, 2007–2008) keretében vizsgálni fogják a Nap és a naptevékenység globális folyamatait, és ezek hatását a Föld kozmikus környezetére. Mintául a nagyon sikeres *Nemzetközi Geofizikai Év* (IGY, 1957–58.) szolgál, amelynek az ötvenedik évfordulója éppen az új program idejére esik. Cikkünk röviden áttekinti, hogy mit adott a tudománynak az IGY és annak elődei, és mi várható az IHY folyamán.



2.1. ábra. Az IHY emblémája

### Az előzmények

A sarki fényt ősidők óta ismerték az északi országok népei. A hajósok is régóta megfigyelték az időnként jelentkező mágneses viharokat, amelyek alatt az iránytű nem a mágneses észak felé mutatott, hanem össze-vissza. A tudomány azonban csak a 18. században kezdte felismerni, hogy a naptevékenység hatással van a Föld kozmikus környezetére.

E. HALLEY, angol királyi csillagász 1698 és 1700 között egy expedíción feltérképezte a Föld mágneses terét. Eközben fedezte fel, hogy a mágneses és földrajzi északi irány számottevően eltér egymástól. Ez a *mágneses elhajlás* (mágneses deklináció), amelynek az az oka, hogy a Föld mágneses pólusainak helye jelentősen eltér a forgástengely által kijelölt földrajzi pólusoktól.

Egy másik természettudós, A. CELSIUS 1741-ben, egy erős sarki fény idején figyelt fel arra, hogy a fényváltozásokat az iránytű ingadozásai követték, tehát e két jelenség közt valamilyen kapcsolat van. Kiderült, hogy a Föld mágneses

tere időben és térben is változik. A térbeli változások tanulmányozására jó lehetőséget nyújtott az egész Földre kiterjedő brit gyarmatbirodalom, az időbeli változások követésére pedig C. F. GAUSS és W. WEBER Göttingában megszervezte a *Magnetisches Vereint*. Ennek keretében 1836 és 1841 közt 14 obszervatóriumban, előre egyeztetett napokon, ötperces időközönként, egyszerre végeztek méréseket. Ez volt az első szervezett, nemzetközi geofizikai megfigyelési kampány.

A napfoltokról az 1610-es években történt felfedezésük után hosszú ideig alig esett szó a csillagászati szakirodalomban. Egyesek szerint ennek CH. SCHEINER *Rosa Ursina* című monumentális könyve volt az oka. Ebben olyan részletesen leírta 15 éven keresztül folytatott megfigyeléseit, hogy a csillagászok úgy érezték, ehhez már nincs mit hozzátenni. Mások szerint az érdeklenséget a nagyjából 1645–1715 közti Maunder-minimum is okozhatta, ez idő alatt ugyanis alig volt folt a Napon.

A helyzetet H. SCHWABE német patikus és amatőrcsillagász megfigyelései változtatták meg, aki az U. LEVERRIER által a Merkúr pályáján belül feltételezett Vulcanus bolygót akarta felfedezni. Ennek érdekében Schwabe 1826-tól minden derült napon feljegyezte a Nap felszínén látható foltokat, azt remélve, hogy sikerül elcsípnie a Vulkán bolygó átvonulását a Nap előtt. Erre nem került sor, viszont másfél évtized után úgy találta, hogy a napfoltok gyakoriságában kb. tízéves ciklus figyelhető meg, és ezt 1843-ban publikálta is az *Astronomische Nachrichten* című folyóiratban.

A kevésbé ismert amatőr cikke nem keltett nagy feltűnést, viszont A. HUMBOLDT ezt az eredményt is belevette *Kosmos* című hatalmas enciklopédikus munkájába (egyébként Humboldtnak köszönhetjük a *mágneses vihar* kifejezést). A *Kosmos* azonnal megjelent angolul is, fordítója pedig a természettudós E. SABINE felesége volt. Sabine gondjaira volt bízva az angol gyarmatbirodalomban végzett földmágneses mérések gyűjtése és feldolgozása, ezért azonnal feltűnt neki, hogy a napfoltok és a földmágneses háborgások gyakorisága az évek során párhuzamos menetet mutat.

A felfedezés nagyon megérett már, mert 1852-ben fél éven belül hárman is publikálták, hogy párhuzamosság van a napfoltszám és a mágneses háborgások gyakorisága közt. A felfedezők egyike, a svájci R. WOLF Zürichben egy csillagvizsgálót épített, és naponta rendszeresen meghatározta az általa definiált – és később róla elnevezett – napfolt-relatívszámot. Ezt régi megfigyelésekre támaszkodva több évszázadra visszamenőleg is megtette, és megállapította, hogy a Schwabe által talált napfoltciklus hossza valójában átlagosan 11.1 év, ami azonban 9–13 év szélsőértékek között elég jelentős ingadozásokat mutat. Wolf arra is felfigyelt, hogy a sarki fények gyakorisága és a napfoltok száma közt is van párhuzamosság.

A globális szemlélet a meteorológiában is egyre nagyobb szerepet kapott. 1853-ban tíz ország haditengerészete egyezett meg a megfigyelések elvégzésének és az adatok rögzítésének egységes módszerében. 1878-tól pedig a szárazföldi megfigyelések is így történtek. Az is kiderült, hogy a sarkvidékeknek mind meteorológiai, mind geofizikai szempontból kiemelt jelentőségük van. Az osztrák–magyar haditengerészet hadnagya, a Ferenc József-föld felfedezője, K. WEYPRECHT egy 1875-ös előadásában kiemelte a sarkvidéken végzett tudományos mérések fontosságát, szembeállítva ezeket az egyszerű térképészeti felmérésekkel, névadásokkal és birtokbavétellel.

Az 1877-es meteorológiai világkongresszusra J. WILCZEKkel részletesen kidolgozták ezt a gondolatot. A geofizikai (földmágnesség és sarki fény) valamint a meteorológiai megfigyelésekre egységes alapelveket és módszereket írtak le, hogy a különböző expedíciók megfigyelései összehasonlíthatók legyenek. Külön felhívták a figyelmet a mérések egyidejűségének fontosságára.

Az orosz–török háború kitörése a világkongresszust két évvel késleltette, így Weyprecht már nem érte meg ötlete megvalósulását, az első *Poláris Évet*, amely 1882 augusztusától egy éven át tartott. Világszerte összesen mintegy 40 állomáson végeztek méréseket, elsősorban az északi sarkvidéken. A programban részt vett az Osztrák–Magyar Monarchia is. Az első Poláris Év eredményeit 20 kötetben adták ki, jelentős mértékben növelte ismereteinket a meteorológia és a földmágnesség területén. Közvetlen gyakorlati haszonnal is járt az a felmérés, amelyik azt vizsgálta, hogy milyen hatással vannak a mágneses viharok az óceánok mélyén húzódó távíró- és telefonkábelekre.

A századforduló után fejlődött ki a rádiózás, amelyben nagy szerepet játszik a Föld ionoszférája, a magaslégkörben található, elektromosan töltött részecskéket tartalmazó réteg, amelyet elsősorban a Nap ibolyántúli és röntgensugárzása hoz létre.

G. E. HALE amerikai csillagász számos nagy műszer tervezésében és építésben játszott meghatározó szerepet. Ezekkel a nagy távcsövekkel a napfizika



2.2. ábra. KARL WEYPRECHT, az első Poláris Év ötletadója és szervezője

területén is döntő fontosságú megfigyeléseket: felfedezte a napfoltok mágneses terét és a napciklus mágneses jellemzőit; a szintén általa tervezett spektrohéliográffal és spektrohélioszkóppal felfedezte a napkitöréseket (flereket). Több hasonló műszert is épített és ezeket szétesztotta a Föld különböző pontjain lévő obszervatóriumoknak. Ezekre alapozva hozta létre 1904-ben a *Nemzetközi Unió a Nap Kutatására* nevű szervezetet, amelyből egy évtized múlva a jelenleg is működő *Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU)* kinőtt.

Az új felfedezésekre és a korszerű megfigyelési technikák elterjedésére hivatkozva J. GEORGI német meteorológus 1927-ben felvetette, hogy az első után pontosan 50 évvel rendezzék meg a *második Poláris Évet* is. A tudományos közösség nagyon lelkesen fogadta a javaslatot, de közbejött a nagy gazdasági világválság, és emiatt az 1932. augusztus 1. és 1933. augusztus 31. között lezajlott programban a terveknek csak egy része valósult meg. Az eredmények közzétételét pedig a második világháború késleltette – az észlelési időszak utolsó 15 napjának időjárási térképei meg is semmisültek. A második Poláris Év mégis sikeres volt: például az ionoszféráról megszerzett gyakorlati ismeretek hasznát amerikai források több százmillió dollárra becsülték. A program során új szervezési módszereket is alkalmaztak: például a *nemzetközi világnapokon* az átlagosnál sokkal részletesebb mérések folytak.

A poláris évek sikere felvetette az 50 évenkénti ismétlés gondolatát. A második világháború alatt azonban óriási fejlődés ment végbe az érintett észlelési technikákban. Erre hivatkozva S. CHAPMAN 1950-ben felvetette, hogy hamarabb is lehetne egy nagy nemzetközi összefogást szervezni. Az új program neve végül *Nemzetközi Geofizikai Év (IGY)* lett. Erre 25 évvel a második Poláris Év után, 1957. július 1. és 1958. december 31. között, egy nagyon magas napfoltmaximum idején került sor. A szervezésben részt vett a *Nemzetközi Tudományos Uniók Tanácsa (ICSU)* is, így minden jelentős tudományág képviselve volt az együttműködésben. Összesen 64 ország mintegy 4000 megfigyelőhelyén folyt a kutatómunka, ami valóban globálissá tette az észleléseket. Például Antarktiszra vonatkozó jelenlegi ismereteinket is ekkor alapoztuk meg.

Az IGY során bocsátották fel az első mesterséges holdakat, amelyek legfontosabb eredménye a Föld körüli sugárzási övezetek felfedezése volt. Létrejött a *napszolgálat*, egy olyan obszervatóriumhálózat, amely az egész Földet körülöleli, és gyakorlatilag minden percben figyelemmel kíséri a Napon zajló eseményeket, elsősorban a nagy *napkitörések (flerek)* megjelenését. Az IGY megfigyelései alapján sikerült részletes képet kapni a flerek gyakoriságáról és fizikai tulajdonságaikról. Nagy flerek megjelenésekor került sor rendkívüli világnapokra, és az ekkor végzett részletes megfigyelések alapján kezdtük megérteni a naptvékenység földi hatásait. Világossá vált, hogy ezeket a hatásokat elsősorban a flerek okozzák.

Az IGY tulajdonképpen „túl sikeres” volt. Ugyanis a távcsöves megfigyelések kezdete, 1610 óta nem volt olyan aktív a naptevékenység, mint ebben az időszakban. Sok esetben olyan gyorsan következtek egymás után a flerek, hogy hatásukat nem lehetett egymástól különválasztani. Ezért a következő naptevékenységi minimum idején, 1964. január 1. és 1965. december 31. között az ICSU megszervezte a *Nemzetközi Nyugodt Nap Évet (IQSY)*.

Egyre nyilvánvalóbbá vált a naptevékenység földi hatásainak fontossága, ezért az ICSU-n belül egy külön bizottság alakult a Nap–Föld fizikai kutatások szervezésére (*SCOSTEP*). A földi hatások szempontjából a flerek az elsődlegesek, viszont az 1970-es években ezek fizikája még eléggé ismeretlen volt, ezért 1979. augusztus 1. és 1981. február 28. között a SCOSTEP megszervezte a *Nap Maximum Évet*. Ennek során külön figyelmet fordítottak a napkitörésekre, és egy viszonylag nagy, kifejezetten csak a Nap megfigyelésére szolgáló műhold, a SOLAR MAXIMUM MISSION (*SMM*) is bekapcsolódott az észlelésekbe. Azóta is voltak kisebb-nagyobb közös megfigyelési programok, különösen az 1995-ben felbocsátott, nagyon sikeres *SOHO* űrszonda megfigyeléseivel kapcsolatban, amely még napjainkban is ontja az információkat.

Az utóbbi évtizedben valóságos forradalom zajlott le a napfizikai megfigyelésekben, ezért kézenfekvő volt, hogy az IGY 50. évfordulójára, 2007-re egy újabb, geofizikusokkal közös megfigyelési program induljon. Ez a *Nemzetközi Héliofizikai Év (IHY)*.

## Mit tudunk már?

Valamivel több, mint egy évszázad alatt a napfizika és a Nap–Föld fizika sok lényeges folyamatát sikerült megérteni. A napfoltszámok és mágnesesvihar-gyakoriságok párhuzamosságának felismerése után a hidrogén színképvonalaiiban végzett megfigyelések (*spektrohélioszkóp*), a flerek felfedezése mutatta meg az okot. Kiderült, hogy nem a napokig, hetekig élő napfoltcsoportok okozzák a földi hatásokat, hanem a bennük néhány perc, néhány óra alatt lezajló flerek. Az IGY alatt sikerült meghatározni, hogy a flereknek vannak azonnali, és lehetnek késleltetett hatásai. Azonnal befolyásolják például az ionoszférát, de a mágneses viharok, a sarki ionoszféra-zavarok és a sarkifény-aktivitás növekedése néhány nap késéssel, és nem is feltétlenül mindig következik be.

A fizikai folyamatokra a légkörön kívüli – rakétákkal és űreszközökkel végzett – mérések adtak magyarázatot. Kiderült, hogy a látható színképtartományban csak speciális műszerekkel, a színkép erős elnyelési vonalainak fényében megfigyelhető flerek idején a Nap ibolyántúli sugárzása többszörösé-



2.3. ábra. A Nap röntgenképe a 2003.11.04-én megfigyelt hatalmas flerrel, amely a mérések óta a legnagyobb röntgenfluxust produkálta (SOHO, NASA/ESA)

re, röntgensugárzása pedig több nagyságrenddel megnövekszik (2.3. ábra). Ez okozza az ionoszféra zavarait, mivel éppen ezek az elektromágneses sugárzások ionizálják a felsőlégkör anyagát. Az elnyelt röntgensugárzás befolyásolja a ritka felsőlégkör sűrűségét: nagyobb flerek után megfigyelhető az alacsonyabb pályán keringő műholdak fokozott fékeződése. Ezeknél a jelenségeknél elektromágneses sugárzásról van szó, amely a fényvel egyidejűleg érkezik meg, és minden, a Nap látható felén történő flerről eljut hozzánk.

Más a helyzet a flerek részecskesugárzásával. A bolygóközi térben végzett mérések kimutatták, hogy a flerekből kisebb-nagyobb energiájú, elektromo-

san töltött részecskék (protonok, elektronok) is származnak. A nagyon nagy napkitörésekből közel fénysebességgel kiinduló protonok a fler kezdete után néhány perccel már a légkör alján, tengerszinten is megfigyelhetők. Ilyen nagy flerek vizszont ritkák, egy teljes, 11 éves napciklus alatt 25–30 ilyen fordul elő. A napkitörések többsége esetében a részecskék néhány nap alatt teszik meg a 150 millió kilométeres utat a Földig.

Az űreszközök méréseiből tudjuk, hogy a Nap koronájából néhány száz km/s sebességgel állandó részecskeáram, a *napszél* indul sugárirányban kifelé, melyet a *Voyager* űrszondák a *Plútón* túlig követték, külső határa valahol 80–100 AU körül lehet<sup>1</sup>. Ebben a ritka plazmában a Föld mágneses tere egy üstökös formájú űreget alakít ki. Ez a magnetoszféra, amelyen belül a Föld mágneses tere az erősebb, és ez szabályozza a töltött részecskék mozgását. Például a mágneses pólusok között ide-oda ingázó protonokból és elektronokból kialakítja a sugárzási övezeteket. A flerekből származó részecskék is a napszélben terjednek. A magnetoszférát elérve – megfelelő feltételek esetén – behatolnak a belsejébe, felduzzasztják a sugárzási övezeteket, megzavarják a mágneses teret, sarki ionoszférazavart, sarki fényt, mágneses vihart okoznak.

A földmágneses háborgásoknak más okait is sikerült kimutatni. Az 1970-es években, a *Skylab* űrállomás észlelései alapján fedezték fel a *koronalyukakat* és a *koronakitöréseket* (*Coronal Mass Ejections, CME*). A koronalyukak a napkorona sötétebb részei, amelyekben a mágneses tér a bolygóközi tér felé nyitott, így a napszél ebben az irányban nagyobb sebességgel tud terjedni. A koronalyukak hosszabb élettartama miatt az általuk okozott zavarokra a Nap tengelyforgási idejének megfelelő, 27 naponkénti ismétlődés a jellemző. A koronakitörések a napkoronában kifelé haladó lökeshullámok, amelyek nem feltétlenül kapcsolódnak flerekhez. A Földet elérve mágneses vihart okozhatnak.

A flerekről annyit sikerült kideríteni, hogy a napkoronában történő, hirtelen energiafelszabadulások, amelyek többnyire ellenkező irányú mágneses terrek találkozásánál jönnek létre. Ezekben a kitörésekben a mágneses tér energiája különböző instabilitások miatt hőenergiává alakul, és részben részecskegyorsításra fordítódik. A kialakuló több tízmillió fokok hőmérséklet magyarázza a megnövekedő ibolyántúli és röntgensugárzást. A műholdas mérések szerint egyes flerek környezetében a napkorona „normális”, 1–2 millió fokok hőmérséklete 70 millió fokokig is emelkedhet. A mágneses tér átalakulása, az eközben keletkező erős elektromos tér gyorsítja fel a kirepülő töltött részecskéket. Kisebb energiasűrűségű mágneses terek átrendeződése adhat alkalmat a fler nélküli koronakitörések kialakulására.

A technika fejlődésével az emberi civilizáció egyre sebezhetőbb lett a naptevékenység hatásai számára. Kőbaltával vadászó ősrészt még nem érintette egy

1. Lásd *A Voyagerek a Naprendszer határvidékén* című hírt.

mágneses vihar, az iránytűt használó középkori hajósokat viszont már igen. A hosszú elektromos és távközlési vezetékben a Föld mágneses terének gyors változásai nagy feszültségeket és áramokat tudnak gerjeszteni. Emlékezzet az 1989. március 13-i mágneses vihar, amely Kanada Quebec tartományában fél napra megbénította az áramellátást.

A rövidhullámú rádiózás használatakor figyeltek fel az ionoszférabeli zavarokra, és az ionoszféra napi, éves és napciklussal összefüggő változásaira. A mesterséges holdak működését befolyásolhatják a felsőléggör sűrűségingadozásai, vagy a Föld sugárzási környezetének változásai. A nagy energiájú elektronok behatolnak a szigetelőanyagokba, azokat elektromosan feltöltik, ami a szigetelőképeség csökkenéséhez, szélsőséges esetben akár átütéshez és így az áramkörök tönkremeneteléhez vezethet. Bár nagyon ritkán, de az is előfordulhat, hogy az űrben tartózkodó asztronauták – kellő védelem nélkül – akár halálos sugárdózist kaphatnak. A Föld kozmikus környezetének állapotára és annak változásaira az utóbbi évtizedekben egy új kifejezést, az *űrídőjárást* kezdik használni. Az USA légereje – amelyhez az űrbéli hadviselés is tartozik – külön csoportot tart fenn a meteorológusok közt az űridőjárás követésére.

A Nap kutatásában az egyik legnagyobb áttörést azok a napfizikai űreszközök hozták, amelyek betekintést engedtek a Nap külső légkörének, a koronának a működésébe. A japán *YOHKOH* (1991–2001), a NASA–ESA közös vállalkozásként megvalósult *SOHO* (1995–), az amerikai *TRACE* (1998–) és *RHESSI* (2002–) az elektromágneses színkép széles skálájában a napléggör minden rétegét megfigyelik. A *SOHO* és más űrszondák (*ACE*, *WIND*, *Ulysses*) a napszelet mérik a bolygóközi térben. A Föld körül keringő speciális műholdak (például a *POLAR*) vagy műholdcsoportok (*CLUSTER*) a földi magnetoszféra viselkedését figyelik. Van tehát egy létező, majdnem az egész Naprendszeret behálózó megfigyelőrendszer, és készülnek újabb eszközök indítására is. Az *IHY* program során a megfigyelések összehangolása, egységes tervezése számos új eredményt hozhat.

## A Nemzetközi Héliofizikai Év

J. M. DAVILA és A. I. POLAND amerikai és R. HARRISON angol kutató egy 2001-ben megjelent tudományos cikkben javasolta, hogy a Nemzetközi Geofizikai Év 50 éves évfordulójára méltó tudományos programmal emlékezzünk. A javaslatban lényeges szerepet kaptak a már működő és a még előkészítés alatt álló űrkísérletek. A tervet a kutatók közössége felkarolta, és hamarosan kialakult a program is. A *héliofizika* kifejezést a geofizika példájára és annak kiterjesztéseként alkották meg, jelezve, hogy már nem csak a Földet



kutatjuk, hanem a Naprendszer többi bolygót, a bolygóközi teret és magát a Napot is.

Az első és legfontosabb kérdés az egész IHY célja. Erre a szervezők a következő válaszokat adják:

- Tovább kell fejlesztenünk tudásunkat azokról az alapvető héliofizikai folyamatokról, amelyek a Nap, a Föld és a hélioszféra tulajdonságait irányítják.
- Folytatnunk kell a nemzetközi kutatási programok hagyományát, és tovább kell vinnünk a Nemzetközi Geofizikai Év 50. évfordulójának tanulságait.
- Meg kell ismertetni a világgal az űrtudomány és a földtudományok szépségét, hasznosságát és jelentőségét.

A programban mind a 191 ENSZ tagállam részt vesz. Az egyes tudományterületek nemzetközileg elismert vezető szakemberei gondoskodnak a programok szervezéséről. A fő cél az egész Naprendszerben érvényesülő, általános folyamatok megértése. Az átfogó folyamatok tanulmányozására öt fő interdiszciplináris témát választottak ki:

### **1. Mágneses szerkezetek és tranziensek keletkezése és fejlődése**

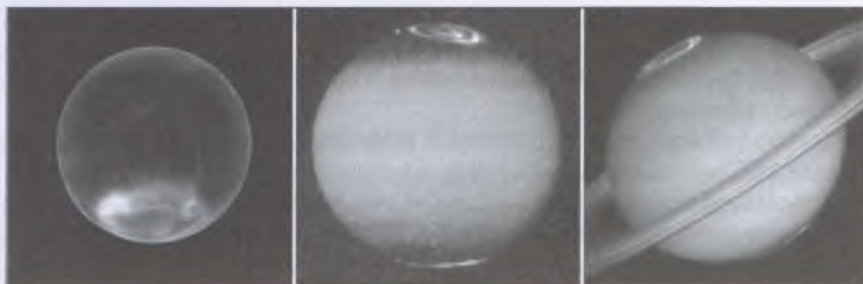
A mágneses szerkezetek, például bolygók magnetoszféráinak összehasonlító vizsgálata, valamint a mágneses tranziens folyamatok, a Nap-flerek vagy a koronakitörések kutatása. Az ide tartozó fizikai folyamatok és jelenségek: a mágneses fluxuscsovek, áramrétegek, cellás szerkezetek, turbulencia, hullámok és emisszió, Nap- és csillag-flerek, koronakitörések, geomágneses szubviharok, instabil áramlások.

### **2. Energiatranszport és kapcsolódási folyamatok**

Ezek a kutatások követik az energia útját a Naptól a bolygókig, tanulmányozva például a különböző bolygókon lejátszódó sarkifény-folyamatokat. Összefüggés figyelhető meg például az egyes jelenségekben fellépő mágneses fluxus és a hővé alakuló energia közt; vagy az egyes lökéshullámok sebessége és részecskegyorsítása közt. Az ide tartozó fizikai folyamatok és jelenségek: hirtelen energiafelzabadások, mágneses átkötődés, hullám–részecske kölcsönhatások, gyorsítási mechanizmusok, fűtési mechanizmusok, töltéscsere, ionizáció és rekombináció, sarkifény jelenségek, párhuzamos elektromos terek, magneto-hidrodinamikai instabilitások, diffúzió, dinamikus nyomás és felhajtóerő jelenségek.

### **3. Áramlások és cirkulációk**

Az ide tartozó fizikai folyamatok és jelenségek: nyírási jelenségek, örvények és spirálok, kiáramlások, dinamók, konvekció, turbulens áramlások, nem-adiabatikus kiterjedés.



2.4. ábra. Sarkifény jelenségek a Naprendszer bolygóin: a Földön, Jupiteren és Szaturnuszon (NASA Image és HST)

#### 4. Határrétegek és érintkezési felületek

Az ide tartozó fizikai folyamatok és jelenségek: fejhullámok, lökéshullámok, réteges érintkezési felületek.

#### 5. A háromdimenziós kapcsolt Nap–bolygók–hélioszféra rendszer szinoptikus vizsgálata

Az ide tartozó fizikai folyamatok és jelenségek: a hélioszféra három dimenziós szerkezete, lassan változó szerkezetek a földi és planetáris magnetoszférában illetve ionoszférában, a Nap mágneses terének lassan változó szerkezetei, alapvető klimatikus mérések és jellemzők.

Ezeket a nagy, átfogó témákat a kutatók kisebb *koordinált kutatási programokra* (CIP) bontják le. Ilyet a kutatók közül bárki javasolhat, az IHY szervezete gondoskodik ezek nyílvántartásáról és lebonyolításáról. Mindegyik CIP a felsorolt öt általános téma valamelyikének egy részét szándékozik megvalósítani, felsorolva a részt vevő kutatókat, intézményeket és üreszközöket. E kézirat lezárásakor, 2006. júliusában már 41 CIP létezett, ezeket azonban nehéz geofizikai, úrfizikai vagy napfizikai témákra osztályozni, mert az egész IHY fő tulajdonsága a tudományágak közötti együttműködés, az interdiszciplinaritás. Az interneten az IHY számára saját honlapot tartanak fenn<sup>2</sup>, amelyről indulva elérhető a különböző regionális és tudományterületi csoportok honlapja is. Magyarországon elsősorban a MANT által rendszeresen szervezett Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium részt vevő intézeti és kutatói érintettek az együttműködésben.

2. A Nemzetközi Héliofizikai Év honlapja: [ihy2007.org/](http://ihy2007.org/)

## Mi várható?

A Nemzetközi Héliofizikai Év – nem véletlenül – naptevékenységi minimum idején zajlik. Ilyenkor kicsi a Nap aktivitása, és a kevés napfoltcsoportban jelentkező kevés fler hatása jól elkülöníthető. A mostani minimum és az elkövetkező maximum még egy szempontból érdekes:

Minden korábbi napciklus végén több tucat – különböző elgondolásokon és módszereken alapuló – előrejelzést publikáltak kutatók a következő ciklusra, később aztán hálás téma volt ezeknek a beválását vizsgálni. Az eddigi módszerek szigorúan statisztikaiak voltak, különböző jellemzők (páros-páratlan sorszámú ciklus, 80 éves ciklus, a minimum mélysége, a felfutás meredeksége, az előző ciklus tulajdonságai, a mágneses pólusváltás ideje stb.) statisztikai viselkedése alapján próbálták előre jelezni a következő ciklus nagyságát. Ezek közül talán a *Gnevüsev–Ol* módszer volt a legsikeresebb, amely az előző ciklus leszálló ágában megfigyelt, visszatérő mágneses háborgások gyakoriságát vette alapul a következő ciklus előrejelzésére.

Ma már tudjuk, hogy a visszatérő mágneses háborgásokat a Nap egyenlíti régióiban előforduló koronalyukak okozzák, tehát ez a módszer bizonyos mértékig a Nap mágneses terének szerkezetével van kapcsolatban. A szakirodalomban 2006 márciusában egy alapvetően új előrejelzés jelent meg, ennek szerzői (M. DIKPATI, G. DE TOMA és P. GILMAN) megfordították a kérdést: az általuk kidolgozott dinamóelméletet illesztették a Nap megfigyelt aktivitás-ingadozásaihoz, mégpedig úgy, hogy mindig az előző ciklus adataiból adódjon a következő. Ennek alapján finomították a modell paramétereit, és jelzik előre a naptevékenység elkövetkező viselkedését.

A Napon megfigyelt mágneses terek vándorlási sebessége alapján elhúzódo minimumot és a most elmúló ciklus maximumánál 30–50%-kal nagyobb maximumot prognosztizálnak, ellentétben egy másik, statisztikus előrejelzéssel, amely a most elmúlnál kisebb maximumot jósol. Sajnos, a dinamóelméletekben még sok a szabad paraméter, és NEUMANN JÁNOS mondása szerint „Négy szabad paraméterrel le tudok írni egy elefántot, öttel még az ormányát is csóválja.”<sup>3</sup>, ezért az elméleti jóslat beválása erős érv lenne a felhasznált dinamóelmélet mellett. A naptevékenységi minimum mindenesetre valóban elhúzódik, egy-két éve még 2006 közepére várták, de 2006 júliusában még mindig elég magas az aktivitás.

Szintén 2006-ban volt várható két (tulajdonképpen három) üresköz felbocsátása, ezek nagyon lényeges, új megfigyelésekkel egészítik ki a már működő, igen jelentős űrflottát. Az egyik a 900 kg tömegű, kiterjesztett napelemszár-

3. *Nature*, 2004. január 22. 297. o.

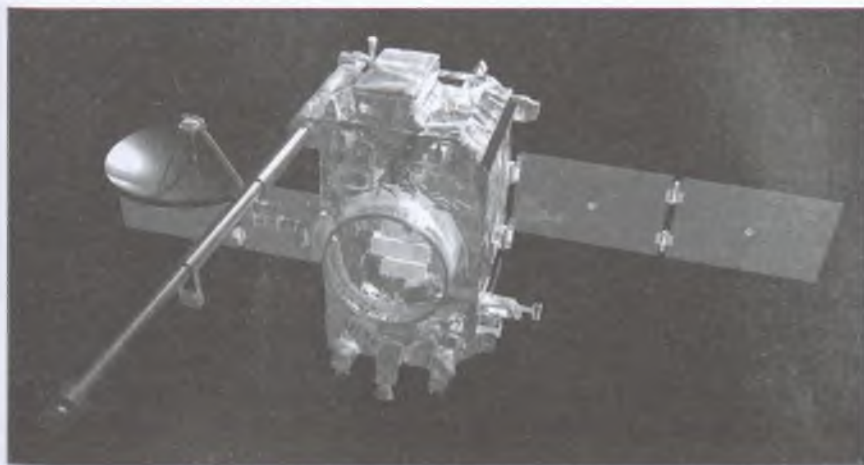
nyakkal majdnem 10 m fesztávú japán *Solar B*. Ennek indítása 2006. szeptember 22-én volt, és japán szokás szerint a sikeres felbocsátás után kapta meg a *Hinode* (*Napkelte*) végleges nevet (a *YOHKOH* volt a *Solar A*). A *Hinode* több újdonságot hordoz a fedélzetén, az egyik legfontosabb egy fél méter átmérőjű, optikai Gregory-távcső (napfizikában ez az elrendezés előnyös, mert segédtükre könnyebben hűthető).

A műszer 0.2 felbontású fotoszféraképeket készít, és emellett a távcső fókuszíkjában egy optikai szűrőrendszeren alapuló vektor-magnetográf is lesz, ami egyben polariméterként is szolgál. Ezáltal a földi légkör akadályoztatása nélkül, folyamatosan és nagy felbontással lesznek megfigyelhetők az aktív vidékek, napfoltcsoportok. Természetesen a nagy felbontás miatt a Nap felületének csak egy  $400 \times 400''$  látszó méretű része figyelhető meg egy képen, nagyobb napfoltcsoportok már csak két-három képre férnek rá. Az optikai távcsövön kívül egy 1''-es felbontású röntgentávcső és egy extrém ibolyántúli spektrométer segít abban, hogy a naplégkör egészét eddig példátlan részletességgel, mozgásaival együtt áttekinthessük. A *Solar B* a *TRACE*-hez hasonló Nap-szinkron, poláris pályán kering.

A *STEREO* (*Solar TERrestrial RElations Observatory, Nap–Föld Kapcsolatok Obszervatórium*) űrszonda-pár két közepes nagyságú űreszköze a földpályához közel fogja körbejárni a Napot. Az egyik kissé közelebb a Naphoz, tehát gyorsabban keringve, a másik kissé távolabb a Naptól, tehát fokozatosan lemaradva fogja figyelni a Napot. Mindkét űrszondán négy-négy teljesen azonos műszer kap helyet. Ezek egyike egy képalkotó távcső, amely fehér és ibolyántúli fényben figyeli a napkoronát, így az egymástól fokozatosan távolodó két űrszonda valódi térbeli megfigyelést tesz lehetővé. A többi műszer az űrszondák környezetében található plazma, a napszél jellemzőinek mérésére szolgál.

A *STEREO* kísérletet két évre tervezik, legfőbb újdonsága az, hogy a megfigyelések nem földi nézőpontból történnek. Az eddigi Nap-megfigyelő űreszközök vagy a Föld körül keringve készítették képeiket (*TRACE*, *YOHKOH*), vagy a Nap és a Föld között található L1 librációs pontból (*SOHO*). A bolygóközi térben keringő űrszondákon képalkotó távcső nem volt. A Nap nem látható oldalán keletkező, gyorsan fejlődő, aktív napfoltcsoport tehát csak akkor vált megfigyelhetővé, amikor a Nap forgása ezt lehetővé tette (a *SOHO* hélioszeizmológiai méréseiből korlátozottan ugyan nyerhető információ a Nap túlsó oldaláról is, de ennek felbontása nagyon rossz).

A Föld szempontjából lényeges, bennünket elérő koronakitörések térbeli szerkezete eddig nem volt megfigyelhető. Csak abból lehetett következtetni, hogy egy ilyen plazmabuborék a Föld felé tart, hogy képe a Nap látszó korongját körülveve, minden irányba tágul (haló-koronakitörés). Ha a koronakitörés a Nap–Föld irányhoz képest  $90^\circ$ -os irányban, a napperemen indult,



2.5. ábra. Az egyik Stereo űrszonda (NASA)

akkor meg lehetett figyelni a terjedését és magassági szerkezetét, viszont ennek anyaga nem érte el a Földet.

Ezért fontos a STEREO űrszondapár, mert a lemaradó szonda egyre korábban meg tudja figyelni, és megbízhatóan előre tudja jelezni a Nap keleti peremén a Föld számára csak később beforduló aktivitást. Ahogy nő a két űrszonda távolsága, egyre javul a rálátás a Nap és a Föld közötti tartományra, és az ott haladó koronakitörésekre, amelyek a Föld környezetét befolyásolhatják. A STEREO űrszondák ily módon nagyban megnövelik az űridőjárás előrejelzések időátfogását és pontosságát.

A Nemzetközi Héliofizikai Év a már működő és ezután indított űreszközök, valamint az összehangolt földfelszíni megfigyelések segítségével immár az egész Naprendszerre kiterjeszti a Nemzetközi Geofizikai Év és elődei alatt kialakított, széles körű együttműködést. Az IHY nem az egyetlen nemzetközi együttműködés 2007–2008-ban. Vele párhuzamosan, de az adatok cseréjével folyik másik három program: Az *Elektronikus Geofizikai Év (eGY)*, amely az eddig és ezután gyűjtött óriási geofizikai és űrfizikai adatmennyiség adatbázisokba gyűjtésével, és az adatbázisokhoz való hozzáférés lehetővé tételével foglalkozik. A *Nemzetközi Poláris Év (IPY)*, immár a harmadik program ezen a néven. A *Föld Bolygó Nemzetközi Éve (2005–2007)* nevű együttműködés pedig a Föld és az emberiség viszonyát vizsgálja. Az eddigi nagy, nemzetközi megfigyelési programok eredményeire visszagondolva várható, hogy az IHY ismét jelentősen tágítani fogja ismereteink körét.

Fűrész Gábor

## A csillagászati spektroszkópia eszközei

Ma már tudjuk, hogy miből vannak a csillagok. De még mintegy 300 évvel ezelőtt sem volt egyértelmű, hogy valaha is választ kaphatunk erre a kérdésre. Akkor már sejtették, hogy a csillagok olyan messzeségben vannak, amely lehetetlenné teszi a közvetlen vizsgálatukat, sőt központi csillagunk, a Nap is elérhetetlenül távolinak tűnt. A XVII. század utolsó harmadában azonban többen (I. NEWTON, R. DESCARTES és R. HOOK) is leírták, hogy a napfény prizma segítségével színekre bontható. 1802-ben WILLIAM WOLLASTON rést is alkalmazott kísérleteinél, és felfedezte a Nap színképeének abszorpciós vonalait, jelentőségüket azonban nem ismerte fel. JOSEPH FRAUNHOFER 1814-ben már távcsőhöz csatolta a színképet létrehozó optikai rést, és a Nap spektrumában mintegy 600 vonalat írt le tudományos alaposággal. Ezzel kezdetét vette a csillagászati spektroszkópia. J. B. L. FOUCAULT és G. KIRCHHOFF munkássága, valamint R. W. BUNSEN felismerése, miszerint a Napon ugyanazok a kémiai elemek találhatók, mint a Földön, elvezetett az asztrofizika megszületéséhez.

Nyugodtan kijelenthetjük, hogy az asztrofizika spektroszkópia nélkül nem létezne. A színképelemzés csillagászati alkalmazásairól az 1998-as Csillagászati évkönyvben már olvashattunk<sup>1</sup>. E cikk inkább a műszertechnika szemszögéből próbálja bemutatni a csillagászatnak ezt az igen gyorsan fejlődő területét.

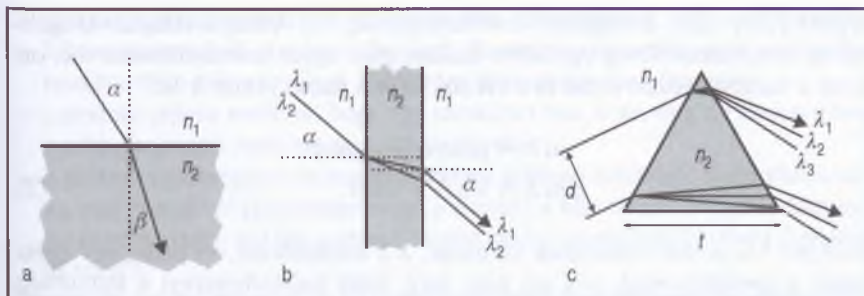
### Bontsuk színekre a fényt!

#### Prizmák és rácsok

A fénytörés két optikailag átlátszó közeg határfelületén történik, és a jól ismert *Snellius–Descartes-törvény* írja le a beeső és megtört fénysugár viszonyát:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}, \quad (1)$$

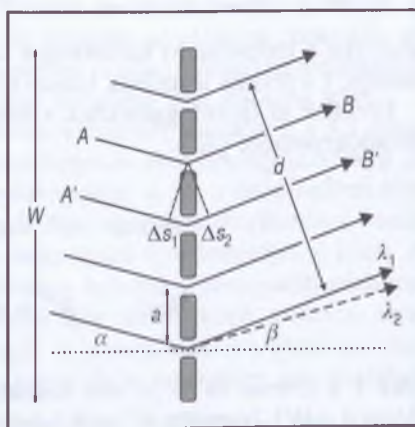
1. VINKÓ J. – SZATMÁRY K. – KASZÁS G. – KISS L.: A csillagok színképe. *Csillagászati évkönyv 1998*, 204. o.



3.1. ábra. a) Fénytörés két közeg határfelületén. b) Fény áthaladása síkpárhuzamos üveglapon. c) Színbontás prizmával

ahol  $\alpha$  és  $\beta$  a beeső illetve megtört fénysugár és a felület merőlegese közötti szög;  $n_1$  és  $n_2$  pedig a határfelület két oldalán lévő közegek törésmutatója (3.1a ábra). A törésmutató értéke az anyagra jellemző: vákuumban 1, levegőben kicsit nagyobb 1-nél, vízben mintegy 1.3, üvegyanyagokban 1.5 körüli, a gyémántban pedig 2.4. A törésmutató pontos értéke azonban függ a fény hullámhosszától, színétől is. Ezt a jelenséget nevezzük *diszperzió*nak. Egy párhuzamos üveglapon áthaladó fény nem színeződik el, mivel két határfelületen szimmetrikusan történik a törés (3.1b ábra). Ha azonban egy háromszög keresztmetszetű üvegdarabot, egy prizrát tekintünk, annál már nem áll fenn a szimmetria, és a fény az áthaladás után színeire bomlik (3.1c ábra).

Hasonló jelenség figyelhető meg a fényelhajláson (diffrakción) és a fény interferenciáján alapuló *optikai rács* esetében. Ha a fény egy keskeny résen halad át, fényelhajlás történik, és az  $\alpha$  szög alatt beeső nyaláb különféle  $\beta$  irányokban haladhat tovább. Egymástól egyenlő távolságra lévő részek sorozatán – egy optikai rácson – a szomszédos résekből kiinduló, azonos mértékben elhajlott sugarak között úthosszkülönbség keletkezik, amely a részek távolságától és az elhajlás szögétől függ (3.2. ábra – úgy tekintjük, hogy a rács előtt és utána is ugyanolyan törésmutatójú közegben halad a fény). A továbbhaladó sugarak között az úthosszkülönb-



3.2. ábra. Fény áthaladása optikai rácson (részletes magyarázat a szövegben)

ségnek ( $\Delta s_1 + \Delta s_2$ ) megfelelő interferencia lép fel. Amelyik elhajlási szögek-nél az úthosszkülönbség egy adott hullámhossz egész számú többszöröse, ott azon a hullámhosszon erősítés történik, amit a rácsegyenlet ír le:

$$\begin{aligned} m \lambda &= a \sin \alpha + a \sin \beta, \\ \varrho m \lambda &= \sin \alpha + \sin \beta, \end{aligned} \quad (2)$$

ahol  $\varrho = 1/a$  a rács vonalainak sűrűsége,  $\lambda$  a hullámhossz,  $m$  pedig egy egész szám, a *spektrális rend*, ami azt adja meg, hány hullámhossznyi a különbség a szomszédos résekből érkező fénysugarak között. A rácsegyenletből látszik, hogy különböző  $\beta$  elhajlási szög esetén más  $\lambda$  hullámhosszra, azaz más színre lép fel az erősítés, vagyis a beeső fehér fény összetevőire bomlik. A rácsegyenlet bal oldala ugyanakkora számértéket ad, ha  $m$ -et és  $\lambda$ -t úgy változtatjuk meg, hogy a szorzatuk ugyanaz marad, vagyis a különböző spektrális rendek különböző hullámhosszai ugyanabba az irányba haladva adhatnak erősítést.

Azt, hogy egy adott renden belül két különböző, egymáshoz közeli hullámhosszúságú fénynyaláb ( $\lambda_1 - \lambda_2 = \Delta\lambda$ ) eltérülési szöge között mekkora a különbség ( $\beta_1 - \beta_2 = \Delta\beta$ ), az optikai elem (*szög*)*diszperziója* adja meg:

$$\text{prizma: } \frac{\Delta\lambda}{\Delta\beta} = \frac{d}{t} \frac{\Delta\lambda}{\Delta n}, \quad (3)$$

$$\text{rács: } \frac{\Delta\lambda}{\Delta\beta} = \frac{\cos \beta}{m \varrho}. \quad (4)$$

ahol  $\Delta n$  a törésmutató különbség a két hullámhosszra,  $d$  a beeső nyaláb átmérője,  $t$  a prizma alapjának hossza (3.1c ábra).

Ezeknek az összefüggéseknek a felhasználásával egy optikai elem elméleti feloldóképessége ( $R^*$ ):

$$\text{prizma: } R^* = t \frac{\Delta n}{\Delta\lambda}, \quad (5)$$

$$\text{rács: } R^* = d \frac{m \varrho}{\cos \beta} = W m \varrho, \quad (6)$$

ahol  $t$  a prizma és  $W$  a rács karakterisztikus mérete (a 3.2. ábra alapján  $d/\cos \beta = W$ ). Nagyobb  $R^*$  jobb feloldást, azaz a spektrumban finomabb részletek elkülönítését jelenti.

A prizmák és rácsok spektroszkópiai alkalmazásánál a következő szempontokat kell figyelembe venni:



- prizrát sokkal egyszerűbb készíteni, bár az üvegyag nagy tisztaságáról, hibamentességéről gondoskodni kell. Ez mégis könnyebb, mint milliméterenként több száz szabályos karcolatot felvinni egy üveglemezre;
- a prizma előnye továbbá, hogy egy színképet hoz létre, míg a rács esetében a több spektrális rend részben átfedi egymást;
- a prizma egyenletesen és nagymértékben átlátszó különféle hullámhosszakra, míg rácsoknál (különösen nagy  $\varrho$  esetén) a karcolatok árnyékhatása miatt fényvesztés lép fel, a színek között pedig intenzitáskülönbség figyelhető meg;
- azonos optikai méret ( $t \approx W$ ) esetén ráccsal könnyebb nagy feloldást elérni, mivel a prizmák üvegyagaira  $\Delta n / \Delta \lambda$  általában kicsi;
- prizma esetében  $\Delta n / \Delta \lambda$  jelentősen és nem lineárisan változik a spektrum vörös és kék széle között, azaz a feloldóképesség a színkép mentén nem állandó.

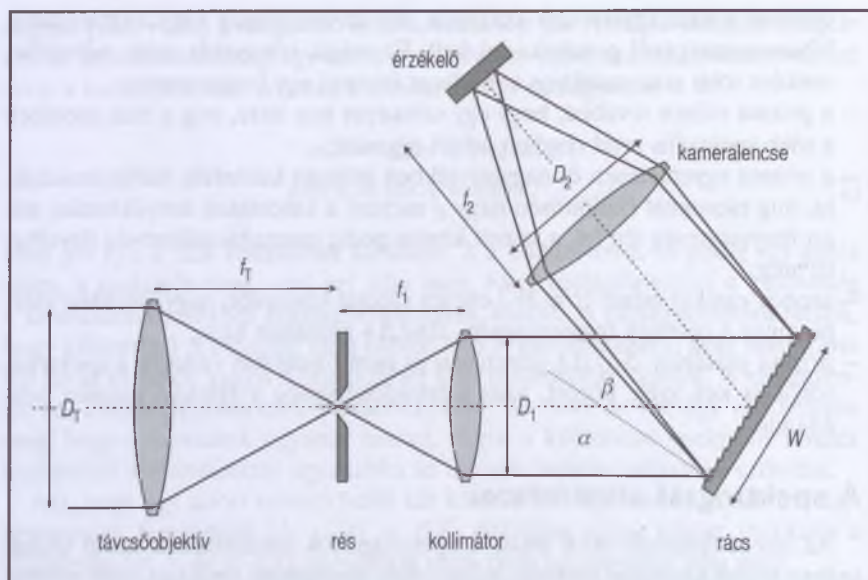
## A spektrográf alkotórészei

Az imént felsorolt okok miatt a spektrográfok történetének korai szakaszában szinte kizárólag prizmás műszereket használtak, amikben több prizma egymás utáni alkalmazásával próbálták növelni a feloldóképességet. A modern, nagy felbontású műszerekben azonban alapvetően rácsokat alkalmaznak, a prizmák legfeljebb másodlagos szerepet töltenek be.

Az optikai rácsoknak két fő típusa van: az *áteresztő* (*transzmissziós*, 3.2. ábra) és *tükröző* (*reflexiós*, 3.3. ábra). A rácsok már említett hátránya, hogy a beeső nyaláb intenzitása elhajlás után számos spektrális rendbe oszlik el. A magasabb rendekben a (6) képlet szerint nagyobb az elérhető felbontás, viszont a színképek már említett átfedése mellett ezekbe a beeső fényintenzitásnak már csak kis hányada jut, vagyis a rács hatásfoka igen alacsony lehet.

Egy korszerű rácsos spektrográf vázlatos felépítését szemlélteti a 3.3. ábra. A  $D_T$  átmérőjű,  $f_T$  fókusz távolságú távcsőobjektív által összegyűjtött fény az  $s$  szélességű résen keresztül lép be a spektrográfba. A rés a látómezőben lévő egyéb objektumok, az égi háttér és egyéb nem kívánatos fényforrások kiszűrésére szolgál. A résnek az égboltra vetített, látszó szögátmérőjét  $\chi$  jelöli. A réstől  $f_1$  (fókusz) távolságban lévő kollimátor feladata a fénynyaláb párhuzamosítása. A  $D_1$  átmérőjű nyaláb  $\alpha$  beesési szög alatt érkezik a rácsra, azon színeire bomlik, és a hullámhossztól függő  $\beta(\lambda)$  szög alatt,  $D_2$  átmérőjű nyalábban távozik. A fényt ezután a kamera képezi le az érzékelőre, ami általában egy CCD<sup>2</sup>.

2. A CCD-érzékelőről bővebben: FÜRÉSZ GÁBOR: CCD-kamerák a csillagászatban. Csillagászati évkönyv 2002, 266. o.



3.3. ábra. Egy korszerű rácson spektrográf vázlatos felépítése

Figyeljük meg, hogy a távcső fényereje ( $F_T = f_T/D_T$ ) egyezik a kollimátor fényerejével ( $F_1 = f_1/D_1$ ). Ha  $F_1 > F_2$ , akkor fényt veszítünk, mert a réstől  $f_1$  távolságban a nyaláb átmérője nagyobb, mint a kollimátor átmérője. Ellenkező esetben nincs fényvesztés, de feleslegesen nagy a kollimátor, ami annak előállítási költségeit növeli.

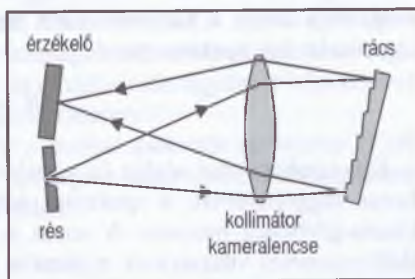
A rács jellemző méretét,  $W$ -t meghatározza a beesési szög ( $\alpha$ ), valamint a párhuzamosított nyaláb átmérője. Adott  $\alpha$ ,  $\rho$  és  $m$  esetén a rács elméleti feloldóképességét megadó (6) képlet alapján azt várjuk, hogy nagy felbontású műszerhez nagy  $W$ , vagyis nagy kollimátorátmérő szükséges. A mai csillagászati távcsövek fényereje 8 körüli, vagyis a spektrográf jellemző hossza a kollimátor méretének kb. nyolcszorosa. Kétszer akkora elméleti feloldóképesség eléréséhez pedig kétszer akkora spektrográfra lenne szükség.

A 3.3. ábrán látható, hogy az elhajlott nyaláb a diszperzió miatt a ráctól távolodva egyre szélesebb, ezért a kamerát a rács közelében célszerű elhelyezni, különben egyre nagyobb méretű optika kell a spektrum leképezéséhez. Ez az elrendezés természetesen csak egy a számos lehetséges konfiguráció közül. Egy speciális megoldás a reflexiós rácsot használó *Littrow-elrendezés*, amelyben a beesési és elhajlási szög egyenlő ( $\alpha = \beta$ ). Ekkor a kollimátor egyben kameralencseként is felhasználható (3.4. ábra), és minimális az elhajlott nya-

láb keresztmetszet-torzulása. A rácsegyenet is egyszerűbb alakot ölt:

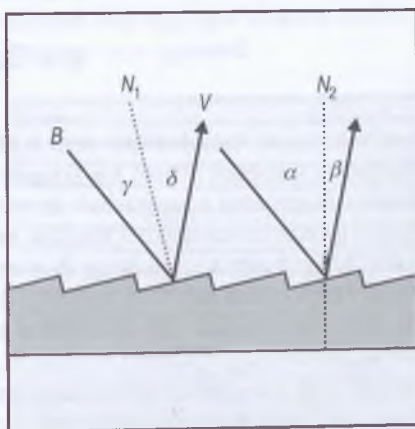
$$m \varrho \lambda = 2 \sin \alpha, \quad (7)$$

A kamera tulajdonképpen a rés különböző hullámhosszokon alkotott képeit vetíti egymás mellé az érzékelőre. A szokásos résszélesség a néhány száz  $\mu\text{m}$  nagyságrendjébe esik, míg a CCD-kamerák képpontmérete 10  $\mu\text{m}$  körüli. A mintavételezési tétel értelmében már két képpont elegendő a megfelelő képalkotáshoz, ezért a kollimátor–kamera optikai rendszerünk kicsinyíthet, a 3.3. ábra jelöléseit használva  $f_2 : f_1$  arányban. Ezáltal a megfigyelhető spektrális tartományt is kiszélesítjük, hiszen így az adott méretű detektorra nagyobb hullámhossztartományt tudunk leképezni. Nagyon fényerős, ugyanakkor optikai hibáktól mentes kamerát ( $f_2 \ll f_1$ ) azonban igen nehéz készíteni.



3.4. ábra. Littrow-elrendezésű rácson spektrográf vázlatja

A reflexiós rácsok előnye, hogy az egyszerű karcolatok helyett olyan tükröző felület is készíthető, aminek segítségével megnövelhető egy kiválasztott spektrális rendbe jutó fény mennyisége: ezek az *alakított karcolatú rácsok*<sup>3</sup>. Itt a ferde lépcsők adják az erősítő interferenciához szükséges úthosszkülönbséget. A 3.5. ábrán a beeső  $B$  és visszavert  $V$  sugarak a kis tükrősráv merőlegeséhez képest szimmetrikusan haladnak ( $\gamma = \delta$ ), míg  $\alpha$  beesési és  $\beta$  elhajlási szöveget a rács egészének  $N$  normálisához viszonyítva mérjük. A kis lépcsők mérete és állásszöge által meghatározott



3.5. ábra. Alakított karcolatú reflexiós rács

$m$  spektrális rend és  $\lambda$  hullámhossz esetében szinte az összes, adott hullámhosszon beérkező fény a kiválasztott rendbe jut, és ezáltal a rács hatásfoka ott jelentősen felerősíthető.

3. Az angol szaknyelv a *blazed* (ragyogó, tündöklő) *grating* kifejezést használja.

## A felbontóképességről

Egy spektrográf tényleges  $R$  feloldóképességét a rács elméleti  $R^*$  feloldóképessége (6) mellett a műszer egyéb elemei is befolyásolják. Az  $R$  azt adja meg, hogy adott  $\lambda$  hullámhosszon mekkora a legkisebb megkülönböztethető  $\Delta\lambda$  részlet egy spektrumban:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}. \quad (8)$$

Egy színeképvonal alakja (a vonalat létrehozó intenzitásváltozás a hullámhossz függvényében, a spektrum folytonos részéhez viszonyítva) általában Gauss-görbéhez hasonló. A vonal a *félérték szélességgel* jellemezhető, ami a kontinuumhoz viszonyított minimális (vagy emissziós vonal esetében a maximális) intenzitásnak a felénél vett vonal szélesség. Egy színeképvonal azonban valójában a rés képe a detektoron, ezért  $\Delta\lambda$  függ:

- a rés képe méretétől, amit a rés fizikai mérete valamint a kamera és a kollimátor fókusz távolságának aránya határoz meg;
- a rés képe szélességére eső hullámhossztartomány nagyságától, amit a szögdiszperzió mértéke és a kamera fókusz távolsága befolyásol.

Tehát a feloldóképesség a 3.3. ábrán látható jelöléseket használva:

$$R = \frac{m \varrho \lambda F_1 W}{s}. \quad (9)$$

Csillagászati szempontból nem a rés  $s$  fizikai mérete, hanem  $\chi$  látszó szög mérete a lényeges. Mivel kis szögről van szó,  $\chi = s/f_T$ . Egy csillag képe a fókusz síkban első közelítésben az elméleti Airy-féle elhajlási kép, ami azonban a gyakorlatban légköri hatások miatt egy  $0''.3-3''$  sugarú foltban kenődik szét. Adaptív optika nélkül egy 8 m-es távcsőben ugyanúgy  $1''$  lehet egy csillag látszó képe, mint egy 1 m átmérőjű műszerben. Azonos fényerőt feltételezve az  $1''$ -es folt lineáris mérete azonban már nagyon eltérő a két távcső fókusz síkjában. A részt úgy érdemes méretezni, hogy a lehető legtöbb csillagfényt és a lehető legkevesebb égi háttérfényt engedje be a spektrográfba. A feloldóképesség kifejezésében tehát célszerű a rés látszó szélességét használni:

$$R = \frac{m \varrho \lambda W}{\chi D_T}. \quad (10)$$

Hogyan lehet egy adott  $D_T$  objektív méretű távcsőhöz csatlakozó spektrográf felbontóképességét növelni? Láttuk, hogy a rés  $\chi$  méretének csökkentésével elveszítjük az értékes csillagfényt egy részét. Megoldás lehet a rács  $W$

méretének növelése, ez azonban növeli az egész spektrográf méretét, és a rácsok gyártási technológiája sem képes 400 mm-nél lényegesen nagyobb hagyományos rács előállítására. Technológiai okok miatt  $\varrho$  rácssűrűség sem növelhető sokkal 1200 vonal/mm fölé.

Marad tehát a spektrális rend növelése, hiszen  $m$  értékét akár a 100-nak is választhatnánk. Ekkor azonban fellép a színeképek már említett átfedése, vagyis eltérő hullámhosszúságú fénysugarak az elhajlás után ugyanott képeződnek le a detektoron. Miként lehet őket megkülönböztetni?

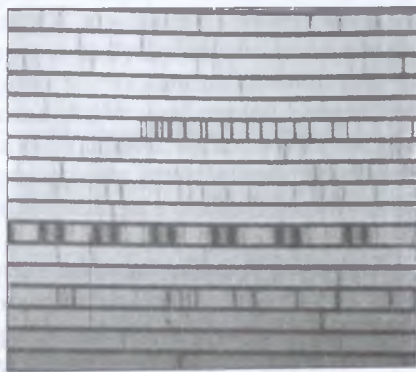
Két lehetőség is kínálkozik. Az egyik a *szabad spektrális tartomány* (FSR, *free spectral range*) használata. Mivel  $m$  csak egész szám lehet, ezért két szomszédos rendre felírva a (2) egyenlet bal oldalát:

$$(m + 1) \lambda \varrho = m \lambda_1 \varrho \quad (11)$$

$$\frac{\lambda}{m} = \lambda_1 - \lambda,$$

vagyis egy adott  $m$  rendhez tartozó, és a rács egyenletet kielégítő  $\lambda$  hullámhossznak  $\lambda/m$  széles környezetében nincs átfedés, egyértelmű a vonalak azonosítása. Ezt nevezzük szabad spektrális tartománynak. Színszűrő segítségével biztosítható, hogy a spektrográfba csak ebben a tartományban jusson be fény. Az ilyen rend-megkülönböztető szűrők azonban csak egy igen keskeny szeletét engedik vizsgálni a spektrumnak, és előállításuk sem egyszerű.

Sokkal előnyösebb megoldás az *echelle spektrográf*, amelyben egy *másodlagos diszperziós elemet* alkalmaznak az eredeti színekép diszperziójára merőleges irányban. Ekkor a szomszédos rendek azonos helyre eső, de eltérő hullámhosszúságú fénysugarai ebben az irányban szétválnak. Ezáltal kétdimenziós spektrumot kapunk (3.8. ábra), ahol minden hullámhossz egyértelműen azonosítható. A spektrumvonalak elkülönítéséhez kis mértékű kereszt-diszperzió is elegendő, ezért másodlagos diszperzív elemként többnyire prizmat alkalmaznak.



3.6. ábra. Kétdimenziós echelle spektrum

A  $\varrho = 900\text{--}1200$  vonal/mm-es rácsok karcolatainak apró szabálytalanságai miatt szellemkép és zavaró szórt fény jelentkezhet a spektrumban. 40–80 vonal/mm sűrűséggel azonban jó minőségű, szabályos, hibamentes rácsot lehet készíteni. A magas rendben működő spektrográfok rácsa nagy szöget zár be a

beeső és az elhajló nyalábbal. Ekkor a rés felől nézve a vetületi hatás miatt egy ilyen – valójában alacsony – rácssűrűség is nagynek látszik. A nagy beesési szög miatt viszont a teljes rács vetületi felülete is kicsi, vagyis adott nyalábát-mérő esetén igen hosszú, elnyúlt, téglalap alakú rácsokra van szükség. Ezeket nevezzük *lépcsős*, vagy *echelle rácsoknak*.

A felbontóképesség (10) egyenletéből még egy fontos következtetés is levonható. Ha a spektrográf-konfiguráció adott, akkor nagyobb távcsőátmérő esetén ugyanolyan felbontás eléréséhez nagyobb rácsot kell alkalmazni. Vagyis a jelenlegi 8–10 m-es távcsövek hatalmas spektrográfjainak méretét a jövő 20–30, esetleg 50 m-es távcsöveihez a távcsőátmérővel együtt kell növelni. Pedig már a mai távcsőóriások számára készített echelle spektrográfok is nagyobb rácsokat igényelnek, mint amiket egy darabban el lehet készíteni. A megoldás a régi mozaik-elrendezés illetve a modern lézer-alapú technika lehet.

A gyémánt szerszámmal üveg hordozóra karcolt, illetve a rácsmásoló (replika) technikával létrehozott rácsok felső mérethatára 400 mm körül van. Amennyiben nagyobb rácsra van szükség, több rács mozaikszerű összeillesztése jelentheti a megoldást. A rácsok egymáshoz viszonyított beállítása azonban akár több hetes munka is lehet, és a beállított helyzet tartós megőrzése sem kis feladat.

A hagyományos holografikus rácsok esetében a hordozón egy felületi mintát hoznak létre, és azon történik elhajlás. Több laboratóriumban is sikeres kísérleteket végeztek *térfogati holografikus rácsok* (VPHG, *Volume Phase Holographic Grating*) előállítására. A mind transzmissziós, mind reflexiós elrendezésben, akár méteres méretben is gyártható rácsok lényege, hogy egy, a látható fény hullámhosszához képest vastag (4–30  $\mu\text{m}$ ) zselatinrétegben lézerefény segítségével holografikus mintát hoznak létre. A fényelhajlás a periodikusan változó törésmutatójú zselatin teljes térfogatában következik be. Az ilyen rácsok mind hőmérsékletre, mind páratartalomra érzékenyek, ezért egy második üveglemezzel zárják le a zselatinréteget, ami így a becslések szerint 10–20 évig őrzi meg minőségét.

A gyártási technika fejlődése várhatóan egyre nagyobb méretű és szélesebb hőmérséklet-tartományban használható rácsok készítését teszi lehetővé, és akár 6000 vonal/mm-es rácssűrűség is elérhető lesz. A térfogati rácsok további kedvező tulajdonságai, hogy a szendvicsszerkezet miatt a külső felületek tisztíthatók; tetszőleges hullámhosszra hangolva magas diffrakciós hatások érhetőek el; nincs szellemkép és szórt fény; a gyártás során könnyen számításba vehetők és előre kiegyenlíthetők a spektrográf egyéb optikai elemeinek hibái.

## Műszerek és módszerek

### Kozmikus traffipax

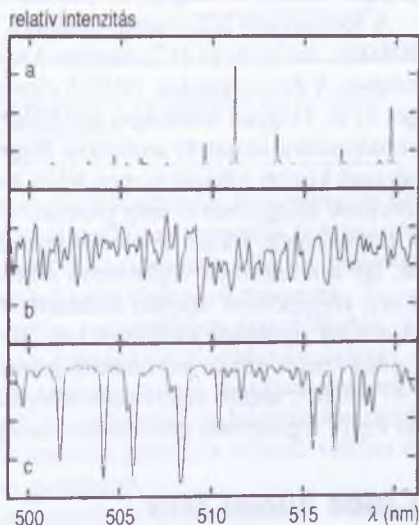
Egy színekép rengeteg információt hordoz: például árulkodik a forrás kémiai összetételéről, esetleges mágneses teréről, vagy mozgásának látóirányba eső összetevőjéről, a *radiális sebességről*, aminek mérése a távoli csillagrendszerek dinamikai vizsgálatainak alapja. Miként lehetséges megmérni egy csillag sebességét? A Doppler-effektus szerint ha az objektum közeledik a megfigyelőhöz a színekpvonalak a kék felé tolódnak el, ha távolodik, akkor pedig a vörös felé. Az eltolódás mértéke pedig ( $v \ll c$  esetén) a sebességgel arányos:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c}, \quad (12)$$

ahol  $\lambda$  színekpvonál álló rendszerben megfigyelhető hullámhossza,  $\Delta\lambda$  a vonal eltolódása,  $v$  az objektumnak a megfigyelőhöz viszonyított radiális sebessége,  $c$  pedig a fénysebesség. Az eltolódás mértékét azonban valamihez képest mérni kell, szükség van a színekpvonál eredeti (laboratóriumi) hullámhosszát szolgáltatató referencia fényforrásra.

A referencia fényforrás színekpé- nek lehetőleg a teljes vizsgálni kívánt spektrális tartományban éles, jól elkülönülő vonalakat kell tartalmaznia. Alacsonyabb felbontóképességű műszerekben ( $R < 5000$ ) például hélium-neon-argon gázkeverékkel töltött kisülési lámpákat alkalmaznak. Nagyobb felbontású spektrográfok esetében pedig argonnal töltött, tórium tartalmú katóddal felszerelt (ThAr) lámpákat használnak referenciaként, mivel ezek színekpe szűk hullámhossztartományon belül is számos vonalat tartalmaz (3.7a ábra).

A megfigyelt csillagászati objektum spektrumának (3.7c ábra) hullámhossz-kalibrációja során a távcsövet először az objektum pozíciójába állítják, a spektrográf részét megvilágítják



3.7. ábra. Tórium-argon spektrállámpa (a), jódcella (b) és egy mérendő csillagászati objektum színekpe (c)

a spektrállampa fényével, és néhány másodpercig rögzítik az első referencia spektrumot. Ezután a csillagfényt engedik a részre, halvány objektumok esetén akár több órás expozíciós idővel. A megfigyelés végén pedig ismét referencia színeképet készítenek. Erre azért van szükség, mert a hosszú mérési folyamat alatt a hőmérséklet változása miatt, vagy a távcső mozgásából adódó kis mechanikus deformációk, elmozdulások következtében a spektrográfban is történhetnek olyan változások, amelyek a vonalak elmozdulását okozhatják.

Ezek a hőmérsékleti és mechanikai hibaforrások nagyrészt kiküszöbölhetőek, ha a spektrográfot nem a távcsőre szerelik, hanem egy állandó hőmérsékletű helyiségben, rögzített helyzetben állítják fel. Erre például Coudé-szerelésű távcsöveknél van lehetőség. A Coudé-rendszerek több segédoptikája viszont nagyobb fényvesztéséget jelent, és a kis fényerő nagyobb spektrográf méretet igényel.

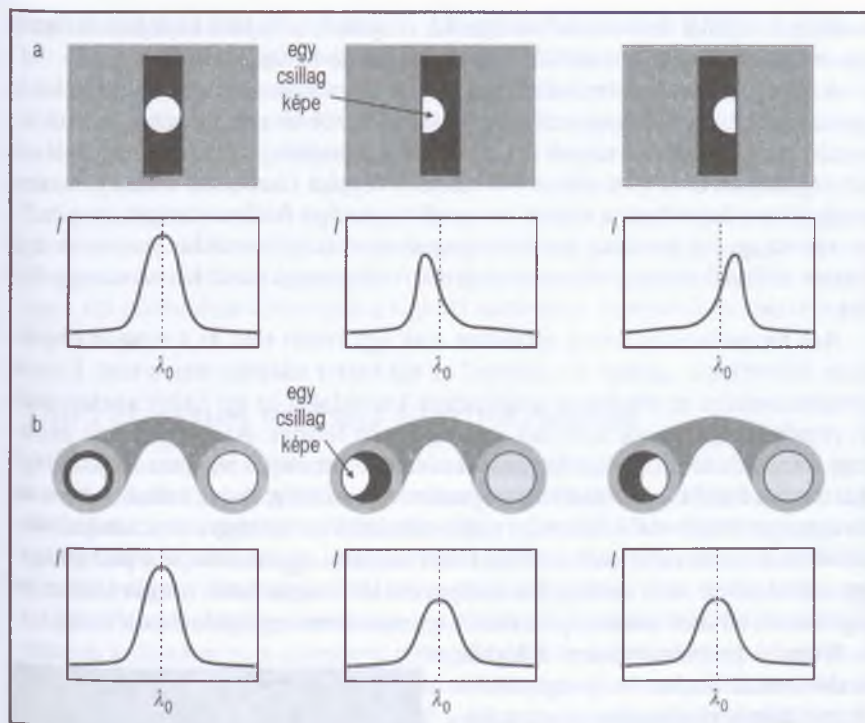
A spektrállampáknál természetesebb, közvetlen összehasonlításra lehetőséget adó módszer, ha egy ismert sebességű csillag abszorpciós spektrumát használjuk referenciaként, hiszen ekkor két hasonló jellegű színeképet lehet összevetni. A rögzített színeképeket általában szoftverrel, *keresztkorrelációs módszert* alkalmazva hasonlítják össze. A két spektrumot apró lépésekben addig tolják el egymáshoz képest, amíg a legjobb egyezést mutatják, a fő színeképvonalak pontosan fedik egymást. A szükséges hullámhosszeltolás adja meg a két objektum radiális sebességének különbségét.

A legnagyobb felbontású, általános célú csillagászati spektrográfoknál  $R \approx 100\,000$ , ami (10) és (12) alapján 3 km/s pontosságú sebességmérést tenne lehetővé. A *Keck-teleszkóp HIRES* elnevezésű műszere mégis 2–5 m/s pontosságot ér el. Hogyan lehetséges ez? Először is a vonalak középpontjának helyét a vonalprofilra illesztett analitikus függvény segítségével a vonal félértékszélességénél kisebb hibával is meg lehet határozni. Másrészt sok vonalra elvégzett mérések átlagolásával még pontosabb eredményhez jutunk. Tovább növelheti a pontosságot, ha az objektum színeképével egy időben rögzítjük a referenciát, így a műszerben végbemenő minden esetleges változást ki tudunk szűrni. Ezen szempontok alapján született meg a jódcellás sebességmérési technika. Alacsony nyomású jódgőzzel telt, 10–15 cm méretű üvegcellán átvezetve a csillag fényét abban ezerszámra jelennek meg a jódk keskeny spektrumvonalai (3.7b ábra), ideális referenciát szolgáltatva. Az exobolygók kereséséhez ma ez az egyik legnagyobb pontosságot szolgáltató sebességmérési eljárás.

## Csőbe húzott fény

Ahogy nőtt az igény a nagyobb felbontóképesség iránt, úgy nőtt a színeképelemző műszerek mérete is. Az egyre nagyobb méretű spektrográfokat azon-





3.8. ábra. Beállítási vagy vezetési pontatlanság hatása a vonalprofilra rés (a) illetve üvegszál (b) használatakor

ban már nem lehetett a távcsőre szerelni. A Coudé-elrendezés esetén már látuk a megoldást. A többi optikai rendszernél pedig az üvegszálalás fényvezetők jelentették a továbblépést. Ezáltal a Coudé-fókusszal nem ellátott teleszkópokhoz is csatolhatók a rögzített elhelyezésű szinképelemző műszerek.

A korszerű optikai szálak a teljes optikai tartományban használhatók, és akár 20–30 m-es hosszúság mellett is jó hatásfokkal továbbítják a fényt a távcsőtől a spektrográfba. Az infravörös spektroszkópia azonban kénytelen mellőzni az alkalmazásukat, mert maguk az üvegszálak a hőmérsékletükből adódóan erős „háttérintenzitást” adnak a hasznos jelhez. A hosszú, vékony és mozgó szálak hűtése pedig egyelőre nem megoldott.

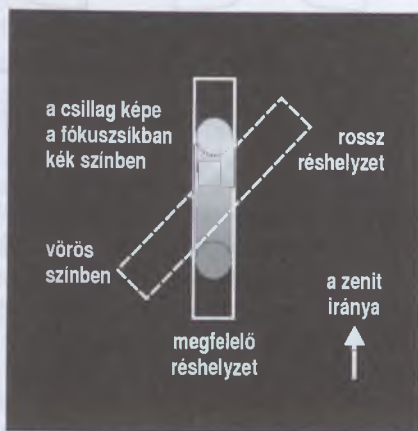
Az üvegszálalás fényvezetők használata esetén a sebességmérés hibáinak csökkentéséhez szinte csak a spektrográf közvetlen környezetének állandó állapotban tartásáról kell gondoskodni. Ennek érdekében a spektrográfot gyakran többszörösen szigetelt, állandó hőmérsékleten tartott, zárt helyiségben,

esetleg az épület és a távcsőmechanika rezgéseit csillapító és a légkör apró nyomásváltozásait kiküszöbölő vákuumtartályban helyezik el.

Az üvegszál belsejében haladó fény a sok teljes visszaverődés miatt „homonizálódik”, így a fényvezető használata kiküszöböli azt a hibát is, ami közvetlen leképezésénél a távcső vezetési pontatlanságaiból, a rés nem egyenletes kivilágításából ered (3.8. ábra). Sőt tulajdonképpen résre sincs szükség, hiszen ezeknél a műszereknél a vékony üvegszál kis belépő felülete szolgál „résként”. A rés elhagyása azonban két következménnyel is jár: kevésbé pontos az égi háttér mintavételezése, valamint az légköri diszperzió miatt fényvesztés lép fel.

Rés használatakor annak általában csak egy részét tölti ki a vizsgált objektum, közvetlenül „alatta” és „felette” az égi háttér világítja meg a rést. Ennek eredményeként az objektum színképének két oldalán az égi háttér spektrumát is rögzítjük, így annak levonása igen egyszerű feladat. Az üvegszálban azonban a sok visszaverődés során „összekeveredik” az elején belépett fény. Az égi háttér méréséhez tehát további üvegszálra van szükség. A két szálát viszont az üvegmagot körülvevő köpenyünk, védőburkolatuk és esetleges mechanikai szerelvényeik miatt nem lehet kellően közel helyezni egymáshoz. Márpedig bizonyos esetekben akár néhány ívmásodperces távolságon belül is eltérő lehet az égi háttér, aminek zavaró spektrumát így nem lehet egyértelműen levonni.

Komoly problémát jelent a légkör színfelbontó hatása. A levegő törésmutatójának színfüggése miatt a légköri refrakció nagysága kis mértékben a hullámhossztól is függ, azaz egy csillag különböző hullámhosszakon kissé más helyen látszik az égen. A csillag képe tehát kis „szivárvánnyá” húzódik szét a fókusz síkban. A vörös és a kék tartományban alkotott kép között az eltérés a zenitben lévő csillagra nulla, de a horizonthoz közeledve egyre nő, 30° magasságban például már elérheti a 3''-et. A rés megfelelő irányba állításával elkerülhető a fényvesztés, míg rossz rezpozíció vagy optikai szál használata esetén bizonyos hullámhosszak nem jutnak be a spektrográfba (3.9. ábra).



3.9. ábra. A légköri diszperzió hatása

A probléma légköri diszperziót kiegyenlítő prizma (ADC, Atmospheric Dispersion Corrector) alkalmazásával küszöbölhető ki. A távcső fókusz síkjá előtt két alacsony diszperziójú, egyenes áthaladású prizmat helyeznek el, amelyek az

optikai tengely körül elforgathatók. Az egyenes áthaladású prizma valójában két eltérő törésmutatójú üvegyagyból összeillesztett optikai eszköz, amin egy kiválasztott hullámhossz elhajlás nélkül halad keresztül, a többi szín viszont ehhez képest a diszperzió tengelye mentén egyik vagy másik irányba eltérül.

Két ilyen eszközt egymás mögé helyezve, és diszperziós tengelyüket párhuzamosan, de a diszperzió irányát ellentétesen beállítva semmiféle színező hatást nem tapasztalunk. A prizmapár ilyen beállítását a zenitben látszó, légköri színbontástól mentes objektumok megfigyelésekor alkalmazzák. A prizákat elforgatva az eredő diszperzió mértéke és iránya változtatható, ezáltal tetszőleges égi pozícióban lehetséges a légköri színbontás irányának és mértékének korrigálása.

## Több objektum egyidejű spektroszkópiája

Órás expozíciójú színeképfelvételekkel csillagról csillagra haladva csak igen hosszú idő alatt lehet például egy halmaz statisztikusan kezelhető számú tagjáról spektrumot rögzíteni. Ezért már régen felmerült több objektum egyidejű spektroszkópiájának ötlete. Alacsony felbontású színeképek tömeges előállítására már régóta beváltak az objektívprizmás felvételek. E technika során egy kis ( $1-5''$ ) törésszögű prizmat helyeznek a távcső objektívje elé. Nincs szükség résre és kollimátorra, a pontszerű csillagok töltik be a rés szerepét, a beérkező fénysugarak pedig a csillagok hatalmas távolsága miatt eleve párhuzamosak. A színbontó elem után elhelyezett távcső a kamera, és máris százával rögzíthetők a spektrumok (12. kép a színes mellékletben).

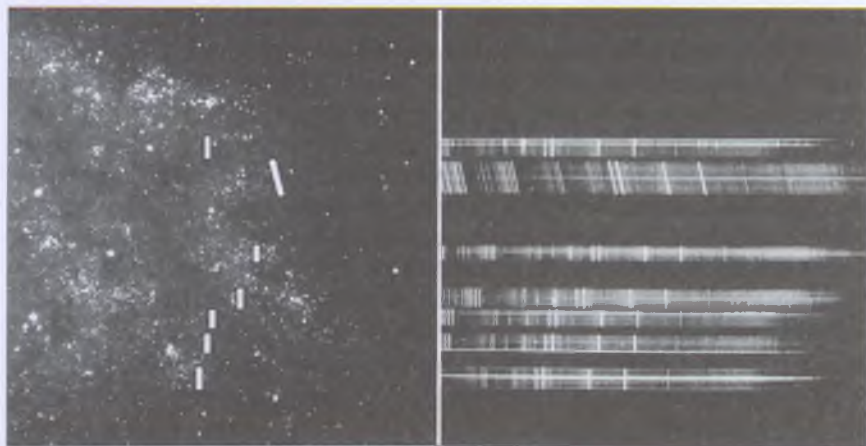
A színeképek átfedése okozta információvesztés csökkentésére két vagy több képet készíthetnek, közben elforgatva az objektívprizmát. Korlátai ellenére például emissziós vonalakat mutató objektumok keresésére még a 90-es évek végén is alkalmazták, illetve képalkotó spektrográfokban még ma is használják az ilyen, rés nélküli színeképkészítést.

A rés előnye, hogy segítségével kizárható a spektrumok átfedése. De több objektum egyidejű vizsgálatához miért ne lehetne több apró rést, vagy éppen több üvegszázat elhelyezni a fókusz síkban?

A *többréses (multislit) spektroszkópia* eszközeiben a fény a távcsőből egy résmaszkon keresztül jut a spektrográfba. A rések, és ezáltal a spektrumok elhelyezkedése megfelel az objektumok égi helyzetének (3.10. ábra). Ha el akarjuk kerülni az átfedő színeképeket, akkor a réseket persze nem lehet teljesen szabadon elhelyezni.

A többréses spektroszkópia előnye, hogy:

- nagy a hatékonysága halvány objektumok esetén, mivel a fény a távcsőből közvetlenül, veszteség nélkül jut a spektrográfba;



3.10. abra. Többrekes spektroszkópia réseinek helye a vizsgált égtérület képerre rajzolva (bal oldali kép), és a keletkezett színeképek (jobb oldali kép)

- közvetlenül az objektumok mellett megjelenik az égi háttér spektruma, ami lehetővé teszi annak pontos kivonását;
- egyszerű, kézenfekvő a hullámhossz-kalibráció;
- a rés mérete gyártása során beállítható, akár  $0''.1$  résszélesség is elérhető, ami nagy feloldást tesz lehetővé.

A módszer hátránya, hogy:

- a spektrográfort a távcsőre kell szerelni, ezért a stabilitási feltételek korlátozzák a műszer méreteit;
- a rések csak viszonylag kis területen belül helyezhetők el (ami távcsőtől, műszertől függően kb.  $5' \times 5'$ ,  $10' \times 10'$ -nek felel meg), mivel a spektrográf kollimátora csak kis fizikai távolságon belül lévő résekből érkező fényt képes optikai hibáktól mentesen párhuzamosítani;
- korlátozott a rések száma;
- az egyenetlen réskivilágítás sebességmérési pontatlansághoz vezethet;
- infravörös spektroszkópia esetén a résmaszkot is hűteni kell;
- a légköri refrakció miatt a távcső fókuszsíkjában keletkező kép kis mértékben változik az objektum látóhatár feletti magasságával, így az elkészített résmaszk csak a megfigyelés tervezett időpontjában használható optimális eredménnyel.

A réseket tartalmazó maszkokat minden egyes látómezőhöz egyenként le kell gyártani, és azokat cserélni kell a megfigyelés során. A maszk anyaga lehet fém, vagy szénszálas műanyag lemez. A réseket általában lézerrel alakítják ki, amivel elérhető a megkívánt  $\mu\text{m}$ -es pontosság.

*Csúszóréses maszkkal* (3.11. ábra) elkerülhető az egyedi rés-maszkok gyártása. Ezeket a maszkokat egymással párhuzamosan elrendezett, mozgatható rések alkotják. Egy rés két szára a látómező két átellenes oldaláról tolható be. Az objektum jellegének és légköri nyugodtságnak megfelelően állítható a rés szélessége is. A szomszédos elemeket azonos pozícióra állítva pedig hosszú rések képezhetők.

Egy másik megoldásnál nagyon sok apró, négyzet alakú mikrorést vagy mikrotükröt helyeznek el mátrix elrendezésben egymás mellé. Az egyes rések nyitása-zárása, illetve a tükrök billentése elektromos impulzusokkal történik (3.12. ábra). E szerkezetek előnye, hogy szinte tetszőleges elrendezésű réskombinációk alakíthatók ki. Több szomszédos mikrorés egyidejű megnyitásával létrehozott nagyobb résekben viszont a tartószerkezet kitakarását, illetve fényelhajlást okoz, ami csökkenti a spektrumvonalak kontrasztját. Szintén problémát jelenthet az ajtócskák rugalmasságát biztosító szerkezeti elemek között átszűrődő fény. Több mikrorés-mátrix mozaikszerű összekapcsolásával akár  $1000 \times 1000$  elemű,  $100 \times 100$  mm méretű maszkot is lehet készíteni.

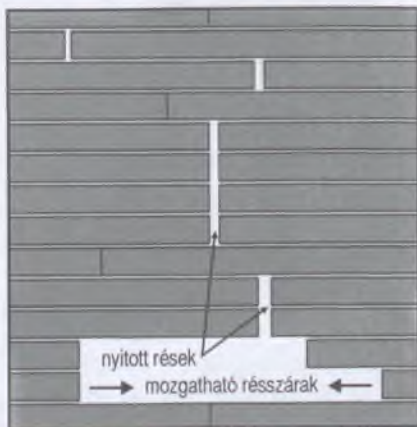
Nemcsak résekből, hanem üvegszálakból is lehet többet elhelyezni a távcső fókuszfelületén. Ennek legfontosabb előnye, hogy a spektrográf részét az egy sorban elrendezett üvegszálak helyettesítik, vagyis az objektumok látómezőbeli elhelyezésétől függetlenül, állandó és átfedések nélküli elrendezésben rögzíthetők a spektrumok.

További előnyt jelent, hogy:

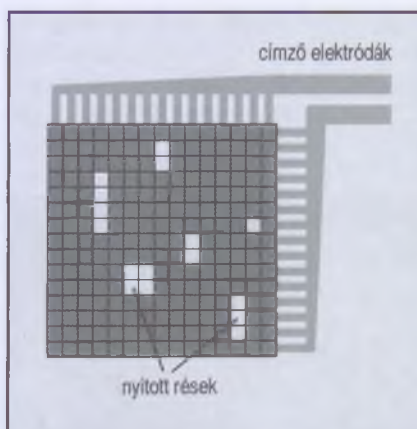
- a szálak nagy (akár  $3^\circ$ -os) látómezőben helyezhetők el;
- nagy pontosság érhető el, mivel az optikai szálak érzéketlenek a vezetési hibákra;
- a spektrográf a távcsőtől elkülönítve, ellenőrzött környezetben helyezhető el, és így nagy feloldás és nagy stabilitás érhető el.

Hátrányos azonban, hogy:

- égi háttér mintavételezése és levonása nehézkes;
- a szálba történő belépéskor és szálban haladva fényvesztés lép fel;
- nehézkes a kalibráció, mivel az üvegszálak egyenletes kivilágítása nem egyértelmű.



3.11. ábra. A csúszóréses maszk működésének elve



3.12. ábra. Mikrorés mátrix vázlatja (balra). A jobb oldali kinagyított fényképrészleten egy tű hegyével megnyitott rész látható

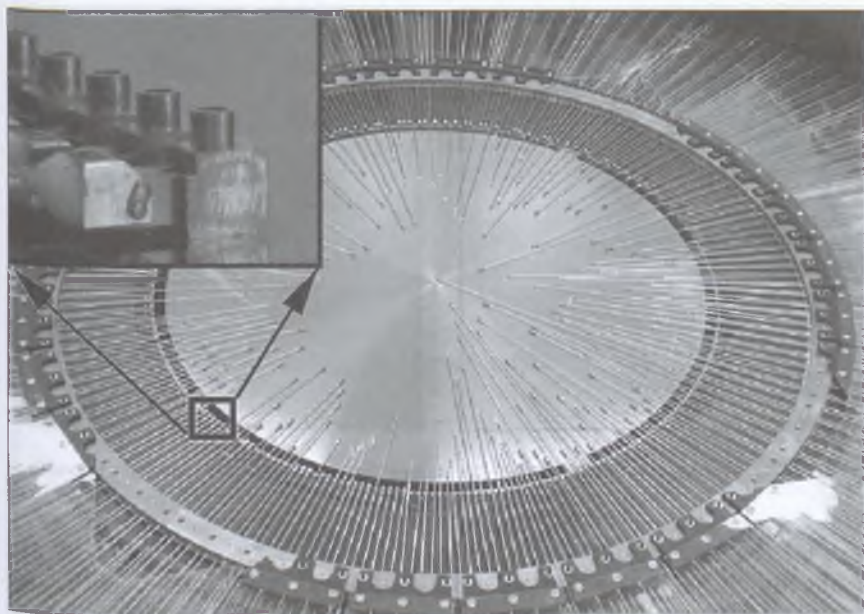
Az optikai szálaknak a mérés alatti rögzítésére és mérések közötti átrendezésére több módszer is használatos. A *Sloan Digital Sky Survey (SDSS)* spektrográfjainak 640 optikai szálát kézzel helyezték el az objektumok pozíciója alapján előre kifűrt alumínium lemezekbe (3.13. ábra). Ez a megoldás olcsó, hiszen gyakorlott munkatársak egy óra alatt akár 600 szálát is el tudnak helyezni, igen kis hibaszázalékkal.

A robotokkal végzett pozicionálás alapfeltétele, hogy a szálak oldható kötással legyenek a fókuszfelülethez rögzítve. Ezt jelenleg kis mágnesekkel oldják meg. A látómezőbe sugár irányban befutó szálak (3.14. ábra) végén egy kis, fémből készült gomb van, aminek alján található a mágnes, belsejében pedig egy kis prizma, ami a távcsőből érkező fényt a szálba vetíti. Az első pozicionáló robotok számára 400 szál elhelyezése egy órát vett igénybe, a legújabbnak egy hasonló feladat elvégzéséhez már csak néhány percre van szükségük.



3.13. ábra. Az üvegszálak behelyezése az egyik SDSS spektrográf lyukmaszkjába

A hangyászsün angol neve után elkeresztelt *Echidna* pozicionálóban a szálak nem sugárirányban, oldalról lépnek be, hanem – a kézi pozicionáláshoz hasonlóan – a fókuszfelület mögött, a távcső optikai tengelyével párhuzamo-



3.14. ábra. Pozícionáló robot segítségével sugar irányban mozgatott üvegszálak

san futnak. Ennek köszönhetően egyenletesen lehet kitölteni a látómezőt. A 3.15 ábrán látható egy kinagyított tűske, aminek „tővében” három piezoelektromos mozgató található. Ezek képesek kis szögben megdőnteni a mágneses gömbcsuklóra erősített és megfelelően ellensúlyozott tűskét. Az autóantenna-szerűen egyre vékonyodó tűske belsejében fut az optikai szál. Mindegyik tűske vége egy 15 mm-es kör területén belül mozgatható, és  $10\ \mu\text{m}$ -es pontossággal állítható egy tetszőleges pontra. Mivel az optikai szálak vége szabadon van, nincs egy kiterjedt szerkezetbe ágyazva, a szomszédos szálak szinte egymás mellé is állíthatók, így közeli objektumokról is egyszerre készíthető színekép. Ezekkel az eszközökkel akár több száz objektum egyidejű spektrális vizsgálata is lehetővé válik.

## Képkalkáló spektroszkópia

Egy spektrográf távcsőre szerelése több órát, de akár egy napot is igénybe vehet. Ezért a távcsőtervezők arra törekcszenek, hogy minimálisra csökkentsék a műszerek cseréje okozta holtidőt, és egy éjszaka során többféle műszert is lehessen használni. A hatékonyság növelésének egy módja, hogy a képkalkáló érzékelőt és a spektrográfot egy műszerbe építik össze: ez a *képkalkáló spektrográf*.



3.15. ábra. A hangyászűn-pozicionáló egy tuskéje (balra), és egy 200 szálás pozicionáló berendezés összeszerelés közben (jobbra)

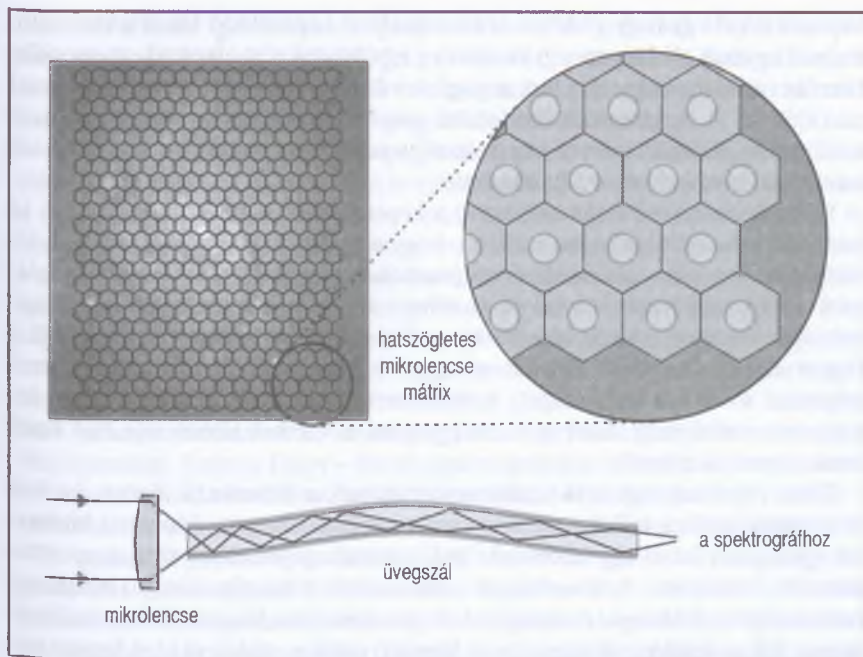
rográf. Ezekben a műszerekben a reflexiós rács síktükörré cserélhető, és így a kollimátor által párhuzamosított nyalábot a kamera optikája színbontás nélkül képezi le az érzékelőre. Áteresztő rács használatkor egyszerűen csak el kell távolítani a fényútból a színbontó elemet.

A szokásos megoldás szerint a spektrográf kollimátora és kameralencséje közé egy vagy több forgatható tárcsát tesznek. Az első tárcsa segítségével különféle egyenes áthaladású színbontó elemeket lehet beforgatni a fényútba. Egy pozíció azonban üresen marad a képkalkotó üzemmóddhoz. Az esetleges második tárcsával pedig fotometriai, vagy a spektrális rendeket elkülönítő szűrőket lehet kiválasztani. A tárcsák számának, illetve a tárcsákon belüli pozíciók számának a növelésével sokféle üzemmód használatára nyílik lehetőség, amelyek között nagyon gyorsan lehet váltani.

Igazi képkalkotó spektroszkópiának azonban inkább egy másik eljárás nevezhető, amikor egy objektum – például egy galaxis – képének minden egyes pontjáról színeképet készítünk. Ezt nevezhetnénk „három dimenziós képkalkotásnak” (két égi koordináta valamint hullámhossz), vagy „kétdimenziós spektroszkópiának” is. A spektrumokból aztán tetszőleges hullámhosszra – hullámhossztartományra – elkészíthető az objektumnak az adott színben látszó képe. Azt is megvizsgálhatjuk, hogy egy kiválasztott színeképvonal mekkora eltolódást mutat az alaphelyzetétől az egyes képpontok spektrumaiban. Ebből a vizsgált hullámhosszon előállíthatjuk az objektum radiális sebesség-térképét.

Az *összevont látómező (integral field) spektroszkópia* lelke egy üvegszálakból álló köteg, a távcső fókuszfelületén összegyűjti az égbolt egy kis, kétdimenziós területéről fényt. Az üvegszálak belépő felülete igen kicsi, és az egyes





3.16. ábra. Az összevont látómező spektroszkópia

üvegszálak a köpeny és védőburok miatt nem is tudnak pontosan egymás mellé kerülni, ami fényvesztéssel jár. Az optimális fényhasznosítás érdekében tehát a szálak elé hatszög alakú, méhsejtszerűen elrendezett mikrolencse-rendszert illesztnek (3.16. ábra). Ez gondoskodik arról, hogy a vizsgált területről minden foton szinte veszteség nélkül a szálak magjába jusson. Az üvegszálak másik végét – a színeképek átfedésének elkerülése érdekében – egy vonalban rendezve csatlakoztatják a spektrográfhoz, vagy esetleg szétosztják több spektrográf között.

A képszeletelő (*image slicing*) spektroszkópia a többréses megoldáshoz hasonlít, azonban nem egymástól elkülönült objektumok hanem egy kétdimenziós kis égterület képét vetíti – felszeletelve – a spektrográfba. Így egy kétdimenziós égterület mindegyik részterületéről kapunk spektrális információt, de a már említett átfedések elkerülésére az egyes részterületek színeképeit tükrök segítségével a diszperzió irányára merőlegesen szétosztatják.

A távcső fókusz síkjában elhelyezett képszeletelő tükör apró, elnyúlt, téglalap alakú tükröző felületei egymáshoz képest el vannak forgatva, így a látómező egy-egy szeletét más irányokba vetítik. Egy második tükörrendszer ezeket a

képszeleteket egy hagyományos spektrográfhoz kapcsolódó kis résekre vetíti, melyek egymás alá helyezve gyakorlatilag egy hosszú rést alkotnak. A speciális tükröket általában egyetlen fém anyagú hordozón, finom gyémántszerszámmal alakítják ki. A megmunkált fémfelület azonban a látható tartományban nem kielégítő minőségű, ezért a képszeletelő spektroszkópia elsősorban a közeli infravörös tartományban alkalmazható.

Mind az összevont látómező, mind a képszeletelő spektroszkópia előnye (a háromdimenziós képalkotás mellett), hogy a látómező-elemek egyetlen kivilágítása nem okoz sebességmérési pontatlanságot, hiszen a szomszédos elemek alapján egyértelműen rekonstruálható az egyes alkotóelemek megvilágítottága. Továbbá a rossz légköri nyugodtság sem zavaró, hiszen nem kell a fényvesztés elkerülése érdekében nagyobb résszélességet választani, s ezzel lerontani a felbontóképességet. A kétdimenziós látómezőrészlet minden fotonja hasznosul, még akkor is, ha az egyes alkotóelemek látómezeje csak tized ívmásodperces méretű.

Több objektum egyidejű spektroszkópiájának a következő lépése, amikor nem egyes optikai szálakat, hanem optikai szálak kötegeit, összevont látómező egységeket lehet egy látómezőn belül tetszőlegesen elhelyezni, csoportba, mozaikba rendezni. A lehetőségek határai tehát a megfigyelhető Univerzum messzeségébe tolódnak, csak arról kell gondoskodni, hogy a jövő távcsőóriásainak fókuszfelületéből ezerszámra kigyózó optikai szálak végére jusson elegendő spektrográf.

## Interferometrikus módszerek

A teljesség érdekében szót kell ejtenünk három olyan spektrográftípusról, amelyek az interferencia elvén alapulnak. Ezek közül két módszer azonban csak fényes objektumok vizsgálatára használható.

A *Fourier-transzformációs spektrográf (FTS)* tulajdonképpen egy *Michelson-interferométer*, ami csillagfényvel működik. Monokromatikus fényforrást (például lézerefényt) használva, és az egyik kar tükrét mozgatva az érzékelő periodikusan erősítést jelez, amikor a két kar úthosszkülönbsége a műszert kivilágító fény hullámhosszának egész számú többszörösével egyenlő. Csillagfényt használva az intenzitás változása bonyolult, hiszen a fényben jelen lévő összes hullámhossz részt vesz az interferenciában, és minden tükrőhelyzetnél más és más hullámhosszra lép fel erősítés vagy kioltás. Az intenzitást a tükrő helyzetének függvényében megadó adatsorból azonban inverz Fourier-transzformációval visszaállítható a spektrum. A feloldóképesség a tükrő mozgási úthosszának növelésével javítható, és akár  $R > 500\,000$  is elérhető. A módszer hátránya, hogy a pontos méréshez az optikai elemek nagyfokú stabili-

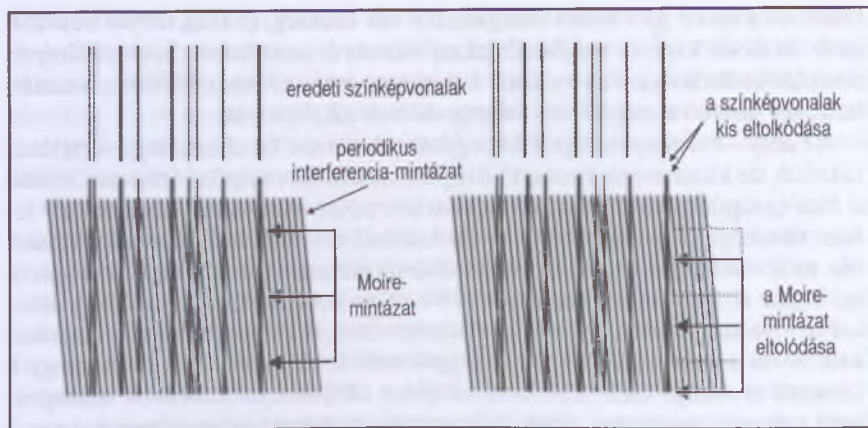
tására és a tükör igen finom mozgatására van szükség, és csak fényes objektumok esetében kapunk megfelelő jel/zaj viszonyú spektrumot. Spektrállámpák abszolút kalibrációjára és vonalaik feltérképezésére azonban kiválóan használható, így közvetve mégis több megfigyelésben alkalmazzák.

A Fabry – Perot-spektrográf két egymással szembe fordított, nagymértékben tükröző, de kicsit mégis áteresztő üveglemezből áll. A tükröző felületek között a fény „csapdába esik”, sokszoros visszaverődést szenved. A két tükröző felület távolsága piezoelektromos elven működő távtartókkal finoman állítható. Ha ez a távolság a beérkező fény hullámhosszának egész számú többszöröse, akkor erősítő interferencia jön létre és az adott hullámhosszú fény áthalad az optikai elemen. A spektrum készítéséhez az áthaladó fény intenzitását kell mérni a tükrök távolságának függvényében. A módszer korlátja, hogy a lemezek távolsága csak szűk tartományban állítható, és a 99%-ot is meghaladó reflexiós bevonatok miatt még erősítő interferencia esetében is nagy a fényvesztés. Ezért a Fabry – Perot-spektrográfokat szinte kizárólag emissziós vonalprofilok tanulmányozására használják. Mivel kiterjedt forrásokra is működik, korlátozottan használható képalkotó spektroszkópiai eljárásként is.

A harmadik módszer, a *külsőleg színbontott interferencia* (*Externally Dispersed Interferometry, EDI*) halványabb objektumokra is működik, azonban elsősorban radiálissebesség-információt szolgáltat. Hagyományos értelemben vett színekép készítéséhez több felvétel kombinálása szükséges. Előnye viszont, hogy egy közepes feloldóképességű spektrográfot egy Michelson-interferométerrel együtt alkalmazva a sebességmérés pontosságát 2–6-szorosára növelhetjük.

Az eljárás lényege, hogy a csillagról érkező fény a spektrográfba lépés előtt áthalad egy interferométeren, ami egy periodikus mintázatot vetít a színeképvonalakra a spektrográf detektorán. Ezt a sűrű, szabályos rácsozatot kis szögben megdöntik a spektrumvonalakhoz képest, úgy, hogy azzal Moire-mintázatot adjon (3.17. ábra). Ez a mintázat akkor is jól érzékelhető, ha a hagyományos spektroszkóp kisebb feloldóképessége miatt egy spektrumvonal elmosódott, vagy nem feloldott szoros kettős vonal. Ha a vizsgált színeképvonalak a Doppler-effektus miatt kis mértékben eltolódnak a diszperzió irányában, a Moire-mintázat megváltozik. Ez azonban a diszperzióra merőleges irányban, és a spektrumvonalak eltolódásánál jóval nagyobb mértékben mozdul el. Ezáltal felnagyítja a Doppler-effektus hatását, vagyis virtuálisan növeli a spektrográf felbontóképességét.

Természetesen e módszernél is szükség van referencia fényforrásra (ThAr lámpa vagy jódcella), mivel az interferenciával létrehozott sűrű mintázatot egy mérés folyamán pontosan egy helyben kell tartani. A módszer korlátja, hogy a vizsgált színeképvonalakat a diszperzióra merőleges irányban (például egy hengerlencsével) szét kell húzni, hogy a Moire-mintázat jól megfigyelhető legyen.



3.17. ábra. A külsőleg színbontott interferometria módszer

Ez pedig csökkenti a jel/zaj viszonyt, mivel ugyanazt a csillagfényt az érzékelő több képelemre húzzuk szét, így adott beérkező jelhez több képelem kioldási zaja adódik hozzá. Moire-mintázattól mentes, hagyományos spektrum pedig csak úgy kapható, hogy a sűrű interferencia-rácsot kis mértékben eltolva több színeképet készítünk, és ezeket egymással összekombináljuk.

1998-ban egy  $R = 20\,000$  feloldóképességű spektrográfort használva ilyen EDI módszerrel mutatták ki a Nap színeképeiben a Holdnak a Földre gyakorolt, 12 m/s-os gravitációs hatását. Néhány évvel ezelőtt pedig már közepes felbontású színeképelemzőkkel használva is m/s-os sebességmérési pontosságot értek el. Többobjektum-spektrográfokat is használtak már EDI-vel együtt.

Már volt szó arról, hogy amennyiben el akarunk érni egy adott felbontást, a távcsövek átmérőjével arányosan kell növelni a spektrográfok méretét. A jövő 20–50 méteres távcsöveinek így talán nem lesz más választásuk az  $R = 100\,000$  körüli felbontás elérésére, mint kisebb feloldóképességű műszerekkel alkalmazni az EDI módszert.

## Szín(kör)kép – spektrográfok ma és holnap

Ebben a részben a teljesség igénye nélkül megpróbálunk körképet adni a színeképelemzés mai és holnapi eszközeiről, röviden bemutatva néhány nagyobb obszervatórium spektrográfiáját, illetve valamilyen oknál fogva egyedinek, különlegesnek tekinthető műszerét.

A Keck Obszervatórium 10 m-es, szegmenstükrös teleszkópjait a XX. század utolsó éveiben vették használatba, és 2006-ban még ezek voltak a világ leg-

nagyobb optikai távcsövei. A Keck I. *HIRES* (*High Resolution Echelle Spectrograph*) műszere  $R = 30\,000\text{--}80\,000$  feloldású. A 2004-es korszerűsítése óta jódcellás technikával – bizonyos csillagokra – 1.5 m/s pontossággal tud radiális sebességet mérni. Ez elképesztő teljesítmény, hiszen fényévek százaira lévő objektumokban olyan mozgásokat is képes kimutatni, amelyek nem haladják meg egy gyalogos sebességét!

A Keck II. távcső Nasmyth-fókuszában működik a *DEIMOS* (*DEep Imaging Multi-Object Spectrograph*). A  $4 \times 2$  CCD-ből álló  $8000 \times 8000$  képpontos mozaik kamera képalkotó módban  $17' \times 5'$ -es látómezőt ad. Előre legyártott maszkok segítségével, közepes feloldás ( $R \sim 10\,000$ ) mellett pedig egyszerre akár 130 spektrumot is rögzíthet.

A *VLT* 8 méteres teleszkópjai egy egész sor kiváló műszert látnak el csillagfényvel. A *VIMOS* (*Visible Imaging Multi-Object Spectrograph*) képalkotó módban  $14' \times 14'$  látómezőt ad, amit a 4 db független, egyenként  $7' \times 7'$ -es területet lefedő optikai rendszer szolgáltat. Spektroszkópiai módban  $R = 300$  feloldásnál 750, míg  $R = 2000$  felbontásnál 150 rés helyezhető el a 4 maszkon, amelyekből egy éjszaka 8 látómezőre valót lehet elhelyezni az automatikus maszkváltóban. A 4 db, egyenként  $2000 \times 4000$  képpontos CCD detektor  $24\text{--}25^m$ -s objektumok színeképét is képes rögzíteni. Egy üvegszálköteg is rendelkezésre áll, mely 6400 ( $80 \times 80$ ) üvegszál segítségével a használt felbontástól függően  $54' \times 54' - 13' \times 13'$  égtérületet fed le, a mikrolencsés fénybecsatolás segítségével kevesebb, mint 10% fényvesztéssel.

A *FORS* (*FOcal Reducer and low dispersion Spectrograph*) műszerek a cserélhető maszkok mellett állítható réseket is tartalmaznak. A 19 rés mindössze 25 s alatt pozicionálható a  $7' \times 7'$ -es látómezőben.

A *FLAMES* (*Fibre Large Array Multi Element Spectrograph*) műszer három egységből áll: az üvegszálakat pozicionáló *OzPoz* robotból, valamint a közepes feloldású *GIRAFFE* és a nagy felbontású *UVES* spektrográfokból. Az *OzPoz* a Nasmyth-fókuszban működik, és négy lemeznek is helyet ad bár jelenleg csak kettőre helyeznek el szálakat. A holtidő a látómezők váltása között alig 15 perc. Egy lemez legfeljebb 560 optikai szálát tud fogadni, ezek közül 132 egyedi, a többi kisebb kötegekbe rendezve kerül elhelyezésre. Az *UVES* nagyfelbontású spektrográf ( $R = 47\,000$ ) mindössze  $7+1$  szálát használ, de készleletelével is ellátták. Maximális feloldása  $R = 110\,000$ .

Egy másik „születelő” a *SINFONI* (*Spectrograph for INtegral Field Observations in the Near Infrared*), mely 32 csikra vágja a választhatóan  $8'' \times 8''$ ,  $3'' \times 3''$  vagy  $0''.8 \times 0''.8$  nagyságú égtérületet. Minden egyes szeléből 64 egyedi spektrum készül, összesen  $32 \times 64$  képpontra (spektrumra) bontva a vizsgált égtérületet.

A VLT jelenlegi színeképelemző-palettáján mindezek mellett a közeli infravörösben, adaptív optikával működő Fabry–Perot-spektrográf is található (*NAOS–CONICA*).

Számos további műszer áll fejlesztés alatt. Ezek közül érdekes az *X-Shooter* elnevezésű, amely három spektrográfot foglal magában, és így egy objektumról egyidejűleg lesz képes az ultrabolygótól az infravörösig terjedő színeképet létrehozni. Az ESO azért szánta rá magát a visszafejlődésnek tűnő, egyszerű műszer megépítésére, mert tapasztalataik szerint a többfunkciós eszközök csökkentették ugyan a tudományos berendezések cseréjére szánt időt, de a bonyolult műszerek kalibrálása, karbantartása, beüzemelése sokkal több holtidőt eredményezett.

Másik említésre érdemes program a *MUSE (Multi Unit Spectroscopic Explorer)*, amely a VLT-re tervezett, második generációs műszerek egyike. Az  $1' \times 1'$ -es látómezőt optikai úton 24 „kisebb” spektrográf között osztják fel, és minden egyes spektrográf képszeletelő segítségével állít elő spektrumokat az egyes rész-látómezők részleteiről, összesen  $300 \times 300$  színeképet készítve a teljes látómezőről.

Úgy tűnik, a közeljövőben pénzügyi megfontolásokból egy-egy hatalmas spektrográf helyett inkább több kicsit építenek. Egy kisebb eszköz kevesebb objektum színeképet képes rögzíteni, és több műszeren elosztva ugyanazt a kutatási feladatot elvégzi az egy műszerből adódó homogenitás, az ilyen berendezés azonban gazdasági szempontból mégis előnyös. Egy óriásspektrográf megtervezése ugyanis több tízmillió dolláros ráfordítást is jelenthet, hiszen gyakorlatilag egyetlen példányban készülő prototípus kifejlesztéséről van szó. A gyártási költségek pedig az optikák átmérőjével hatványozottan növekednek. Egy nagy spektrográf költsége tehát tucatnyi kisebbre elegendő.

A 8 méteres *Gemini teleszkóp* adott otthont az első összevont látómezőjű spektrográfnak. A *GMOS (Gemini Multi-Object Spectrograph)* szintén többfunkciós berendezés: képalkotásra, cserélhető maszkos, többréses spektroszkópiára, valamint üvegszálal mérésre is alkalmas. A *bHROS (bench Mounted High Resolution Optical Spectrograph)* műszert 35 m hosszú üvegszálak kapcsolják a távcsőhöz. A  $0''.14$ -es „rés” mellett  $R = 150\,000$ -es feloldást ad. A színeképelemző működése közben a képalkotó módba állított GMOS végzi a vizsgált objektum követését.

A Gemini képszeletelő spektrográfja, a *GNIFS (Gemini's Near-infrared Integral Field Spectrometer)* közeli infravörös tartományban működik. Detektora 29 K-en üzemel, a teljes berendezést pedig 65 K-re kell lehűteni, ami 4–5 nap alatt érhető el. Az efféle, közeli-infravörösben történő, spektroszkópiai méréseket tehát jó előre meg kell tervezni.

A *RITMOS (Rochester Institute of Technology Multi-Object Spectrometer)* műszer lelke egy mikrotükör mátrix, ami  $848 \times 600$  db  $16 \times 16 \mu\text{m}$ -es tükröcskét

tartalmaz. Ezeket a vezérlő elektronika akár másodpercenként több ezerszer is képes lenne átbillenteni a két szélső helyzetük között. Az egyik állásban egy képkalkító rendszer felé, a másikban pedig egy színeképelemző optikai ágba továbbítják a távcsöből érkező fényt. A képkalkító ágba vetítve a fényt, ki lehet választani a spektroszkópiai mérés objektumait, területeit. Ezután a megfelelő tükröket átbillentik a spektroszkóp felé. A változatlan helyzetben maradt többi tükör segítségével pedig a színeképek készítése alatt is folyamatosan megfigyelhető a látómezőnek a spektroszkópiához nem használt része, így a pontos követés könnyedén megoldható.

Az Angol–Ausztrál Observatórium (AAO) műszerfejlesztői a már említett Echidna pozicionáló utódjaként hamarosan üzembe állítják az *AAOmega* berendezést, amely 392 különálló objektum, vagy egy 512 elemű,  $11'' \times 22''$  látómezejű üvegszál köteg színeképeinek rögzítésére lesz alkalmas, 21%-os fényhasznosítással.

Az 1.2/1.8/3.1 m-es UK-Schmidt teleszkóp az AAT-nél is nagyobb,  $6''$ -os látómezőt kínál a többobjektum-spektroszkópiához. A *6 degree Field (6dF)* pozicionáló robotot az optikai elrendezés miatt a fényútban helyezték el, ezért lényeges volt, hogy minél kisebb legyen a mérete. A robotkar nem a szokásos módon, két egymásra merőleges tengely mentén mozog, hanem a fókuszfelületnek megfelelően görbült karon sugár–szög irányban forog és csúszkál. Jelenleg 150 üvegszálal kezel, de a tervekben szerepel egy olyan szerkezet, amely akár egy perc alatt pozicionálna 2250 üvegszálal a 300 mm átmérőjű fókuszfelületen.

A jövőbe mutató tervekben persze nem akad hiány. A Gemini teleszkópra tervezett *KAOS (Kilo-Aperture Optical Spectrograph)* tuskék segítségével mozgatható 5000 optikai szálal. A spektrográf négy tagú korrektorának legnagyobb lencséje 1.2 m átmérőjű lenne, ami a jelenlegi összes megcsiszolt lencsénél nagyobb. A 60 méter hosszban futó üvegszálak pedig 12 spektrográfot látnának el csillagfényel.

A legkevesebb persze nem csak a 8–10 m-es távcsövekhez kapcsolhatók, a kisebb műszerek között is találunk különlegeseket. A legnagyobb égterületet lefedő, összevont látómező egység például a 3.5 m-es Calar Alto-i Zeiss-távcsövön található. Ez a 330 szálból álló üvegszál köteg  $74' \times 65'$  égterületet mintavételez.

A radiális sebességek mérésének pontosságát tekintve az ESO 3.6 m-es La Sillán található távcsöve és *HARPS* spektrográfja a HIRES-nél is pontosabb, rövid időintervallumban 0.2 m/s, éves távlatban pedig 1 m/s pontosságú méréseket szolgáltat. A rendkívüli pontosságnak több összetevője van. A műszert feloldása  $R = 115\,000$ , egyidejűleg rögzítenek 72 spektrális rendet és egy ThAr referencia színeképet. A berendezést vákuumtartályban helyezték el és a hőmérsékletet órák időskálán 0.001 K, éves szinten pedig 0.01 K pontossággal állandó értéken tartják. A műszer teljesítőképességét és az elért tudományos

eredményeket dicséri, hogy több kutatócsoport exobolygó-kereső programjához a HARPS-on alapuló spektrográfot tervez. A *Harvard egyetem* például a HARPS majdnem pontos (kissé továbbfejlesztett) mását építi, melyet a 4.2 m-es *William Herschel-teleszkóphoz* csatolva kutatnak exobolygók után az északi égbolton.

A 6.5 méteres MMT pozicionáló robotjának, valamint két spektrográfiájának (*Hectospec* és *Hectochelle*) építésében és használatában személyesen is részt vettem. A pozicionáló az  $1^\circ$ -os látómezőben alig 5 perc alatt képes elhelyezni 300 optikai szálát (3.14. ábra). A 30 m hosszú fényvezetők egy külön szobába futnak, ahol a két spektrográf áll, s egyikről a másikra alig 15 perc alatt átszerelhetők a hosszú résként egymás mellé rendezett optikai szálak. A *Hectospec* akár a teljes vizuális tartományt is képes lefedni alacsony illetve közepes feloldás mellett, míg a *Hectochelle*  $R = 34\,000$ -es felbontóképességével km/s alatti sebességek mérésére is alkalmas.

## Zárszó

A csillagászati spektroszkópia és annak műszerei töretlenül fejlődnek, hatalmas mennyiségű információt szolgáltatva az Univerzum igen távoli részeiről is. Ma már rutinszerűen működnek egyszerre több száz objektumról szinképet rögzítő spektrográfok, és a holnap műszerei már egy időben több ezer célpontról készülő spektrumot ígérnek. A háromdimenziós, az összevont látómezőjű vagy a képszeletelő spektroszkópia kiterjedt objektumokban lezajló mozgásokat tesz láthatóvá a csillagászok számára. A jelenleg fejlesztés alatt álló, illetve tervezett műszerek segítségével már nem csak galaxishalmazok dinamikája, az egyes galaxisok sebessége, hanem egy galaxison belüli mozgások is feltérképezhetők lesznek. Néhány éjszaka alatt korábban elképzelhetetlen mennyiségű információt gyűjthetünk, ami új kutatási területeket nyithat meg korunk csillagászai számára.



## Csák Balázs–Kiss László–Vinkó József

# Katakлизмikus változócsillagok

A kínai csillagászok által 1054-ben, a Bika csillagképben megfigyelt „vendégcsillag” megjelenése után megnövekedett az érdeklődés a hirtelen felfényesedő „új csillagok” iránt. Európában elsőként TYCHO BRAHE észlelt ilyen jelenséget 1572-ben, a következőt pedig KEPLER 1604-ben. Mindketten *Nova Stellának* keresztelték el az általuk megfigyelt objektumot, ami megtévesztő, mert két különböző eseményről van szó. A következő századokban az égbolt rendszeres megfigyelői már egyre-másra fedeztek fel véletlenszerűen megjelenő új csillagokat, ezek azonban lényegesen halványabbak voltak Tycho vagy Kepler csillagánál, és jóval rövidebb idő alatt el is tűntek. Ennek ellenére minden ilyen csillagot *nóvának* neveztek el, hiszen alapvetően a híres *Nova Stellákhoz* hasonlóknak tűntek.

A 17–18. századból mindössze négy nóvafelfedezésről tudunk, mindegyiket véletlenül pillantották meg az eget kellelők. A 19. században azonban egyre több csillagász kezdett tudatos égboltfelmérésbe, eleinte vizuális, később fotografikus eszközökkel. Egyikük, az angol JOHN RUSSELL HIND ugyan kisbolygókat kívánt felfedezni, de eközben számos változócsillagot talált, köztük 1848-ban a *Nova Ophiuchit* (ma *V841 Oph*). Hind 1855-ben észrevette, hogy az *U Geminorum* időnként 1–2 nap alatt több magnitúdóval felfényesedik, majd néhány hét alatt újra elhalványul. A fényváltozása tehát hasonló egy nőváéhoz, azzal a lényeges különbséggel, hogy a felfényesedés pár hónapon belül újra és újra ismétlődik. Az ilyen objektumok mai elnevezése *törpenóva*, ahol a „törpe” jelző elsősorban a fényváltozás mértékére utal, ami sokkal kisebb, mint a valódi nóváké.

1866-ban WILLIAM HUGGINS angol csillagász a *Corona Borealis* csillagképben megjelent új nóvát a távcsőre szerelt színeképelemző berendezéssel is megvizsgálta. Megdöbbenve tapasztalta, hogy az objektum spektruma nagyon különbözik a közönséges csillagokétól: a halvány, folytonos színeképben, a *kontinuumban* fényes emissziós vonalak jelennek meg. A planetáris ködök és a diffúz gázködök mutatnak hasonló színeképet. Huggins néhány észlelés alapján – helyesen – arra következtetett, hogy a fényes vonalak hidrogén jelenlétére utalnak, melyet a csillag valamilyen robbanás következtében dobott ki magából. Ezekre a robbanásos folyamatokra utal a *katakлизмikus változócsillag* elnevezés.

A 20. század első évtizedeiben szinte vérre menő vita folyt a spirálködök mibenlétéről. HARLOW SHAPLEY ÉS HEBER CURTIS 1920-as „nagy vitájában” Shapley az Androméda-ködben feltűnt 1885-ös nóvát, az *S Andromedae* is felhasználta annak bizonyítására, hogy az Androméda-köd egy közeli, forgó gázköd, amiből csillag születik. Curtis viszont azzal érvelt, hogy ő az Androméda-ködben nem egy, hanem számos nóvaszerű felfényesedést talált, ezek azonban sokkal halványabbak voltak, tehát az *S Andromedae* nem lehet közönséges nóva.

A vitát ezúttal sem az érvek, hanem a tények döntötték el. EDWIN HUBBLE 1930-ban bebizonyította, hogy az Androméda-köd nem gázfelhő, hanem milliárdnyi csillagból álló távoli galaxis. Erre alapozva 1934-ben WALTER BAADÉ ÉS FRITZ ZWICKY kimutatta, hogy az elsőként felfedezett új csillagok nem nóvák, hanem a katakliztikus változók egyik különleges altípusába tartozó *szupernóvák*, melyek a közönséges nóvákénál 10–12<sup>m</sup>-val nagyobb fényességmaximumot érnek el.

A 20. század közepe óta a szakcsillagászoktól egyre inkább az amatőrök vették át a nóvakeresést és -felfedezést. A japán amatőrcsillagászok mellett korunk legaktívabb nóvavadásza a Chilében élő WILLIAM LILLER, egykori csillagászprofesszor, aki 1983-as nyugdíjba vonulása óta közel negyven nóvát fedezett fel a Tejútrendszerben és a Magellán-felhőkben. A váratlanul feltűnő nóvakitörések jelentős részét azonban mind a mai napig vizuális észlelők veszik észre először, sokszor teljesen véletlenül (például PETER WILLIAMS ausztrál amatőr a *Nova Ophiuchi 2006*-ot egy változócsillag észlelése közben fedezte fel).

A 20. századból összesen 12 db 3<sup>m</sup>-nál fényesebb nóvakitörésről tudunk. Ezeket a jelenségeket nem lehet előre jelezni, ezért nem meglepő az amatőrcsillagászok túlsúlya a felfedezésekben. A legutóbbi évek megfigyelőcsillagászati újdonsága az automata robottávcsövek egyre szélesebb körű alkalmazása. 2002 óta a lengyel–amerikai ASAS<sup>1</sup> projekt egyre több nóvát fedezett fel a déli égen. Várható tehát, hogy a hirtelen kifényesedő csillagok keresésében az amatőrök mellé a számítógép vezérelésű kisműszerek is felzárkóznak.

Mai ismereteink szerint a katakliztikus változócsillagok közé a következő objektumtípusok tartoznak: *szupernóvák*, *nóvák*, *törpenóvák*, *polárok* és *átmeneti polárok*, valamint *szimbiotikus csillagok*. A szupernóvákról részletes összefoglaló cikk jelent meg a 2001-es Csillagászati évkönyvben<sup>2</sup>, ezért a továbbiakban csak a többi típus általános jellemzőit tekintjük át.

---

1. All-Sky Automated Survey – Automatikus Teljes Égbolt Felmérés  
2. VINKÓ J. – KISS L. – SÁRNECZKY K. – FÜRÉSZ G. – CSÁK B. – SZATMÁRY K.: Szupernóvák. *Csillagászati évkönyv 2001*, 218. o.

## Alapvető tulajdonságok

A kataklimikus változócsillagok legfontosabb közös jellemzője az, hogy mindegyikük kölcsönható kettőscsillag. A rendszer főkomponense fehér törpe, a mellékkomponens pedig kis tömegű fősorozati csillag, illetve a szimbiotikus csillagoknál és egyes nővárnál vörös óriás. A mellékkomponens teljesen kitölti a *Roche-tartományát*, és az  $L_1$  belső Lagrange-ponton keresztül anyagot ad át a főkomponensnek. Az átáramló anyag a perdületmegmaradás miatt nem hullik azonnal a fehér törpe felszínére, hanem akörül keringve egy *anyagbefogási (akkréciós) korongot* alkot. Az anyagáram ebbe a korongba ütközve lelassul, mozgási energiája hővé alakul, ezért a becsapódás helye körül egy forró folt jön létre. A kataklimikus változócsillagok általános modelljéről készített fantáziakép a színes mellékletben látható (18. kép).

Ebben a bonyolult dinamikai rendszerben az anyagáramlásban jelentkező ingadozások instabilitáshoz, felfűtődéshez, időnként robbanáshoz vezetnek, amit mi a kataklimikus változó kitöréseként észlelünk. A különböző típusú kataklimikus változóknál a kitörés forrása lehet a forró folt, az anyagbefogási korong, vagy éppen a fehér törpe felszíne. Érdekességként megjegyezzük, hogy jelenlegi tudásunk szerint az Ia típusú szupernóva-robbanások ugyanilyen felépítésű kettős rendszerben keletkeznek: az átáramló anyag miatt a fehér törpe tömege túllépi a Chandrasekhar-féle határtömeget, és a csillag gravitációs összeomlás következtében felrobban.

Ahhoz, hogy egy kis tömegű törpecsillag kitöltse a Roche-tartományát, a kettőscsillag két komponensének igen közel kell lennie egymáshoz. A III. Kepler-törvényből következik, hogy emiatt a kataklimikus változók keringési periódusa igen rövid, általában 0.06 nap (90 perc) és 0.6 nap (14 óra) közötti. Ezekben a rendszerekben a luminozitás főként az anyagátáramlás során felszabaduló gravitációs energiából származó *anyagbefogási (akkréciós) luminozitás*:

$$L = \frac{G \mathcal{M}_1 \dot{\mathcal{M}}}{R_1}, \quad (1)$$

ahol  $G$  a gravitációs állandó,  $\mathcal{M}_1$  és  $R_1$  a fehér törpe tömege és sugara,  $\dot{\mathcal{M}}$  az *anyagátadási ráta*, az egységnyi idő alatt átáramló tömeg.  $\mathcal{M}_1 \sim 0.6 M_\odot$ ,  $R_1 \sim 10^4$  km és  $\dot{\mathcal{M}} \sim 10^{-9} M_\odot/\text{év}$  feltételezéssel  $L \approx 1 L_\odot$  adódik.

A fehér törpe felszíne és az átáramló anyag által létrehozott forró folt rendkívül magas hőmérsékletű:  $T \sim 10^5 - 10^6$  K, a kataklimikus változók tehát erős ultraibolya- és röntgensugárzó objektumok. Emiatt kedvelt célpontjai a nagy energiájú sugárzást detektáló űreszközökkel – például a *Chandra* űrteleszkóppal – folytatott vizsgálatoknak.

## Nóvák

A nóvákban a robbanásszerű felfényesedést a fehér törpe komponens felszínén beinduló termonukleáris reakció okozza. Ahogy az átadott anyag felgyülemlik az anyagbefogási korong alján, a nyomás és a hőmérséklet egyre nő. Egy bizonyos határértéket elérve hirtelen beindul a H–He fúzió – ez a *nukleáris megszaladás* jelensége, melynek eredményeként egy hidrogénbomba táguló tűzgömbjéhez hasonlóan, a fehér törpe tömegének mintegy 0.01%-a lerobban a felszínről. A felfényesedés a látható színek tartományban átlagosan  $7-12^m$ , szélsőséges esetekben viszont akár a  $20^m$ -t is elérheti. A fényességmaximum után a nóva lassan halványodik, és néhány év alatt visszatér a robbanás előtti állapotába.

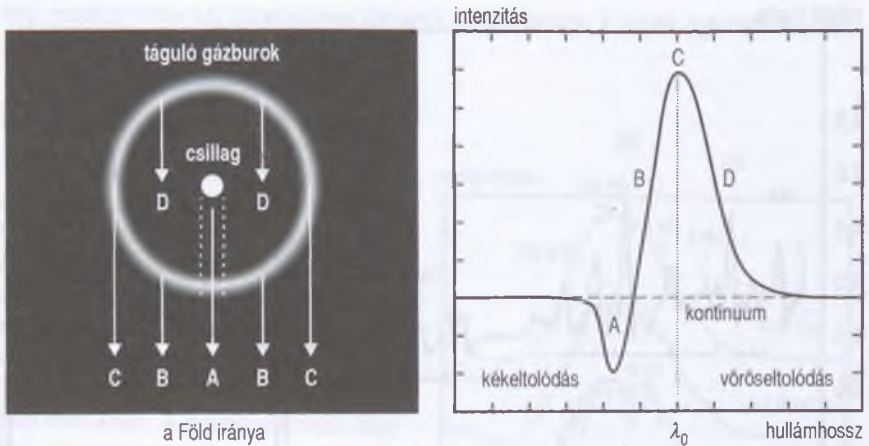
Mivel a kettős rendszer mindkét csillaga nagyobb károsodás nélkül átvészeli a robbanást, a folyamat kezdődik előlről: beindul a tömegátadás, kialakul az akkréciós korong, és a fehér törpe felszínén lassan újra emelkedni kezd a hőmérséklet és a nyomás.

A modellek szerint a nóvakitörések jellemzően 10 000 év nagyságrendű időközönként ismétlődhetnek, kivéve a kisszámú visszatérő nóvát, amelyekben 10–50 évente történnek robbanások. A visszatérő nóvaktól való egyértelműbb megkülönböztetés miatt a többit, amelyek évezredek időskálán ismétlik kitöréseiket, *klasszikus nóvának* is szokták nevezni.

Jelenleg a Tejútrendszerben mindössze 9 visszatérő nóvát ismerünk, a Nagy Magellán-felhőben pedig kettőt. A felfedezésük óta eltelt 100–150 évben a legtöbb kitörést az *RS Ophiuchi* (6 kitörés), az *U Scorpii* (6 kitörés) és a *T Pyxidis* (5 kitörés) produkálta. Az elméleti modell szerint 100 évnél rövidebb idő alatt akkor gyűlik össze elegendő anyag a nukleáris megszaladáshoz, ha a fehér törpe tömege nagyobb  $1.3 M_{\odot}$ -nél, és a két csillag közötti tömegátadás üteme pedig meghaladja  $10^{-8} M_{\odot}/\text{év}$  értéket.

## Színképek

A kataklimikus változók valódi természetét, fizikai jellemzőit a színképük alapján lehet megérteni. A nóvarobbanások esetében is sok függ attól, hogy a robbanás milyen fázisában sikerült felfedezni a csillagot. A kezdeti, legfeljebb néhány napig tartó szakaszban egy optikailag átlátszatlan, táguló és hűlő gázhéj színképét látjuk, széles elnyelési vonalakkal, amelyeknél néha összetett, P Cygni-profil láthatunk (*4.1. ábra*). Ezután intenzív, gyakran többszörös P Cygni-profil mutató emissziós vonalak jelennek meg, melyek közül a hidrogén, a hélium, az oxigén, a vas, a nitrogén és a neon vonalai a legerősebbek, az



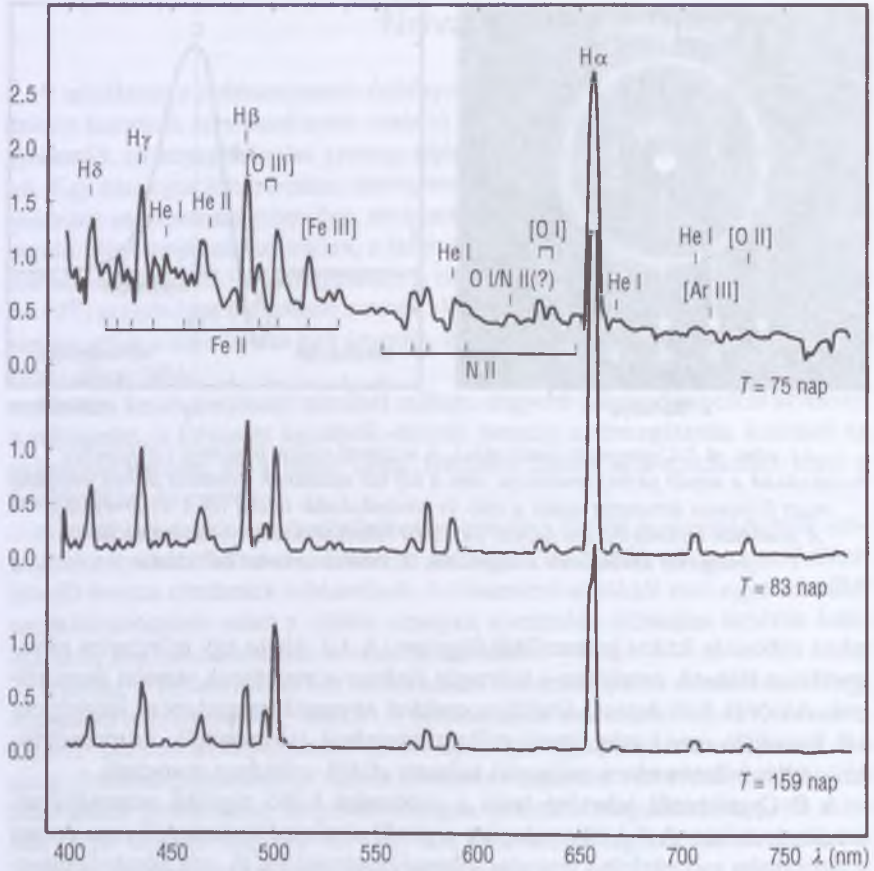
4.1. ábra. A P Cygni-profil kialakulása. A központi csillag folytonos színképehez hozzáadódik a táguló gázhéj emissziója, ami a héj két oldalának ellentétes irányú mozgása miatt folytonos átmenetet mutat a kék- és vöröseltolódás között (B, C és D régiók). A pontosan látóirányba eső héjrész (A régió) kékeltolódott elnyelése hozza létre a jellegzetes abszorpciós komponenst az emissziós vonal bal oldalán

adott robbanás fizikai jellemzőitől függően. A 4.2. ábrán egy jellegzetes nóvaspektrum látható, amelyben a hidrogén Balmer-sorozatának vonalai dominálnak. A nóvák felfedezését általában ezekkel az egyedi megjelenésű színképekkel igazolják, mivel más típusú csillagrobbanások (törpenóvák, szupernóvák, héliumhéj-fellobbanásos csillagok) teljesen eltérő színképet mutatnak.

A P Cygni-profil lehetővé teszi a robbanási felhő tágulási sebességének meghatározását. A 4.1. ábra alapján a profil abszorpciós komponense éppen a látóirányba eső gázfelhő mozgási sebességével tolódik el, ami gömbszimmetrikus robbanást feltételezve pontosan megegyezik a gázhéj tágulási sebességével. Nóvákban a tipikus tágulási sebesség 500 és 3500 km/s közé esik, ami kb. tízszer kisebb a szupernóvákban mérhető értéknél.

A gázhéj tágulásával a P Cygni-profil fokozatosan gyengül (hiszen egyre kevesebb anyag mozog pontosan a látóirányba), és a megfigyelések szerint a különböző elemek vonalaihoz más-más sebességek is tartozhatnak. Egy jellemző példát a nóvák emissziós vonalainak időfejlődésére a *CI Aql*  $H\alpha$ -vonálával a 4.3. ábrán mutatunk be. A spektrumok a maximális fényesség előtt 0.6 nap és a maximum utáni 53. nap között készültek. Jól látszik, hogy a kezdetben közel szimmetrikus emissziós vonal néhány nap után P Cygni-profilúvá fejlődött. Pár héttel később a P Cygni-profil eltűnt, a megmaradt emissziós vonal két csúcsa a táguló gázhéj közeledő illetve távolodó falából származott.

relatív fluxus



4.2. ábra. A V4745 Sgr optikai színképe 75, 83 és 159 nappal a maximális fényesség után

A nóvaspektrumok modern osztályozását R. E. WILLIAMS alkotta meg az 1990-es években. Ez az osztályozás a fizikai különbségek alapján sorolja be a csillagokat. Legtöbb nóva két csoportba esik: az *Fe II* típusú nóvákban a maximum idején nagyon erősek az egyszerűen ionizált vas vonalai, jellemző ledobódási sebességük 1000–3500 km/s közé esik. A *He/N* típusú nóvákban a hélium és nitrogén semleges és alacsony ionizációs fokú vonalai jelentkeznek, általában 2500 km/s-nál nagyobb tágulási sebességgel. A háttérben álló fizikai kép szerint az *Fe II* típusú nóvák gázfelhőjét a fehér törpéről kiinduló, viszonylag folytonos csillagszél dobja le, míg a *He/N* nóvákban egy különálló

héj, esetleg több héj formájában történik a kidobódás. Utóbbi esetben a héjak sebessége akár különbözhet is.

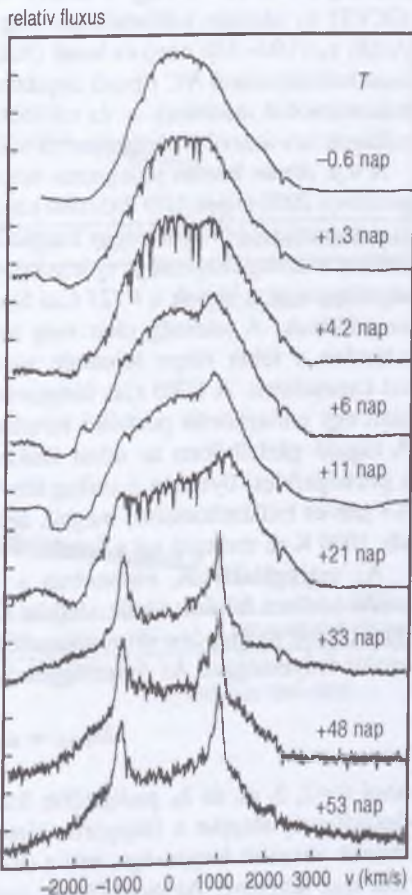
## Fénygörbék

A klasszikus nóvákban a spektrumhoz hasonlóan a fényesség időbeli változását mutató fénygörbe is nagyon jellegzetes alakú. A felfényesedés—maximum—elháványodás menete nagyon hasonló minden nóvarobbanásban, a fényességváltozás időskálája azonban széles tartományban változhat. A nóvákat ennek alapján különböző sebességosztályokba sorolhatjuk.

A nukleáris megszaladás során a fényesség robbanásszerűen nő, ami kirajzolja a fénygörbe felszálló ágát. Eddig nagyon kevés nóvát sikerült a felszálló ág elején felfedezni – ilyen volt a *V1500 Cyg*, vagy a *Nova LMC 1991*. Az azonban bizonyosnak látszik, hogy a fényesedés 1–3 napnál nem tart tovább. A *V1500 Cyg* esetében a  $20^m$ -t meghaladó felfényesedés 1 napnál rövidebb idő alatt következett be. A maximum előtt általában rövid időre lelassul a fényesség növekedése, majd a maximumot egy sokkal hosszabb időtartamú leszálló ág követi.

Fontos megjegyezni, hogy az optikai fénygörbék nem tükrözik a fúziós reakciók valódi időtartamát. Az űrből végzett ultraibolya és röntgenmérések alapján a nóváknak a teljes

elektromágneses színképben mutatott sugárzási teljesítménye a robbanást követően hónapokig közel állandó. A vizuális fényesség csökkenését az okozza, hogy az idő múlásával a táguló gázburok ritkul, és a sugárzás az egyre mélyeb-



4.3. ábra. A *CI Aql* H-alfa vonalának időbeli fejlődése a 2000. évi kitörés során

ben fekvő, vagyis egyre forróbb rétegekből képes kijutni. A csillag sugárzásának maximuma tehát a láthatóból az ultraibolya tartományba tolódik el.

A maximum utáni halványodás sebességének jellemzésére a  $t_n$  paramétert szokás használni, ami az  $n$  magnitúdónyi halványodáshoz szükséges időtartam napokban ( $n=2$  vagy  $3$  lehet). A *Változócsillagok Általános Katalógusa* (GCVS)  $t_3$  alapján különbözteti meg a gyors (NA,  $t_3 < 100$  nap), átmeneti (NAB,  $t_3 = 100-150$  nap) és lassú (NB,  $t_3 > 150$  nap) nóvákat, illetve a nagyon lassú halványodású NC típusú objektumokat, melyek akár 10 évig is elhúzódó maximumokat mutatnak – és valójában a Z And típusú szimbiotikus változócsillagok nóvaszerű kitéréseihez társíthatók.

A 4.4. ábrán három jellegzetes nóvafénygörbét mutatunk be. A V1494 Aql esetében 2000 elején (JD 2451600 körül) a fénygörbe látszólag nagyobb szórása a klasszikus nóvák mintegy harmadában jelentkező átmeneti fázist mutatja, amikor a csillag fényessége  $t_2$ -höz közeli időskálán ingadozik. Hasonló fényességváltozásokat látunk a V723 Cas fénygörbéjében is, ám ezek sokkal kevésbé ismétlődnek. A jelenség okát még nem ismerjük teljes biztonsággal, de feltehetően a fehér törpe felszínén aktívan zajló fúziós reakciók instabilitásával kapcsolatos. A V705 Cas fénygörbéje érdekes mély minimumot tartalmaz, amit egy csillagközi porfelhő hirtelen kialakulása, majd szétoszlása okozott. A táguló gázfelhőben az adott fizikai körülmények között hirtelen beindult a porképződés. Ilyenkor a csillag fényessége az infravörös tartományban ( $3-3.5 \mu\text{m}$ -es hullámhosszon) megnő, ami jelzi, hogy a por által elnyelt sugárzás kb. 1000 K-re melegíti fel a felhőt.

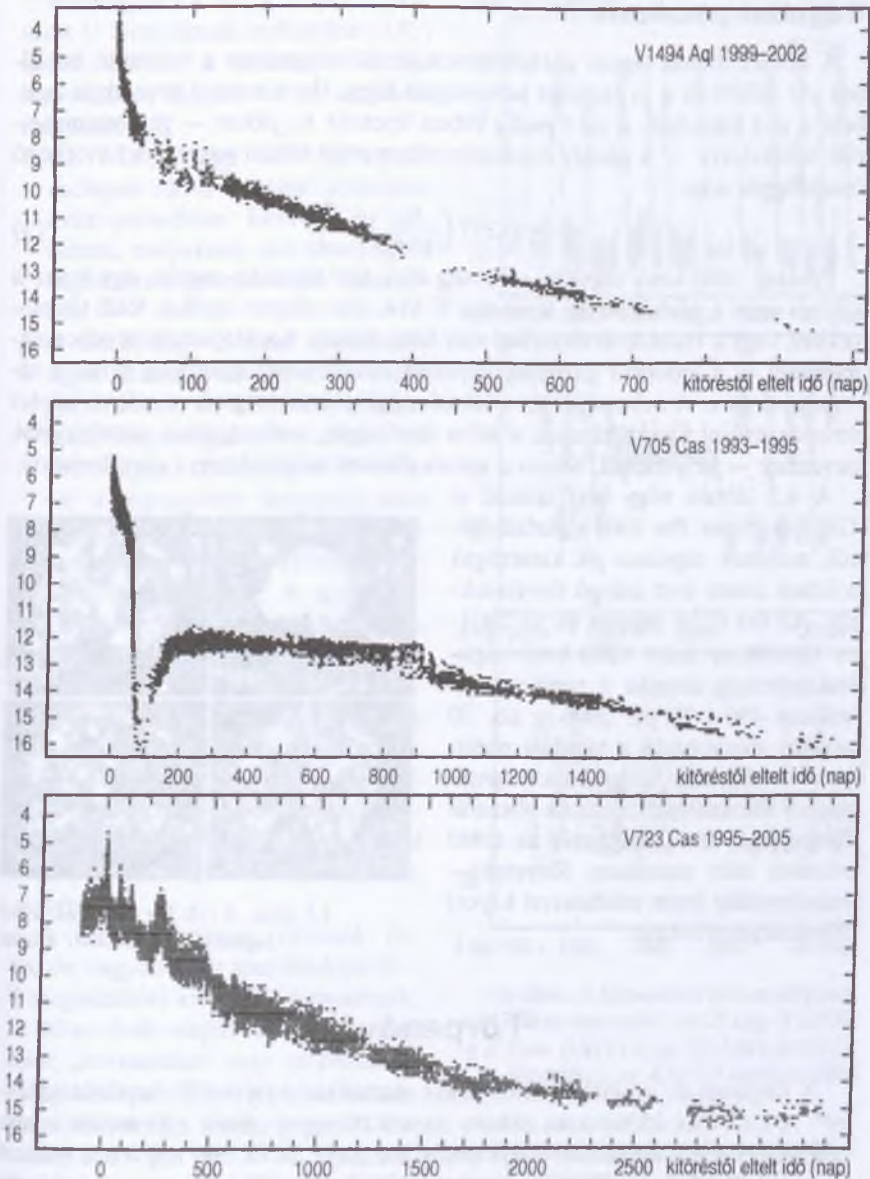
Az extragalaktikus, elsősorban a Nagy Magellán-felhőben és az Androméda-ködben feltűnt nóvák alapján mutatták ki, hogy a fénygörbe halványodási üteme meglepően szoros kapcsolatot mutat a maximumban mérhető abszolút fényességgel. Az összefüggés általános formája

$$M_{\max} = a_n \log t_n + b_n, \quad (2)$$

ahol  $n=2, 3$ ,  $a_n$  és  $b_n$  pedig több fotometriai sávra kalibrált együtthatók. Az összefüggés alapján a fénygörbe kimérésével megbecsülhető a nóva maximumának abszolút fényessége, ami a látszó fényességgel összevetve távolságbecslést tesz lehetővé. Az összefüggés azonban elég nagy szórású, általában legalább  $1^m$  a becsült abszolút fényesség bizonytalansága, így a számított távolságok is legalább egy kettes szorzó erejéig bizonytalanok.



látszó fényesség (m)



4.4. ábra. Két gyors (V1494 Aql, V705 Cas) és egy lassú (V723 Cas) növa vizuális fénygörbéje

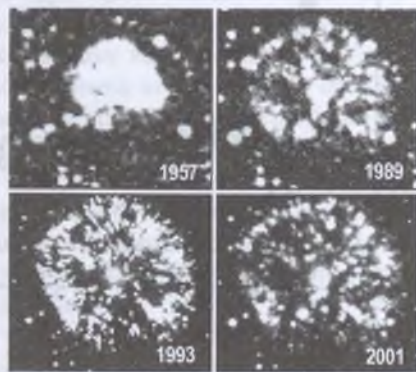
## Tágulási parallaxis

A nóvarobbanás táguló gázfelhőjének látszó szögmérete a robbanás óta eltelt  $\Delta t$  időtől és a  $v_t$  tágulási sebességtől függ. Ha a nóva  $d$  távolságát kpc-ben, a  $v_t$ -t km/s-ban, a  $\Delta t$ -t pedig évben fejezzük ki, akkor – gömbszimmetriát feltételezve – a gázhéj ívmásodpercben mért látszó sugarát a következő összefüggés adja:

$$\vartheta_r = 0.207 \left( \frac{v_t}{1000} \right) \cdot \frac{\Delta t}{d}. \quad (3)$$

Például 1000 km/s tágulási sebesség és 1 kpc távolság esetén, egy évvel a kitörés után a gázhéj látszó átmérője  $0''.414$ , ami adaptív optikás földi távcsövekkel, vagy a Hubble-úrtávcsővel már felbontható. Spektroszkópiai sebességméréssel és a ledobott gázhéjak képének kimérésével lehetőség nyílik a távolságmérésre. A sebességet és a látszó szögátmérőt megmérve a fenti képlet átrendezésével kiszámíthatjuk a nóva távolságát, amit tágulási parallaxisnak neveznek – helytelenül, hiszen a mérés elvének semmi köze a parallaxishoz.

A 4.5. ábrán négy kép látható a *GK Per* (Nova Per 1901) gázfelhőjéről, melynek tágulása jól kimérhető a közel ötven évet átfogó felvételekről. Az évi  $0''.55$  tágulás és az 1901-es kitöréskor mért 1200 km/s tágulási sebesség alapján a rendszer távolsága  $450 \pm 70$  pc. 2006-ig kb. 50 nóvára alkalmazták a tágulási parallaxis módszerét. Az így kapott távolságból kiszámítható a nóvák abszolút fényessége, ami jól egyezik az előző részben leírt maximum fényesség–halványodási ütem módszerrel kapott fényességértékekkel.



4.5. ábra. A *GK Per* körüli gázfelhő tágulása 1957 és 2001 között

## Törpenóvák

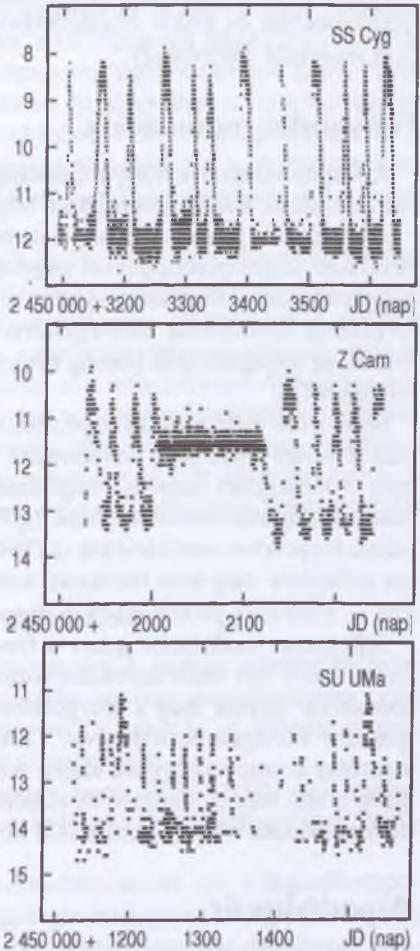
A törpenóvák ismétlődő kitöréseket mutatnak, melyeknek amplitúdója  $2-6^m$ . A kitörések időtartama néhány naptól 20 napig terjed, a kitörések ismétlődésének karakterisztikus ideje pedig általában 20 és 300 nap közé esik. A törpenóvák kivétel nélkül nem mágneses kataklizmikus változók, vagyis a fehér törpe főkomponens mágneses tere gyenge, nem befolyásolja lényegesen az anyagbefogás lezajlását.

Jelenleg a GCVS a törpenóvákat mint *U Gem* típusú csillagokat (*UG*) említi. Ezeket a hosszú időskálájú fényváltozás alapján három altípusra osztották fel:

1. Az *UGSS*, vagy *SS Cyg* típusú csillagok többé-kevésbé szabályos, kvázi-periodikus kitöréseket mutatnak, melyeknek oka az anyagbefogási korongban fellépő instabilitás.
2. A *UGZ*, vagy *Z Cam* típusú csillagok kitörései az *UG*-khez képes gyakoribbak, és időnként, a maximális fényesség elérése után, a lezálló ágon, körülbelül  $0^m.5$ – $0^m.8$ -val a legnagyobb fényesség alatt „beragadnak”, és akár tucatnyi ciklusidőn keresztül is ebben az állapotban maradnak. A szakirodalomban ezt az állapotot *fényállandósulásnak (standstill)* nevezik.
3. Az *UGSU*, vagy *SU UMa* típusú változók jellegzetessége, hogy a normál törpenóva-kitörések mellett időnként úgynevezett *szuperkitöréseket (superoutburst)* is produkálnak, melyek körülbelül  $0^m.7$ -val fényesebbek és 5–10-szer tovább is tartanak.

A *WZ Sge* típusú változók ritka, de nagyon nagy amplitúdójú (6–8 magnitúdós) kitöréseket mutatnak. A 90-es évek elején-dereacán ezekre mint „borzasztóan nagy amplitúdójú törpenóvákra” (*TOADs*) hivatkoztak, ám újabban úgy tűnik, hogy ezek a csillagok inkább az *UGSU* típus szélsőséges képviselőinek tekinthetők. Hasonlóképpen az *RZ LMi*, vagy *ER UMa* típusú változókhoz, amelyek meg nagyon rövid szuperkitörési ciklusukkal tűnnek ki a közönséges *SU UMa* csillagok közül.

látszó fényesség (m)



4.6. ábra. A törpenóvák három altípusának tipikus képviselői: az *SS Cyg* (*UGSS*), a *Z Cam* (*UGZ*) és az *SU UMa* (*UGSU*) fénygörbéje az *AAVSO* adatbázisából

Fontos még megemlíteni a *nóvaszerű*, vagy *UX UMa* csillagokat, melyek felépítésükben és fizikai jellemzőikben a törpenóvákra hasonlítanak, viszont nem mutatnak kitöréseket.

## Fénygörbe-modulációk

A törpenóvákban a hosszú időskálájú kitörési ciklus mellett jellegzetes, rövid időskálájú, kisebb amplitúdójú fényességváltozások is megfigyelhetők.

A leginkább jellemző, gyors, véletlenszerű változás, a *flickering*, amelynek periódusa másodperces-perces nagyságrendű, amplitúdója pedig század-tized magnitúdó, de néhány esetben akár az egy magnitúdót is elérheti. A flickering forrásának azonosítása nem egyszerű feladat, mivel egyaránt eredhet a forró foltról, az anyagbefogási korong bizonyos területeiről, vagy akár a fehér törpe felszínéről is.

Gyakoriak még a 8–40 s periódusú, nagyon kis amplitúdójú – gyakran csak Fourier-analízissel kimutatható – *törpenóva-oszcillációk (DNO)*, valamint a lényegesen nagyobb amplitúdójú, hosszabb, de instabil, változó periódusú *kváziperiodikus oszcillációk (QPO)*. Nemrég fedezték fel a hosszú periódusú törpenóva-oszcillációkat (*lpDNO*). Ezeknek a fényváltozásoknak a pontos mibenléte még nem tisztázott, különböző – olykor meglehetősen egzotikus – elméletek próbálnak meg magyarázatot adni a kialakulásukra [12.].

Jellegzetes modulációt jelent a fénygörbén a *keringési púp (orbital hump)*, ami a forró folt látóirányunkba történő befordulásakor egy lassú „felpúposodásként” jelenik meg a fénygörbén. Ennek periódusa megegyezik a kettős rendszer keringési periódusával. Csak az *SU UMa* csillagoknál, és azoknál is kizárólag a szuperkitörések idején megfigyelhető jelenség a *szuperpúp (superhump)*, ami megjelenésében és amplitúdójában a keringési púpra emlékeztet, de a periódusa néhány százalékkal hosszabb, mint a keringési periódus.

## A periódus űr

A törpenóvák legkönnyebben mérhető fizikai paramétere a keringési periódus. Már a 70-es években kiderült, hogy a kataklimikus változók keringési periódusának eloszlása korántsem egyenletes: 80 percnél rövidebb periódusú rendszert nem ismerünk, és alig találunk kataklimikus változót a nagyjából 2 és 3 óra közötti *periódus űrben*. Mióta egyre több új kataklimikus változót fedezünk fel, a periódus űr is kezd benépesedni, de főként csak klasszikus nóvákkal és polárokkal, nem pedig törpenóvákval.

Az űr jelenléte egyszerűen megmagyarázható. A keringési periódus erősen függ az anyagot átadó mellékkomponens tömegétől. A tömege érvényes a tömeg–sugár összefüggés, ami a csillag fejlődési fázisával van kapcsolatban. A

ma elfogadott elképzelés szerint a kataklizmusos változók keringési periódusa a fejlődés során csökken. A periódusváltozásnak az az oka, hogy a *mágneses fékezés* miatt a perdület csökken. Amikor a keringési idő megközelíti a 3 órát (a periódus új felső széle), a mellékkomponens légköre teljesen konvektív válik, és a csillag összehúzódik, mivel ebben az állapotban a termikus egyensúlyhoz szükséges sugár kisebb. Az összehúzódás miatt a csillag már nem tölti ki a Roche-tartományát, vagyis megszűnik a tömegátadás is. A tömegátadás megszakadásával pedig megszűnnek a kataklizmusos jelenségek, így a rendszer eltűnik a „kataklizmusos térképről”.

A kettős rendszer perdülete gravitációs hullámok kisugárzása útján továbbra is csökken, vagyis a két csillag továbbra is közeledik egymáshoz, de sokkal lassabban, mint korábban. A két csillag távolságának csökkenésével szűkül a Roche-tartomány, és egy idő után eléri a mellékkomponens méretét, amikor ismét beindul a tömegátadás. Ez a pillanat a 2 órás periódus közelében következik be, vagyis a rendszer hirtelen ismét visszatér a kataklizmusos állapotba. A gravitációs sugárzás miatt a periódus továbbra is csökken, egészen a 80 perces alsó határig. Ekkor a másodkomponens elfajult állapotba kerül. A periódusváltozás iránya megfordul, vagyis a másodkomponens tömege tovább csökken, de a rendszer keringési ideje nő.

## A törpenóvák kitöréseinek értelmezése

A törpenóvák kitöréseinek oka az anyagbefogási korong hirtelen kifényesedése, amit a korongba érkező anyagáramlás hirtelen megnövekedése okoz (lásd 1. képlet). Az viszont kérdéses, hogy ezt mi váltja ki. A jelenség magyarázatára a 70-es években két elmélet látott napvilágot:

1. A *tömegátadás-ugrás modell* (*mass-transfer burst, MTB*) szerint az anyagbefogási ráta változása a másodkomponensről érkező anyagáramlásban bekövetkező ingadozások eredménye.
2. A *korong-instabilitás modellben* (*disk-instability model, DI*) a másodkomponens tömegátadása állandó, az anyagbefogás megugrása pedig a korongban bekövetkező instabilitás eredménye. Nyugalmi állapotban az anyag folyamatosan gyűlik a korongban, amikor azonban elér egy kritikus mennyiséget, akkor instabillá válik, és hirtelen ráhullik a fehér törpe felszínére. Az összezuhanás közben felszabaduló potenciális energia fűti fel a korongot, és okozza a rendszer hirtelen kifényesedését.

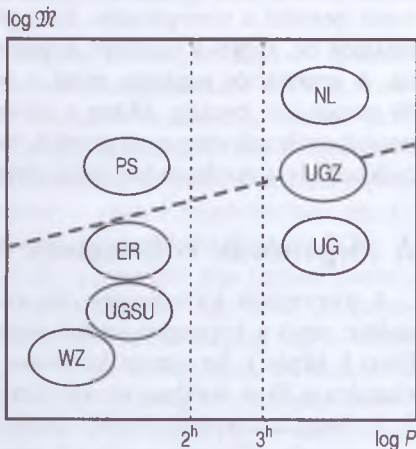
A két modell kezdetben egyenlő eséllyel indult, a 80-as években azonban a kutatók rátaláltak az instabilitás azóta széles körben elfogadott magyarázatára, és ettől kezdődően a korong-instabilitás modell vált meghatározóvá. Az instabilitást az okozza, hogy körülbelül  $10^4$  K koronghőmérsékletnél a hidro-

gén ionizációs állapota hirtelen megváltozik: kicsit magasabb hőmérsékleten az ionizáció, míg kicsit alacsonyabb hőmérsékleten rekombináció dominál. Az ionizációs fok változásával jelentősen módosul a korong átlátszósága (*opacitása*) és a belső súrlódása (*viszkózitása*), ami erősen befolyásolja a korong stabilitását. Ezt a folyamatot *termális instabilitásnak* nevezik, mivel kialakulásában a hőmérséklet játszik döntő szerepet.

Az instabilitás másik lehetséges kiváltó oka az árapályhatás. A mellékkomponens gravitációja miatt az anyagbefogási korong megnyúlik, és forgástengelye lassan elfordul (*precesszál*). Jelenleg úgy tűnik, hogy az SU UMa csillagoknál megfigyelt szuperpúpok kialakulása is ennek az árapály-instabilitásnak köszönhető, ami kizárólagosan olyan rendszerekben érhető tetten, ahol a másodkomponens sokkal kisebb tömegű, mint a főkomponens fehér törpe.

A kétféle instabilitás kombinálásával egyesített modellt lehet kidolgozni [8.]. Az egyesített képben az anyagbefogásra jellemző két paraméter, a tömegátadási ráta ( $\dot{M}$ ), és a keringési periódus ( $P_{\text{keringés}}$ ) határozza meg, hogy az adott csillag mely törpenóva alosztályra jellemző kitérés viselkedést mutat. A 4.7. ábra sematikusan ábrázolja a különböző törpenóva altípusokat a  $P_{\text{keringés}} - \dot{M}$  diagramon. Az ábra alapvetően négy részre osztható, aszerint, hogy az anyagbefogási korongban melyik instabilitási fajta a meghatározó. Az átlósan haladó szaggatott vonal fölül eső rendszerekben az  $\dot{M}$  olyan nagy, hogy a korong állandó kitérés állapotban van, míg az ezen határ alá eső csillagokban a korong termálisan instabil, vagyis periodikus kitéréseket mutat. A függőleges sávval jelölt periódus úrtól balra eső rendszerekben a komponensek távolsága és tömegaránya olyan kicsi, hogy az árapály-instabilitás jelentős tényezővé válik.

A jobb felső sarokban a nóvaszerű, állandó kitérésben lévő csillagok (NL) helyezkednek el, a jobb alsóban pedig a közönséges törpenóvák (U Gem típus). A két csoport között, pont a termális instabilitási határon egyensúlyoznak a Z Cam csillagok. Ha a korongjuk instabil, akkor periodikus kitéréseket produkálnak, de ha a korong „átcsúszik” a stabilitási határon, akkor állandó



4.7. ábra. A különböző tulajdonságú törpenóva altípusok a keringési periódus–tömegátadási ráta diagramon

kitörési állapotban maradnak. Jelenleg még nem tisztázott, hogy mitől kerül a korong ebbe a stabil állapotba.

A *PS* jelű csillagok állandósult szuperpúpot mutató rendszerek. Ezek olyan növaszerű objektumok, melyek fénygörbéjében állandó jelleggel jelen van a szuperpúp moduláció. Ezek a csillagok termálisan stabilak, de az árapály-instabilitás szuperpúpot gerjeszt. Mindkét szempontból instabilak az UGSU csillagok, míg az *ER UMa* csillagok feltehetően az UGZ típusnak a periódus  $\bar{u}$  alatti megfelelői. A bal alsó sarokban a ritkán, de nagy amplitúdóval kitörő *WZ Sge* csillagok zárják a sort, amelyek nagyon rövid keringési periódusú és nagy tömegátadású rendszerek.

## Polárok és átmeneti polárok

Ezt a különleges alosztályt a 70-es évek óta ismerjük. 1977-ben S. TAPIA hívta fel a figyelmet arra, hogy az *AM Herculis* színképvonalai igen nagy mértékű (10–30%-os), gyorsan változó lineáris illetve cirkuláris polarizációt mutatnak. Ekkora mértékű cirkuláris polarizáció csak igen erős, kb.  $10^3$  T mágneses térben alakulhat ki (összehasonlításként, a Nap átlagos mágneses indukciója kb.  $10^{-4}$  T, és a napfoltokban is csak kb. 0.1 T). Hamarosan több más kettőscsillagról is kiderült, hogy hasonló viselkedést mutat. Az elméleti modell szerint a cirkulárisan polarizált sugárzást a nagyon erős mágneses térben spirális pályán mozgó, nagy energiájú elektronok keltik (ez a részecskegyorsítóban is megfigyelhető *ciklotron sugárzás*). Az erős mágneses tér forrása a fehér törpe. A legintenzívebb sugárzás a mágneses pólusok környékén keletkezik, erre utal a *polár* elnevezés.

Ilyen erős mágneses tér esetén a fehér törpére áramló anyag mozgását alapvetően nem a gravitáció, hanem a töltött részecskékre ható *Lorentz-erő* határozza meg. Azt a csillag körüli tartományt, ahol ez az állítás teljesül, *magnetoszférának* nevezzük. A polárookban a magnetoszféra mérete kb. akkora, mint a fehér törpe teljes Roche-tartománya, azaz ezekben a kataklizmikus változóknak nem jöhet létre anyagbefogási korong. Az anyag itt a mágneses erővonalak mentén haladva a mágneses pólusok közelében éri el a fehér törpe felszínét. Itt a becsapódó anyag kb.  $10^8$  K hőmérsékletűvé melegszik, így ez a forró folt igen erős röntgenforrás. Azért figyelünk meg időben változó polarizációjú sugárzást, mert a keringés során változó irányból látunk rá a forró foltra és az afölötti *anyagbefogási oszlopokra*.

A megfigyelések szerint a polárok igen szoros kettős rendszerek, melyekben a fehér törpe forgása az árapályerők miatt a keringési periódushoz kötött, azaz  $P_{\text{keringés}} = P_{\text{forgás}}$ . Az *átmeneti polárok* viszont hosszabb keringési periódusúak.

dusú rendszerek, melyekben  $P_{\text{keringés}} \gg P_{\text{forgás}}$ , azaz a fehér törpe viszonylag gyors forgású. Emiatt a röntgensugárzó forró foltra a keringési fázistól függetlenül időben változó mértékben látunk rá, azaz a mért röntgensugárzásban megjelenik mind a keringési, mind a forgási moduláció. A jelenleg elfogadott elképzelés szerint az átmeneti polárokban a fehér törpe mágneses tere gyengébb, mint a polárokban, ezért a fehér törpétől távolabb kialakulhat egy csökevényes anyagbefogási korong. Ez azonban a fehér törpe közelében felbomlik, és az anyag itt is a mágneses pólusok körül az anyagbefogási oszlopokban jut a fehér törpe felszínére.

## Szimbiotikus kettőscsillagok

Ezekben a kettőscsillagokban egyidejűleg figyelhetők meg a nagyon forró és a hideg csillagok színképi jellegzetességei: erősen gerjesztett, ionizált He és O emissziós vonalak, valamint TiO molekulásávok. A legtöbb katakлизмikus változó mellékkomponense fősorozati, vörös törpe. A jelenleg elfogadott modell szerint a szimbiotikus kettőscsillagokban azonban a mellékkomponens vörös óriáscsillag. Mivel a vörös óriás mérete több százszorosa, ezerszerese a vörös törpéknek, a szimbiotikus kettősökben a két csillag közötti távolság lényegesen nagyobb, mint a többi katakлизмikus változónál, emiatt jóval hosszabb, években mérhető a keringési periódus is.

A főkomponens itt is fehér törpe, melyet feltehetőleg anyagbefogási korong vesz körül. A rendszer harmadik összetevője egy viszonylag sűrű csillagkörüli (*cirkumsztelláris*) anyagfelhő, amely beburkolja mindkét csillagot. Feltehető, hogy a burok anyaga a vörös óriásról származik, annak intenzív csillagszele hozza létre. A szimbiotikus kettősök is mutatnak időnként felfényesedéseket, melyek az emissziós vonalak, valamint a látható és UV-kontinuum sugárzás erősödésében jelentkeznek. A megnövekedett fényesség évekig-évtizedekig megmaradhat, utána a rendszer visszatér korábbi állapotába. A vörös óriás komponens néha pulzációt mutathat, emiatt az ilyen rendszereket néha a fél-szabályos vörös változók közé is besorolják. Erre példa a *CH Cygni*, melynek kitörése 1976-tól 1986-ig tartott, előtte és utána a rendszer mintegy 100 napos periódusú pulzációs fényváltozást mutatott.

## Megoldatlan problémák

Számos érdekesség, megoldatlan probléma vár még tisztázásra. Például az, hogy mi alapján dől el, hogy egy rendszerben klasszikus nóvakitörés vagy Ia



típusú szupernóva-robbanás lép fel. Jelenlegi ismereteink szerint e kétféle katalizmusos változó szülő-objektuma (*progenitora*) majdnem teljesen azonos. Mégis, az Ia típusú szupernóvánál az átáramló anyag miatt a fehér törpe tömege átlépi a Chandrasekhar-féle határt (kb.  $1.4 M_{\odot}$ ), és a csillag teljes egészében felrobban, a klasszikus nóvákban viszont csak egy kis mennyiségű anyag robban le időnként a fehér törpe felszínéről.

A törpenóvák kitöréseinek értelmezésénél a korong-instabilitás kialakulására többféle mechanizmus is elképzelhető. Ha  $\mathfrak{M}$  nagy, az anyag gyorsan felgyülemlik a korong külső szélén, és először ott indul be a kitörés, tehát az instabilitás kívülről befelé terjed. Ha  $\mathfrak{M}$  kicsi, az anyagnak van ideje az anyagbefogási korong belsejébe jutni, ekkor tehát az instabilitás belülről kifelé terjed. Az, hogy a megfigyelt kitörések melyik modellhez tartoznak, elvileg eldönthető a fénygörbék alakjából, azonban ezek értelmezése meglehetősen bonyolult, nagyban függ a korongban lejátszódó fizikai folyamatok részleteitől.

Nem teljesen értjük azt sem, pontosan hogyan jönnek létre a katalizmusos változók kettős rendszerei. Ahhoz, hogy a vörös törpe kitöltse a Roche-tartományát, a két csillagnak elég közel kell lennie egymáshoz. A fehér törpe azonban egy vörös óriáscsillag magjából jött létre, tehát korábban a két csillagnak sokkal távolabb kellett keringenie egymástól. A modellek szerint a vörös óriás külső burkának ledobása során az eltávozó anyag perdületet visz el a rendszerből, így a komponensek távolsága csökken. Az anyag és a perdület elvesztésének pontos lefolyása viszont még nem tisztázott.

A katalizmusos változók kutatása igen intenzíven művelt terület mind a hivatásos, mind az amatőrcsillagászok között, ezért számos érdekes felfedezés várható a közeljövőben.

## Irodalom

- [1.] CSÁK BALÁZS ÉS TÁRSAI: *Astronomy & Astrophysics*, 2005, **429**, 599. o.
- [2.] DOWNES, R. A.–DUERBECK, H. W.: *Astronomical Journal*, 2000, **120**, 2007. o.
- [3.] HACHISU, I.–KATO, M.: *Astrophysical Journal*, 2001, **558**, 323. o.
- [4.] HACHISU, I.–KATO, M.: *Astrophysical Journal*, 2006, **642**, L53
- [5.] KISS, L. L.–THOMSON, J. R.: *Astronomy & Astrophysics*, 2000, **355**, L9
- [6.] KISS, L. L. és társai: *Astronomy & Astrophysics*, 2001, **366**, 858. o.
- [7.] MARIK MIKLÓS (szerk.): *Csillagászat*, Akadémiai Kiadó, 1989, 602. o.
- [8.] OSAKI, Y.: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 1996, **108**, 39. o.

- [9.] PATTERSON, J. és társai: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 2005, **117**, 1204. o.
- [10.] SCHREIBER, M. R.—HAMEURY, J.-M.—LASOTA, J.-P.: *The Astrophysics of Cataclysmic Variables and Related Objects*, 2005, ASP Conference Series, Vol. **330**, 207. o.
- [11.] WARNER, B.: *Cataclysmic variable stars*, 1995, Cambridge University Press
- [12.] WARNER, B.: *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 2004, **116**, 115. o.
- [13.] WARNER, B.: *Astrophysics and Geophysics*, 2006, **47**, 1.29 o.
- [14.] WHEATLEY, P.—MAUCHE, C. W.—MATTEI, J. A.: *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 2003, **345**, 49. o.
- [15.] WHEELER, J. C.: *Kozmikus katasztrófák* (Alexandra Kiadó, 2004)
- [16.] WILLIAM, R. E.: *Astronomical Journal*, 1992, **104**, 725. o.

Farkas Gábor Farkas  
Az 1572-es szupernóva  
és Magyarország

Egy váratlan felfedezés

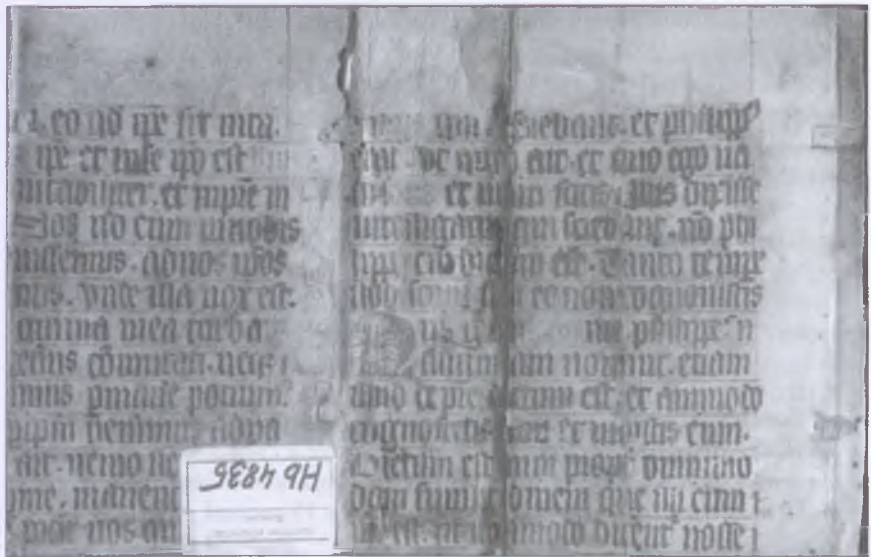
*„A Cassiopeia csillagkép alatt ragyog egy új csillag, amelyhez hasonlót sohasem láttak az előző korokban, mert alakja és fényessége a csillagokéhoz hasonló, de fényének tisztasága, sugárzó csillogása és nagysága, ami a látványt illeti, felülmúlja mind az állókat, mind a bolygókat, csak a Vénusznak enged.”*

A wittenbergi egyetem egy százsz származású, talán erdélyi diákja írta le ezeket a sorokat valamikor a 16. század utolsó negyedében, egy antikva-kolligátum<sup>1</sup> végéhez kötött üres lapokra. MATTHIAS FLACIUS ILLIRICUS horvát származású héber nyelvész és teológus lehetett a tulajdonosa annak a 15. századi kódextöredékbe kötött könyvnek, amelynek a végén 2003 nyarán megtaláltam ezt a különleges asztronómiai-asztrológiai kéziratot. Az említett új csillag nem más, mint az 1572-ben szerte a világon megfigyelt szupernóva. A nevezetes égi jelenség a *Cassiopeia* csillagképben tűnt fel, s egyike annak a galaxisunkban fellobbant hét szupernóvának, amelyet az elmúlt kétezzer évben a Földről megfigyeltek és megbízhatóan dokumentáltak.

Az 1572-es új csillag megjelenése és későbbi eltűnése komolyabb változást eredményezett az európai tudományos életben és a teológiai gondolkodásban, mint KOPERNIKUSZ 1543-ban kiadott fő műve, a *De revolutionibus orbium Caelestium*, amelyet a nyugati világban határkönek tekintenek. A fromborki kanonoknak az égi körök forgásáról szóló munkáját ugyanis kortársai és a következő generáció – ANDREAS OSIANDER német teológus előszavának köszönhetően – inkább matematikai hipotézisnek tartották, illetve úgy tekintették, hogy az a szamoszi ARISZTARKHOSZ heliocentrikus elméletének egy változata.

TYCHO BRAHE, a híres dán csillagász összegyűjtötte, és részletesen elemezte az általa elérhető európai megfigyeléseket, ezért az 1572-es égi jelenséget

1. Antikva-kolligátum: több egymással könyvészeti kapcsolatban nem álló, 16. századi nyomtatvány, egy kötetbe kötve.



5.1. ábra. 15. századi pergamén kódextöredék, ebbe köiötték bele a 16. századi antikva-kolligátumot és az új csillagról szóló kéziratot

Tycho-féle szupernóvának is szokták nevezni. Brahe 1572. november 11-én vette észre az égen és hitetlenkedve tapasztalta, hogy egy addig nem látott csillagról van szó. Kételkedésének alapos oka volt:

„Ugyanis az összes filozófus egyetért abban, és a tények bizonyítják, hogy az égi világ éteri tartományában semmilyen változás nem lehetséges, legyen az keletkezés vagy elmúlás; hogy az ég és az égitestek nem válhatnak sem nagyobbá, sem kisebbé, sem számukban, vagy nagyságukban, vagy fényességükben, vagy akár más módon nem szenvedhetnek változást, hanem mindig ugyanazok, és önmagukhoz hasonlók maradnak minden időkben.” [1.]

A korabeli csillagászok eleinte nehezen tudták eldönteni, hogy ez egy új csillag, *stella nova*, vagy pedig egy csóva nélküli üstökös, *stella secunda* lenne. A legtöbb megfigyelő szerint ennek az égitestnek nem változott a helyzete az állócsillagokéhoz képest, s ezért nem tudták megmérni a parallaxisát. Külön gondot okozott a csillag elhalványodásának, majd 1574 tavaszán bekövetkezett eltűnésének tudományos és teológiai magyarázata is. A csillagászok igyekeztek a múltból példákat hozni egy-egy csillag kihunyására, s felidéztek OVIDIUS régi történetét a *Plejádok* hetedik csillagáról, amely Trója lerombolásakor eltűnt, és megemlégtették, hogy ugyanez megesett a *Sarkcsillaggal*, amikor a törökök 1453-ban Konstantinápolyt ostromolták.

A középkor peripatetikus-skolasztikus kozmológiája ARISZTOTELÉSZ *Fi-zika* című művén alapuló természetfilozófia volt. Ebben az égitestek a négy alapelemen – a tűzön, a levegőn, a földön és a vízen – túli, ötödik elem-ből (*quinta essentia*) épülnek fel, mozgásuk pedig csak a legtökéletesebb, a körmozgás lehet. A Föld a mindenség középpontjában nyugalomban van, s a Hold alatti világ (*sublunaris*) a helyszíne a meteorológiai jelenségeknek: hullócsillagoknak, üstökösöknek, esőnek, felhőknek, ködnek, szeleknek és villám-lásnak. Az öt ismert bolygó: a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter, a Sza-turnusz és az utánuk következő állócsillagok szférája (*supralunaris*) mentes a keletkezéstől és a pusztulástól.

Az antik hagyományon nyugvó középkori csillagászati ismereteket alaposan összehavarta az 1572-es szupernóva, hiszen az új csillag születése ellentmondott ennek az arisztotelészi-ptolemaioszi világképnek, amely szerint az állócsillagok szférája változatlan. Brahe már 1573-ban publikálta megfigyeléseit, amelyben részletesen bebizonyította, hogy az új csillag nem lehet sem a Hold alatt, sem a bolygók szférájában, mert akkor könnyen észrevehető mozgást kellett volna mutatnia, márpedig az első megfigyelései óta mozdulatlan volt. Sokan úgy gondolták, hogy az új csillag által új értelmezést nyert *Aquinói Szent Tamás* fogalma Isten mindenhatóságáról. Eszerint az égi objektum megjelenése nem természeti jelenség, hanem csoda lenne, s mint ilyen az isteni onnipotencia jele, hiszen egyedül a Mindenható képes felülírni a peripatetikus-skolasztikus kozmológia törvényeit.

Hozzávetőlegesen ötven szerzőt ismerünk, akik valamilyen írásművet hagytak maguk után az 1572-es új csillagról. Nagyon sok észlelési beszámoló maradt fenn levelezésekben, amelyek a bennük lévő tudománytörténeti adatokon túl abba is bepillantást engednek, hogy a 16. század utolsó harmadában milyen bonyolult és szövevényes volt a tudósok közötti kapcsolatrendszer. A levélírók között nemcsak neves és kevésbé ismert matematikusokat illetve csillagászokat találunk, hanem felbukkannak asztrológusok, teológusok és más laikus, ám az asztronómiához vonzódó közéleti személyek is. Ezekből a szövegekből általában nehéz pontosan elkülöníteni, hogy hol végződik az asztronómia, és hol kezdődik az asztrológia, és gyakran összekeveredik a teológiai értelmezés a tudományos magyarázattal.

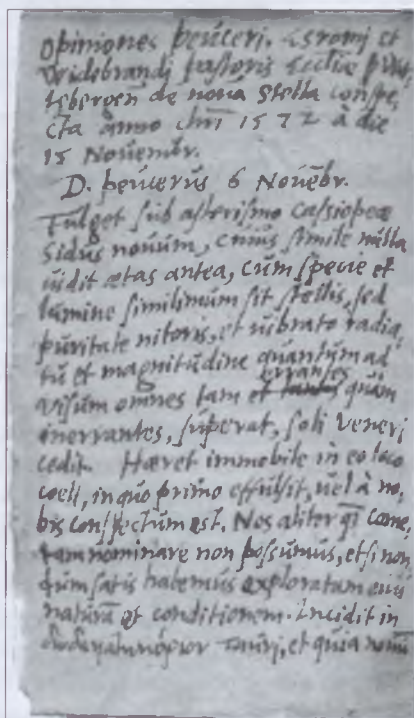
## A megtalált kézirat tartalma

A bevezetőben idézett, most előkerült kézirat is jellegzetes keverékét adja a csillagászat és a csillagjóslás akkoriban egyáltalán nem szokatlan kettősségének. Nem véletlen tehát, hogy ez az új csillag komoly érdeklődést és vitát

váltott ki Európában, és hónapokig lázas izgalomban tartotta a tudós világot. Levelek áradata indult meg, amire jó példa III. LAJOS Württemberg hercege és IV. VILMOS Hessen-Kassel örgrófja közötti levelezés, amely a két unokafivér és a velük kapcsolatban álló asztronómusok között zajlott 1572–1573 telén. A vita résztvevői között ott találjuk KASPAR PEUCER wittenbergi tanárt is, kinek tevékenysége pontosan beleilleszthető PHILIPP MELANCHTHON keresztyén asztrológiájának gondolatvilágába: a csillagászat Isten jobb megértését szolgálja, s a hit ösztönzőleg hat a minél pontosabb megfigyelésekre.

Közismert volt, hogy Peucer, az európai hírnő matematikus és orvos, csillagászati illetve teológiai szempontból is foglalkozott az új csillaggal, ám eddig csak néhány leveléről és kéziratban maradt epigrammájáról tudott a szakirodalom. Most előkerült kéziratunk szerzője ugyan ismeretlen, ám úgy tűnik, hogy ESROM RÜDINGER wittenbergi professzor és Peucer tanítványa lehetett. A tartalom alapján feltételezhetjük, hogy a szöveg 1572. december 7-e után készülhetett, mert az írója részletesen tárgyal egy ünnepi prédikációt, amelyet advent második vasárnapján tartott FRIEDRICH WIDEBRAM evangélikus lelkész a wittenbergi vártemplomban. Az új csillag december közepétől fokozatosan elhalványult, majd 1574. március 15-én eltűnt a megfigyelők szeme elől, a diák viszont jelen időben fogalmaz a Vénusz fényességéhez hasonlítható szupernóváról, tehát a szöveg még a csillag legnagyobb fényessége idején, 1572. december közepe előtt készült.

Az új csillagról szóló szövegünk tartalmát tekintve három részre osztható. Első része feltételezhetően Peucer és Rüdinger azon előadásainak kivonata lehet, amiket a lelkes, ám kételkedő wittenbergi professzorok az első észlelések után, novemberben és december elején tarthattak az egyetem diákjaiknak. Ez a rész leírja a szupernóvát kísé-  
rő különleges fényjelenséget, az objektumot üstökösök közé sorolja be, és az



5.2. ábra. A megtalált kézirat első oldala, amely Peucer egyetemi előadásának részleteit tartalmazza

antik hagyománynak megfelelően azt feltételezi, hogy az új csillagot a Jupiter gyújtotta lángra. Ezután a tudomány területéről átlép a csillagióslására.

*„Másként, mint üstökös nem nevezhetjük, jóllehet eddig még nem vizsgáltuk meg eléggé természetét és állapotát. A Bika jegyében tűnt fel, és mivel új, nem kétséges, hogy végzetes változásokat hoz, méghozzá annyiival nagyobbakat, amennyivel különbözik az üstökösöktől, amelyeket a tudósok leírtak. Úgy látszik pedig, hogy a Jupiter gyújtotta lángra, amely a Kos jegyében fénylik, ezért félni kell attól, hogy az egyházra a vallás azon rít tévelygéseit hozza, amelyekről Isten fia megjósolta, hogy megelőzik az utolsó napot.”*

A második rész alapvetően Peucertől származhat, aki a wittenbergi protestáns történelemszemlélet egyik kidolgozója volt, mert olyan politikai eseményeket sorol fel, amelyeket Peucer szerint az 1472-es üstökös feltűnése okozott. Ehhez a — JOHANNES REGIOMONTANUS, neves német csillagász által alaposan megfigyelt — kométához egy egész sor történelmi fordulatot rendelt: Vitéz János 1471-es összeesküvését, Merész Károly burgund király 1474-es háborúját, V. Alfonz portugál uralkodó 1470-es években zajló hadjárait, s teljesen eltévedve Timur Lenk mongol hódító halálát, melyet állítólag egy másik, 1402-es üstökös előre megjósolt.

*„Éppen száz éve annak, amikor a Mérleg csillagkép alatt felizzott egy üstökös, amely először külsejére nézve kicsiny volt, később azonban hatalmas tömeget vonzva lassanként megnövekedett, és mérhetetlen veszedelmeket hozott nemcsak Európára, hanem a földkerekség egészére is. Hiszen hatalmasokat, vagyis monarchákat, tirannusokat veszejtett össze egymással. Előre jelezte Tamerlán eljövetelét Ázsiába, főpapok ugrasztották össze Magyarországot és Lengyelországot. Akkor dúlta fel Burgundiai Károly betörésével Németországot. Spanyolország végeérhetetlen háborúba keveredett, és Alfonz Mauritániára támadt. Látható tehát, hogy ez az új csillag, avagy üstökös hatalmas és bizonyára egyetemes változásokat okoz majd az összes királyságban.”*

A vizsgált kézirat nemcsak csillagásztörténeti szempontból fontos, hanem lényegesen benne az új csillaghoz kapcsolódó jövendölések is. Ezek többsége a szupernóva feltűnését a betlehemi csillaghoz hasonlatos égi jelként értelmezi, amely Jézus utolsó eljövetelére utal. A mindenáron analógiát kereső csillagászok, teológusok és asztrológusok a klasszikus irodalomban dokumentált valódi vagy kétséges példákat hoztak fel arra, hogy magyarázatot találjanak az új csillag születésére. Mivel ezek az irodalmi példák többnyire történelmi katalizmákkal, tragédiákkal, uralkodók halálával függtek össze, így rögtön adódott a párhuzam a kor legvéresebb eseményeivel, különösképpen a protestáns szerzők munkáiban kitüntetett szerepet kapott Szent Bertalan-éji mészárlással.

A kézirat harmadik része a wittenbergi vártemplom lelkészének advent második vasárnapján elmondott prédikációjából egy ilyen részletre hivatkozik.

*„Ha léteznék is valamiféle jövendölés arról, hogy Isten fiának utolsó eljövételét új csillag előzi meg, amiként az elsőt, őt – mondja – nem lehetne könnyen rávenni arra, hogy elhiggye, ez az a csillag, de mert jövendölés nincs, nem tudja ezt bizonyossággként állítani. A főtisztelendő pásztor úr nyilvános prédikációt tartott december hetedikén, advent második vasárnapján, ahol világossá tette, hogy mivel az összes tudós bizonytalankodik abban, hogy ez az új csillag mi lenne, vagy mire magyarázható, meglehet, hogy ez az az új csillag, amely Krisztus utolsó eljövételét előre jelzi, mint ahogy új csillag jövendölte meg az első érkezését a mágusoknak.”*

Az 1572-es szupernóváról a magyar történeti forrásokban csak elszórva találhatóak rövid híradások, így a megtalált kézirat újabb fontos adalékkal szolgál a német és a magyar asztronómiai és asztrológiai műveltség kutatásához.

## Dudith András levelezése

DUDITH ANDRÁS humanista püspök, akinek az 1577-es üstökösről írt értekezése egész Európában nagy sikert aratott, több levelében foglalkozott az 1572-es új csillaggal, bár azt maga – nem tudni miért – nem figyelte meg.

*„Ezt az új fényt én eddig nem tudtam észlelni, s nem is gondolnám, hogy ezt újként lehetne szemlélni: biztos ki is hunyt már, ha hónapokkal ezelőt üstökös-ként égett, ahogy azt Itáliából írták.”*

Első levelét ebben a témában JOHANN KRAFFT wittenbergi tanárhoz írta.

*„Volt itt egy bizonyos asztrológus is, aki ebből a jelenségből a moscusok királyút hámozta ki: minden bizonnyal sokak tanulmányozásra való kedvét csigázta fel ezzel. Egy bizonyos tanult férfi Germániából üdvözölt engem, mondva: ezt az új fényt Germániában járva meg lehet figyelni, és egy helyen áll a Cassiopeiában bal felől, s még csak nem is mozdul, s bizony ez új, s ezelőt századokon át nem volt látható.”*

Kitért a szupernóvához kapcsolódó hiedelmekre is, amely szerint ez az új csillag Krisztus utolsó eljövételét jelentené, de ezt minden tudományfelfogással ellentétesnek gondolta.

*„Azt mondják, az utolsó napot hordozza, de nekem nincs semmim, amit mondhatnék ehhez, amikor ez minden tudomány alapvetéseinek ellene mondani látszik.”*



Rövid kommentárja az üstökösök jelentőségéről pontosan adja vissza azt a filozófiai s az ebből fakadó terminológiai probléma lényegét, ami az 1572-es szupernóva, majd az 1577-es üstökös európai megfigyeléseiből következett. A magyar humanista egy évvel később még úgy gondolta, hogy a peripatetikus iskola égről alkotott nézetei, bár ezeket komoly okok miatt nem tartotta eléggé megalapozottnak, nem vethetők el. Az üstököst légköri jelenségnek tartotta, amit még a kortársai sem tudtak pontosan meghatározni, viszont megemlítette Marcello Squarcialupi olasz filozófust és orvost, aki már a kométák arisztotelészi keletkezéselméletét igyekezett megcáfolni.

„... e helyt mégis megtartottuk Arisztotelésznek és tanítványainak közös vélekedését. Súlyos okok készítetnek azonban arra, hogy ezt ne eléggé megalapozottnak higgyem. Egyáltalán ez az égi jelenségekről szóló vita nem eléggé megalapozott. Az üstökösök keletkezéséről Arisztotelész ellenében fejtette ki nézeteit Marcello Squarcialupi, a tudós és éles elméjű filozófus és orvos.” [2. 1144. o.]

Éppen egyik barátja, az 1572-es új csillagról monográfiát író TADEÁŠ HÁJEK hatására fordult szembe a hagyományos arisztotelészi világgéppel. 1573 tavaszán levélben kért tőle magyarázatot, hogy mi lehet ez az új csillag, nehogy félreértelmezze.

„Kérlek téged, vajon mi lenne ez az új fényesség, ami a Cassiopeiában látható? Közöld velem véleményedet, nehogy tetszés szerint képzelődjem róla.”

Nem tartotta üstökösnek, mivel mozdatlan volt, hiányzott a csóvája, s vörösen izzott, míg a kométák halványabb fényt bocsátanak ki magukból.

„Nem gondolnám, hogy üstökös lenne, ahogy erről Galliából írnak. Ugyanis egy megszabott helyen áll, nem húz csóvát, nem kisebbedik az idők során (leg-



5.3. ábra. A Cassiopeia csillagkép az új csillag helyzetével. Illusztráció Hájeknek az 1572-es új csillagról írott könyvéből

*alábbis nekem így számoltak be róla, én magam nem láttam eddig) és vörösen izzik: az üstökösök, amint tudod is, halványabb fényt szórnak.”*

Izgatottan várta Hájek monográfiáját a szupernóváról, s erre kész volt pénzt is áldozni.

*„Türelmetlenül várom az új csillagról való tudós ismertetésedet. Kívánom, hogy betűkben testet öltjön, és napvilágra kerüljön. Ha ezt megcselekedni elhatározad, mind a te, mind a mi okulásunkra, dicsérem törekvésedet. Ha lenne a birtokodban némely oksági megfontolás, annak kidolgozásához most már fogj neki, s kérlek téged, ne sajnáld velem közölni a tanulmányt. Tudósok ekkora sokaságában és írástudók seregében megszűnni nem fognak, kik átírják, ahogyan te akarod. Én magam is örömmel és szívesen az írás díját leteszem, amekkorát csak akarsz is, ezért a munkáért.”*

Arisztotelészről való elfordulásában közrejátszhatott egy másik személy is, WENCESLAV RAPHANUS cseh orvos és költő, akihez 1581-ben írott levelében Dudith már leszögezte: Arisztotelész és követői tévúton járnak. Mind a két égi jelenség, a szupernóva és az 1577-es üstökös is a Hold fölött tűnt fel, így szembenáll a supralunaris (Hold fölötti) világ változatlanságának teóriájával. Ahogyan Dudith fogalmazott:

*„... s bizony ez a két jelenség – az a csodás csillag, ami nyolc évvel ezelőtt jelent meg nekünk, a Cassiopeiában volt – úgy keletkezett, amelyet a világ azelőtt sohasem látott és úgy is múlt el, vagy legalább is így tűnt el a szemünk elől.”*

## További források

A néhány soros beszámolókon kívül egy terjedelmesebb, ám magyar nyelvű kiadványban olvashatunk még az új csillagról. Ebben a kötetben nemcsak a címlapon ígért 1577-es nagy riadalmat keltett üstökösről számolt be az álnéven író szerző, hanem régebbi égi jelenségekről is, így például a Cassiopeiában feltűnt szupernóváról. WILHELM MISOCACUS megjegyezte, hogy nem volt üstöke, mint általában a kométáknak. Mivel gdanski származású volt, a szupernóva feltűnését – amely a jövendölések szerint királyok pusztulását idézi elő – II. Zsigmond Ágost lengyel király 1572-es halálához kapcsolta.

*„1572. Esztendőben Sigmond Lengyel Király halála után wy Czillag tetzec meg nagy, Sz. András hauában, üsteke nem vala, soc fele szinbe változot, mert sárga szint, neha feyért, néha vereset mutatot. Az eghen kedig mely Czillagot Casseo-péyanac neuwez nec annac szekibe lön maradása, ki az töb Czillagoknac iarasa*

*szerént el nem nyugot, hanem azon helybe latzot meg mind addig à mig el nem veszet vgy mint hat holnapig. Effele Cometát Astrologusoc Rosanac hiyác mert keréc formáya, üsteke nélkül vagyon, Mellyből Királyoknak, nagy Wraknac halalat és nagy változassokat iöuendülneç.”*

A politikai manipulációkat tükröző 16–17. századi források a legváltozatosabb képet mutatják a mai olvasóknak. Megtalálható közöttük a születés, a halál, a koronázás és a gyilkosság. Tehát a történetek szerkesztői a vélt vagy csakugyan észlelt csillagászati, illetve légköri jelenségeket valóban megtörtént eseményekhez rendelték. A krónikaírók ügyeskedése révén ez történt például IX. Károly francia király halálakor, a Szent Bertalan-éji méészárláskor,

*„Theodore de Bèze találóan arra a csillagra értette, amelyik Krisztus születésekor és a csecsemők Heródes alatti leölése alkalmával ragyogott, és IX. Károlyt, Franciaország királyát, aki beismerte, hogy a párizsi méészárlás értelmi szerzője, hogy félelmet ébresszen benne, ezzel a verssel intette. Te pedig, véres Heródes, félj! S nem csalatkozott hitében. Ezen csillag eltűnésének ötödik havában ugyanis a király hosszas és fájdalmas szenvedés után elvérzett.”<sup>2</sup>*

vagy Valois Henrik lengyel királyja koronázásakor is.

*„Egy csillag, amely világos nappal ragyogott Valois Henrik diadalmos krakkói bevonulásakor, s épp azon a napon hullott le és tűnt el, mikor Franciaországban megözvegyült.”<sup>3</sup>*

Ismerjük még MATTHIAS MILES 17. századi szász krónikaíró beszámolóját arról, hogy néhány asztronómus új csillagot figyelt meg a Cassiopeia csillagképben. Az új csillagot addig senki sem látta, és kilenc hónapon keresztül hatalmas fénnel ragyogott az égen.

*„A Cassiopeia-ban néhány csillagász egy új csillagot vett észre és figyelt meg, olyat, amelyet eddig senki sem látott még. Pompás formájú volt és igen fényes. Kilenc hónapon keresztül világított.”*

Nemcsak az új csillagról, hanem egy légköri jelenségről, halóról is találunk beszámolót Milesnél, ami ugyanebben az évben, szeptember 23-án következett volna be. A leírása szerint egy nagy csodajel tűnt fel Erdély felett. Holdtöltekor egy négyszögletes keresztet lehetett látni ebben a jelben, a kereszt sarkai pedig vörösek voltak.

*„Szeptember 23-án ismét egy nagy csodajel volt látható Erdélyben: amikor holdtölte volt, egy négyszögletes keresztet lehetett tisztán látni a Holdban. A*

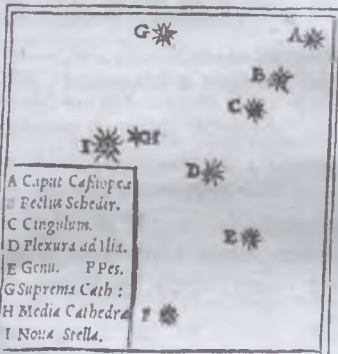
2. WILLIAM CAMDEN, angol történetíró.

3. *La nouvelle Estoille*. Paris, 1590.



DE NOVA STELLA ANNI 1572. 585  
 DE HVIVS NOVAE STELLAE IN COELO,  
 QVO AD FIXAS POSITV, ET IPSIVS RESPECTV  
 ZODIACI, LONGITVDINE ET LATITVDINE.

Conspicietur hęc recens nata Stella in Boreali Caeli plaga, versus Polum Arcticum, iuxta constellationem (quam Veteres Magni Cassiopeam appellarunt) vicina parva ipsi Stellę, quę est in Cathedra medio loco, moticam ab ea versus Cepheum remota. Constituebat etiam cum suprema Cathedra, & ea quę in pectore Schedir appellatur, eaq; quę iuxta incurvationem ad Illia tendit, Figuram quadrilateram. Sed ut tota res melius cognoscatur, præcipuas Stellas Sideris Cassiopeę, una cum huius Novę ad illas positu, oculis subiiciam.



arum Fixarum loca, secundum Longitudinem & Latitudinem nota, præsupponam, non latebit Scientię Triangulorum Sphæricorum gnaro, Novi Sideris ab Æquinoctio Verno in Longitudinem, & ab Ecliptica quoad Latitudinem remotio.

Sint evidentiore Demonstrationis gratia, in sequenti Figuratione, due Stelle Fixę Sideris Cassiopeę A & B, quarum A sit illa in Cathedre parte superiore, quam atq; in ascensu medio collocant: B uero illa, quę in Flexura est, iuxta Illia representet: C autem locus Novę Stelle, & A C Arcus distantię eius ad suprema Cathedra: C B Arcus inter hanc & Flexuram interceptus: & A B Arcus inter caputis utriusq; Fixę. Sit insuper G Polus Zodiaci Boreus, ad quo duo quadrantes descendant in Eclipticam, per prænominate Fixas in A & B positas, per A quidem G D: per B uero G F, erit itaq; D F Arcus Eclipticę, dividens utriusq; Fixę Longitudinem, & A D atq; B F Arcus Latitudinum earundem Fixarum. Pari ratione ad Polo Zodiaci, per locum Novę Stelle in C posite, ducatur quadrans in Eclipticam, quę hic G E erit. Itaq; E locus Longitudinis Novę Stelle, & D E portio differentię Longitudinis huius ad priori Fixę in A posite. C E uero Arcus Latitudinis, seu remotionis ipsius ab Ecliptica. Præsupponantur autem loca Longitudinis & Latitudinis Fixarum, qualia Copernici Abacis, adiecta Æquinoctij præcessione, indicat, ut sit Longitudo prioris Stelle A in P. 29. / . 2. ab

Æquino

Distantiam uero huius Stelle ad Fixas aliquibus in hac Cassiopeę constellatione, exquisito Instrumento, & omnium minutorum capaci, aliquoties obseruavi. Inueni autem eam remoueri ab ea, quę est in Pectore, Schedir appellata B, 7 part. & 55 min: ad Lucida uero Stelle G, part. 5. min. 25: ad Flexuram deniq; & ea quę iuxta Illia D, 5 gr. 2 min. Ex his distantijs huius Novę Stelle ad dictas Fixas, ipsius loci uicidit, quoad Longitudinem in 7 gr. & cum Latitudine Septentrionali 50 part. proximissimis utrobq; neglectis minutijs, idcirco per duas ultimas intercapitales, ad Flexuram uidelicet, & suprema Cathedra innotuit. Nam si harum duo

*Handwritten notes:*  
 Hęc nova est quę in  
 illa parte quę supra est  
 in medio inter illas duas

*kereszt sarkai egészen vörösek voltak, a többi része pedig egészen fénytelennek látszott.”*

Milesen kívül még három rövid, de korabeli erdélyi híradást ismerünk az új csillagról, amelyek azonban nem adnak új információt a csillagászati eseményről. A brassói krónika beszámol a szupernóva fényjelenségéről:

*„A Cassiopeia-ban egy új csillag lett látható, amely oly igen ragyogott, hogy a többieket elhomályosította, s úgy vélték, a Vénusszal vetékedik [a fénye].”*

David Hermann brassói polgár feljegyzéseiben közli, hogy mikor tűnik el az objektum:

*„November elején egy új csillag vált láthatóvá az égen a következő 1574-es évig.”*

A brassói kalendárium csupán a tényről ad hírt:

*„Egy új csillag volt látható az égen.”*

A 17. században nyomtatott lőcsei kalendárium adata különösen érdekes, mert nyilván az előző századi forrásra mehet vissza, amely így könnyen lehetne az egyik első európai észlelés.

*„1572. II. Rudolphus magyar királlyá koronáztatik. Új csillag támad 25. Septemb.”*

Ezt erősítené meg SZEPSI LACZKÓ MÁTÉ református történetíró, aki három nappal későbbre teszi a csillag feltűnését. Szepsi Laczkó kiegészítette történeti feljegyzését Báthory Zsigmond, a későbbi erdélyi fejedelem születésével, ami viszont 7–8 hónappal előzte meg a szupernóva feltűnését.

*„1572. II. Rudolphus magyar királlyá koronáztatik 25. 7-bris Pozsonyban. Somlyai Báthori Zsigmond e tájban született. 28. 7-bris új csillag láttatik.”*

Azonban mind a két forrás II. Rudolf koronázásához köti az égi jelenséget, ami óvatosságra inthet bennünket. A középkori gondolkodásból származó történelemmagyarázat egyik régi sajátossága, hogy a félelmet keltő, megdöbentő, örömteli vagy megmagyarázhatatlan eseményeket gyakran előzi meg, vagy erősíti meg utólag egy isteni égi jel. Elég csak Julius Caesar vagy Hunyadi János halálakor megjelent üstökösökre, vagy Báthory Zsigmond 1595-ös hadjáratakor feltűnt rejtélyes csillagra gondolnunk.

*„Egy új csillag is láttatott vala az égen. Az erdélyi vajda, Báthory Zsigmond, ki igen iffju, 20 esztendőös vala, praktikát indéta az moldvai és havaseli Mi-*

*hály vajdával, és elhajlának az török császártul, és hajlának Rudolphus római császárhoz.*<sup>14</sup>

Évtizedekkel a történesek után könnyedén összerosódhatott a szokatlan égi jelenség egy-egy nevezetes történelmi eseménnyel. Ez történhetett Philipp Melanchthon és Kaspar Peucer által kiadott *Carion-krónikához* csatolt, 16. század végén megjelent kronológiával.

*„1572. november 10. Különös és csodás új csillag jelent meg a Cassiopeia csillagképben, amely egyazon helyen állt tizenöt egymást követő hónapon át, míg, lassanként csökkenve a teste, el nem enyészett. Ausztria főhercegét, Rudolfot, a császár fiát, Pozsonyban Magyarország királyává tették.*<sup>15</sup>

Az egymástól térben távol eső történelmi események: az egyháztörténetnél feltüntetett új csillag megjelenése és a magyar történelem jeles fordulatai közé sorolt Rudolf-koronázása a könyvben közölt táblázatban egymás mellé kerültek. A magyar kalendáriumok majd a későbbi szövegek szerkesztői egymással összefüggő eseményeknek állították be a csillagászati jelenséget és a közjogi aktust.

*„Miksa császár elsőszülöttét, Rudolfot Magyarország királyává koronázták szeptember 25-én. November hónapjában azt az új csillagot láthattuk a Cassiopeia csillagképben, amelyről sokan sokfélét írtak. Ez a csillag, miután az év folyamán sokáig állt mozdulatlanul, a 74-es év elején nyomtalanul eltűnt.*<sup>16</sup>

Három 17. századi forrás említett meg 1572 szeptemberében csillagászati és légköri jelenséget, ebből csak Miles szólt mind a kettőről. A másik két forrásunk, a lőcsei kalendárium és Szepesi Laczkó krónikája politikai eseményekhez, II. Rudolf koronázásához és Báthory Zsigmond születéséhez kötötték tévesen az új csillag megjelenését. Miles viszont csak a halót datálta, a szupernóva feltűnését nem. Nem szabad azt elfelejtenünk ugyanis, hogy a szupernóva fénye 1572. október végét megelőzően még nagyon gyenge lehetett, s szinte kizártnak tűnik, hogy ezt Európában észlelhették volna. Ez utóbbit erősíti meg a legfrissebb csillagászati szakirodalom is [3., 4.]. Bár vannak adatok arra, hogy az objektumot állítólag október elején is látták volna, de ezt már a 16. században megcáfolta JERÓNIMO MUÑOZ spanyol matematikus.

*„Bizonyosan ismert, hogy ez a csillag nem jelent még meg november 2-a előtt.”*

4. ILLÉSHÁZY ISTVÁN nádor

5. *Chronologia*. Wittenberg, 1578.

6. ABRAHAM BUCHOLZER, német történétíró.

Viszont Brahe megemlítette *Astronomiae instauratae progymnasmata* című művében, hogy Németországban a csillagászok észlelését megelőzően laikus emberek már megfigyelték volna az új csillagot.

*„Az is megesett, hogy tanulatlan emberek, szekeresek, levélhordók, hajósok és más, hozzájuk hasonló együgyűek mind Germániában, mind másutt való jártukban sokkal előbb látták meg ezt a csillagot, mint a tudósok vagy azok, akik csillagászati tanulmányokat művelnek, azt meglátták volna, és arról másoknak először hírt adtak volna.”*

Hájek, a cseh csillagász viszont nem pillantotta meg 1572 szentestéje előtt a szupernóvát, noha ismert volt előtte, hogy mások már november elejétől megfigyelték az objektumot. Ugyanakkor beszámolt arról is, hogy egyesek szerint már október közepétől észlelték volna ezt az új csillagot.

Mivel ezek az adatok másodlagos közlésűek, vagy nem szakemberektől származnak, könnyen lehet, hogy októberben egy légköri jelenséget (halót, parheliát) vagy különleges fénytörést láthattak az emberek, amelyet később tévesen a november elejétől valóban megfigyelt új csillaggal azonosítottak. A 17. századi magyar forrásokban aztán valahogyan összekeveredett a kronológia, s benne a csodajelek és a politikai események<sup>7</sup>. Természetesen nem mindenki gondolta azt, hogy ezek az égi újdonságok befolyásolják az emberek sorsát, de abban a korban mégis ritkaságnak számított Dudith András véleménye, aki szerint:

*„akár a földön, akár az égen valami szokatlan és teljesen új formájú csodajel mutatkoznék, amilyent előzőleg még soha egyetlen halandó sem látott, és amely minden értelmi képességünket felülmúlná, az emberek még abból sem tudnának jósolni semmit, sem jót, sem rosszat, legfeljebb véletlenül és vaktában.”*  
[2. 1162. o.]

## Irodalom

A tanulmány első változata a III. Csillagászattörténeti Konferencián hangzott el (Tata, 2005). A nem jelölt idegen nyelvű forrásokat a szerző és Barsi János fordította.

- [1.] SIMONYI KÁROLY: *A fizika kultúrtörténete*. Budapest, 1998, 188. o. (Simonyi Károly fordítása).
- [2.] DUDITH ANDRÁS: Rövid kommentár az üstökösök jelentőségéről. In *Janus Pannonius. Magyarországi humanisták*. Budapest, 1982. (Borzsák István és Mátrai László fordítása).

<sup>7</sup> Ezzel ellentétes véleményt fogalmazott meg BARTA LAJOS egy cikkében [5.], és a 2005-ös Csillagászattörténeti Konferencián tett hozzászólásában is.



- [3.] RUIZ-LAPUENTE, PILAR: Tycho Brahe's Supernova, Light from Centuries Past. *Astrophysical Journal* 2004, **612**. 357. o.
- [4.] RUIZ-LAPUENTE, PILAR: The Nova Stella and its Observers. *Astronomy as a Model for the Sciences in Early Modern Times*. Augsburg, 2006. (megjelenés alatt). A tanulmány letölthető: <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0502399>.
- [5.] BARTHA LAJOS: Hol látták először a Tycho-féle szupernóvát? *Föld és Ég* 1983, **18**. 373. o.
- [6.] A téma részletesebb kifejtése megtalálható az MCSE Csillagásztörténeti szakcsoportjának honlapján:  
[csillagaszattortenet.csillagaszat.hu](http://csillagaszattortenet.csillagaszat.hu)

Kővári Zsolt–Benda Klára–Kriván Miklós

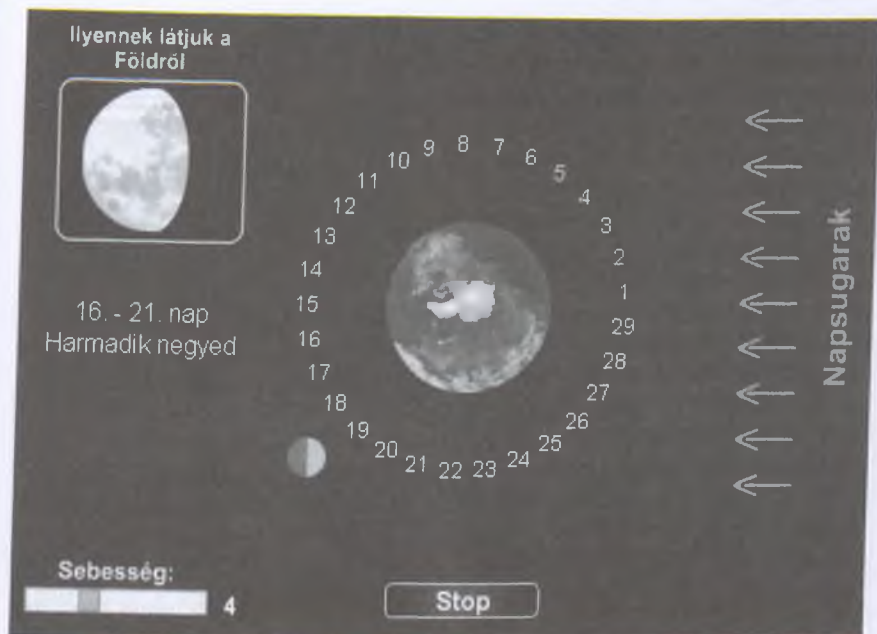
## Csillagászat szélessávon – e-távoktatási tanmodul

### Az e-távoktatás fogalma és technikai háttere

A napjainkban egyre jobban felgyorsuló tudástermeléssel és a tudás gyors inflálódásával párhuzamosan egyre inkább elkerülhetetlen kényszerré válik az élethosszig tartó tanulás is. Ezzel a kihívással a hagyományos tantermi képzés ma már képtelen versenyt tartani, a tanulás fokozottan a megszokott képzési intézményeken kívülre helyeződik át, felértékelődik az önálló tanulói aktivitás szerepe. Ilyen feltételek mellett kézenfekvő megoldást kínál az új típusú, gazdag elektronikus eszköztárra támaszkodó oktatási forma, az *e-távoktatás* (*e-learning*).

A Magyar Tudományos Akadémia és a Magyar Telekom Nyrt. együttműködése keretében működő *Mindentudás Egyeteme* a tudományos ismeretterjesztés legjobb hazai hagyományait folytatva, hétről hétre neves tudósok segítségével mutatja be a különböző tudományágak legérdekesebb területeit. A program 2006 közepén már túl volt a nyolcadik szemeszterén, az elhangzott előadások és a hozzájuk kapcsolódó anyagok megtekinthetők a *Mindentudás Egyeteme* honlapján.

A *Mindentudás Egyeteme* 2005-ben, az első 100 előadás tudásanyagának rendszerezése kapcsán elhatározta, hogy elkészíti az előadásokra épülő e-távoktatási tananyagokat is. Az elsőként elkészített modul, melynek szerzője KŐVÁRI ZSOLT, a csillagászat köre csoportosuló előadásokra épült. A téma kiválasztásának több oka is volt. A csillagászat mint tudomány komplex látásmódot közvetít, átjárhatóságot teremt a különböző diszciplínák között (elég ha olyan tudományterületeket említünk, mint pl. az asztrobiológia, a geológia, a részecskefizika, a meteorológia vagy az űrkutatás). A csillagászat olyasféle alaptudománynak tekinthető, amely már kisgyermekkorban alkalmas a tudományos kíváncsiság felkeltésére, később pedig megfelelő alapot biztosíthat a természettudományos érdeklődés kiszélesítéséhez. Nem utolsósorban pedig meg kell említenünk, hogy a tapasztalatok szerint a csillagászati témájú előadásokat kíséri a legnagyobb érdeklődés, a tudományos ismeretterjesztésben ma talán a csillagok világa a legnépszerűbb terület.



0.1. abra. A holdfázisok kialakulását bemutató animáció

## A Csillagászat tanmodul felépítése

A tananyag összeállítása során egy szakmailag és módszertanilag is magas szintű, élő, korszerű e-távoktatási taneszköz kifejlesztése volt a célunk, amely felöleli a csillagászat legfontosabb területeit, emellett kitekintést nyújt a határtudományok területére is. A modul egy rövid bevezetőből és további tizenkét leckéből áll, amelyeket átlagosan négy fejezetre bontottunk. Aki végigjárja a fejezeteket, olyan kérdésekre kaphat választ, mint pl.:

- Mi a csillag és miért világít?
- Mekkora a Naprendszer és miből áll?
- Mi az égbolton végighúzódo Tejút?
- Mekkora az Univerzum, mikor és hogyan keletkezett?
- Hogyan épül fel az Univerzum anyaga?
- Mi a kapcsolat az atomok mikrovilága és a kozmosz végtelensége között?
- Hogyan mozog az Univerzum egésze és mi lesz a sorsa?
- Vannak-e bolygók más csillagok körül és lehetséges-e rajtuk élet?

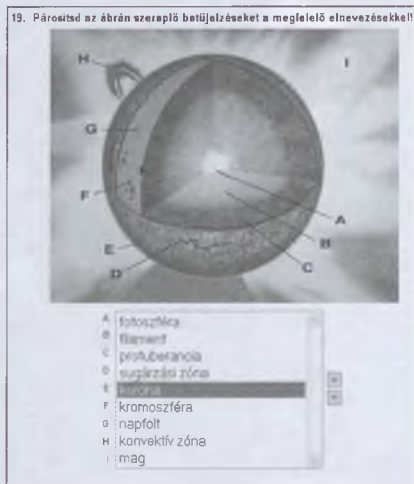
Persze néhány olyan kérdés is felmerül, amelyre jelenleg még nem ismerjük a választ, mégis hasznos betekinteni a lehetőségekről folytatott diszkusszióba.

Az e-távoktatási tananyagban a fejezetekre épülő leckék rendszere a műfaji sajátosságokból következően nem szigorúan lineáris felépítésű. Az egymástól távolabbi tananyagrészek a közös fogalmi háló és kereszt-hivatkozások segítségével kapcsolódnak össze. E mellett a megértést segítik azok a betétek (fogalommagyarázatok, tudománytörténeti érdekességek, életrajzi vonatkozások, példák stb.) is, melyek szintén nem illeszthetők szigorúan lineáris gondolatmenetbe. A tanulást gazdag illusztrációs anyag segíti: a hagyományos statikus megoldások (ábrák, táblázatok) mellett a multimédia széles eszköztárára támaszkodtunk (audiovizuális megoldások, interaktív animációk).

A taneszközt úgy készítettük el, hogy lehetőséget nyújtson többféle felhasználási módra. A bemutatott tananyagelemek az ismeretterjesztő könyvekhez hasonlóan használhatók az egyéni érdeklődés kielégítésére. Az érdeklődők olyan feladatokat is találnak a tananyagban, amelyek segítenek az összefüggések feltárásában, a csillagászatban használatos szakszavak és idegen kifejezések pontosabb megértésében, megjegyzésében, a matematikai képletek használatában, az ismeretek elmélyítésében. A feladatsorok kialakítása során a szigorú, számonkérő jelleg helyett a könnyedségre, játékoságra törekedtünk.

Az *Érdekes feladatok* arra irányulnak, hogy segítségükkel a leckében megismert fogalmakat és összefüggéseket átismételjük és elmélyítsük. A *Gondolkodtató feladatok* túlmutatnak a tananyag szöveges megfogalmazásain, a megismert összefüggések tágabb tudományos vagy hétköznapi kontextusban való átgondolását igénylik. Az *Internetes feladatok* célja a kitekintés, a tananyaghoz nem feltétlenül szorosan kapcsolódó tartalmak megismerése. Az *Áttekintés* feladatrészben a tanuló egy-két mondatban összefoglalja, mi volt számára az adott leckében a legfontosabb, a legérdekesebb, vagy éppen a legmeglepőbb.

A feladatsor végén található *Ellenőrző feladatok* alapján mérhető fel leginkább a megszerzett tárgyi tudás, ezek a kérdések igazodnak legszorosabban a tananyaghoz. Ezek teszt jellegű feladatok: a tanuló előre megadott válaszok



6.2. ábr. A Nappal kapcsolatos kifejezések ismeretének tesztje

közül válogathat, állításokról kell eldöntenie, hogy igazak vagy hamisak, egy-egy szót, kifejezést kell megadni, esetleg magyarázó ábrákat kell feliratokkal ellátnia, de van rá példa, hogy folyamatok (pl. a szupernóva-robbanás) fázisait kell időrendbe raknia.

## A képzés menete

Az e-távoktatási tanfolyamok szervezése és lebonyolítása elektronikus úton, teljesen automatizált módon. zárt rendszerben történik. Mivel a kurzus bárki számára ingyen elérhető, így a regisztrációt a hallgató maga kezdeményezheti a Mindentudás Egyeteme honlapjáról indulva. Természetesen lehetőség van csoportos, intézményi regisztrációra is, ezáltal a *Csillagászat modul* akár tantárgyként is beilleszthető a felsőoktatás iskolarendszerű képzésébe. Nem titkolt célunk, hogy a csillagászat segítségével a humán szakos hallgatók körében is népszerűsítsük a természettudományos látásmódot. A regisztráció egyetlen szükséges feltétele egy érvényes e-mail cím megadása, hiszen az

elektronikus regisztráció folyamata erre épül. Az on-line virtuális közösség kézzel fogható és látható belépőjegyeként a hallgató csipkártyát (hallgatói kártya) is válthat (ez a tanuláshoz nem feltétele), melynek segítségével a Mindentudás Egyeteme hallgatói pontgyűjtő programjában is részt vehet.

A sikeres regisztrációt követően, az elektronikus tanulási környezetbe lépve akár azonnal megkezdhető az ismeretek elsajátítása. A tanulási környezet feladata, hogy a szükséges taneszközöket elérhetővé tegye: a tanulási útmutató tartalmazza a teljes komplex tanfolyam lebonyolítási rendjét, a technikai tudnivalókat, a szükséges kapcsolatokat (témavezető, technikai segítség). A tananyaghoz hasznos kiegészítő eszköztár kapcsolódik, melyben tudományos számológép, interaktív periódusos rendszer, mértékegységváltó, vagy a csillagászatban az atomok világától az emberi mértéken át az Univerzum nagyléptékű szerkezetére jellemző távolságskáláig vezető nagyságrendek közötti eligazodást könnyítő prefixumok jegyzéke található.

Az alábbiak közül melyek a csillagokkal, és melyek a bolygókkal kapcsolatos megállapítások?



A Csillagok

A Kis herceg lámpagyújtatója ☐

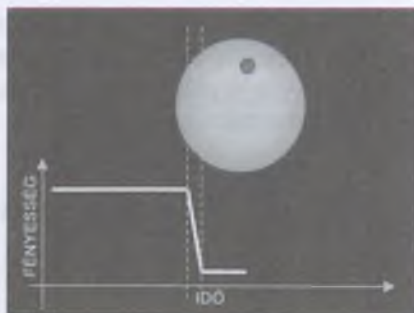
B Bolygók

- 1 ..... távolságuk fényévekben fejezhető ki
- 2 ..... szabad szemmel csupán őt látható
- 3 ..... a Naprendszer tagjai
- 4 ..... a Nap fényét tükrözik vissza
- 5 ..... önállóan világítanak
- 6 ..... napközben csak egyet láthatunk belőlük
- 7 ..... önállóan nem képesek világítani
- 8 ..... távolságukat csillagászati egységekben mérjük
- 9 ..... szabad szemmel felhőtlen éjszakán több ezer is látható belőlük
- 10 ..... a Nap is egy közülük

6.3. ábra. A bolygókkal és csillagokkal kapcsolatos ismeretek ellenőrzése

Bár a tananyagba programozott visszacsatolások révén a rendszer képes tanári felügyelet nélkül is működni, mégis a tanulás hatékonyságát nagymértékben segíti a témavezető személye. Az ő feladata a szakmai segítségnyújtás a tanulók számára, a tanulási folyamat nyomonkövetése, a különböző események, interakciók kezelése, a hallgatói munka irányítása. Mindez meghatározó az egyéni tanulás aktivitási szintjének megtartásához, a szükséges tanári intézkedések megtételéhez. Ehhez a tanulási környezet különböző (szinkron és aszinkron) kommunikációs eszközöket is nyújt, ilyen például az elektronikus levél, az elektronikus üzenettábla vagy fórum.

A tanulási folyamat szerves részét képezik a feladatok, melyek közül a tesztek (pl. *Ellenőrző feladatok*) a rendszer automatikusan javítja, illetve pontozza. A feladatok másik része nyitott kérdéseket fogalmaz meg és szöveges választ, érvelést vár a megoldótól. Az ilyen válaszok beadása után a megoldó megkapja az általunk elkészített útmutatást, magyarázatot vagy szövegre való hivatkozást, amely alapján maga értékelheti saját válaszát. Témavezetői támogatás esetén a tanár a feladatkezelő segítségével azonnali visszacsatolásokat és értékeléseket helyezhet el, melyet a rendszer a megfelelő helyen és időben automatikusan továbbít a hallgatónak. A szubjektív feladatok kiértékelése ehhez képest később történik.



6.4. ábra. Bolygóátvonulás fénygörbéjét bemutató animáció

## Linkajnló

A Mindentudás Egyeteme honlapja: [www.mindentudas.hu](http://www.mindentudas.hu).

Magyar Telekom Nyrt. Képzési és Tudásmenedzsment Igazgatóság honlapja:  
[www.oktatas.magartelekom.hu](http://www.oktatas.magartelekom.hu).

Mizser Attila

## A Magyar Csillagászati Egyesület tevékenysége 2005-ben

1905-ben született mozgalmunk alapítója, a 20. század legendás ismeretterjesztője, Kulin György csillagász, ezért 2005 számunkra elsősorban a Kulin-centenárium éve volt. Az év során számos rendezvényen idéztük fel személyét és munkásságát, több kiadvánnyal és egy új honlappal adóztunk emlékének.

Az év legfontosabb csillagászati eseménye, az október 3-i részleges napfogyatkozás kapcsán helyi csoportjaink és társszervezeteink közreműködésével országszerte szerveztünk távcsöves bemutatókat. A több mint 70 helyszínen lebonyolított bemutatókon jelentős számú érdeklődő vett részt, ám az időjárás sok helyen megnehezítette a dolgunkat. Megfigyelőink számára is több ritka jelenség adott munkát: az év elején a szabad szemmel is látható Machholz-üstökös, január 21/22. éjszakáján egy sarki fény, majd július folyamán az M51 jelű galaxisban felrobbant SN 2005cs jelű szupernóva.



7.1. ábra. A 2005.10.03-i gyűrűs napfogyatkozás hazánkból részlegesként látszott (Hingyi Gábor felvétele)

### Rendezvények

A 2005. év számos egyesületi rendezvénye kapcsolódott Kulin György születésének 100. évfordulójához. A *Kulin-emlékév* alkalmából több megemlékezést tartottunk, az elsőt január 31-én, a Budapesti Planetáriumban – abban az intézményben, amelynek egyik megálmodója éppen Kulin György volt. A planetáriumi megemlékezésen adtuk át a 2005-ös Kulin-emlékérmet Keszthelyi Sándornak. Részt vettünk az ország számos pontján tartott megemlékezéseken és a január 28-i nagyszalontai Kulin-emlékünnepeken is.

Az Oktatási Minisztérium támogatásával rendeztük meg a középiskolás diákcsoportok számára meghirdetett Kulin György-vetélkedőt. A székesfehérvári Terkán Lajos Bemutató Csillagvizsgáló segítségével szervezett internetes vetélkedő április 30-án tartott döntőjének az újpesti Könyves Kálmán Gimnázium adott otthont. A vetélkedő helyezettei csillagászati távcsöveket és könyvjutalmakat kaptak.

2005-ben két helyszínen rendeztünk nyári csillagászati tábor: Ágasváron (Mátra-hegység) és Szentléleken (Bükk-hegység). A két helyszínen együttesen kb. 300 főt fogadtunk. Ez jelentősen elmarad a 2004-es látogatottságtól, ami a rendkívül rossz időjárás számlájára írható. Kiskun Csoportunk Solt-Kalimajorban tartott táborán mintegy 80 fő vett részt. Több tagtársunk is ellátogatott a Zeteváralján megrendezett első erdélyi csillagásztáborba, melyet az MCSE is támogatott.

### További országos rendezvényeink 2005-ben

- |        |        |  |
|--------|--------|--|
| ápr.   | 23.    | Közgyűlés, Székesfehérvár, A Szabadművelődés Háza.                                 |
| júl.   | 1–8.   | Ifjúsági Csillagásztábor, Ágasvár.   |
| aug.   | 4–7.   | Meteor '05 Távcsöves Találkozó, Szentlélek.  |
| aug.   | 26–28. | A modern csillagászat 1000 esztendeje III. konferencia, Tata, Kuny Domokos Múzeum. |
| szept. | 24.    | Napfogyatkozás 2006 konferencia, Székesfehérvár, A Szabadművelődés Háza.           |
| okt.   | 15.    | Szegedi találkozó, MCSE Szegedi Csoportja.   |

## Polaris Csillagvizsgáló

Egyesületünk óbudai csillagvizsgálójában 2005-ben is gazdag programmal vártuk az érdeklődőket. Az Óbudai Művelődési Központ területén működő csillagvizsgáló mind a főváros, mind az ország csillagászati életében egyre fontosabb szerepet tölt be. Hetente három estén várjuk az érdeklődőket távcsöves programjainkon, melyek legfontosabb célja a személyes élményszerzés, az égbolt távcsöves megismerése.

Csillagvizsgálónk új, állandó felállítású, 28 cm-es objektívátmérőjű Schmidt–Cassegrain-távcsövel gazda-



7.2. ábra. „Tigris” a kupolában – a 2005-ös gyermeknap a Polaris Csillagvizsgálóban



godott. Egész évben működött középiskolás szakkörünk, melyet Horvai Ferenc vezetett. Az iskolai szünetekben pedig napközisek számára tartottunk programokat.

### Nagyobb rendezvények a Polaris Csillagvizsgálóban

- jan. 8. Üstökös-éjszaka, 250 érdeklődővel (Machholz-üstökös)
- jan. 18. A Titan éjszakája (a Cassini űrszonda legújabb eredményei)
- márc. 25. 350 éve fedezték fel a Titant
- ápr. 18. Fénystaféta Einstein halálának 50. évfordulóján
- máj. 29. Játsszunk Naprendszert! (gyermeknap a Polarisban)
- jún. 4. Csillagvizsgálók találkozója
- júl. 5. Deep Impact-bemutató, célpont a Tempel 1-üstökös
- okt. 3. Részleges napfogyatkozás
- nov. 12. Hold-észlelők találkozója
- dec. 16. Üstökösészlelők találkozója

Igen népszerűek voltak előadás-sorozataink és találkozóink, többségüket interneten is közvetítettük. Ezeket a közvetítéseket a csillagvizsgáló honlapjáról érthették el az érdeklődők. Dávid Gyula kozmológiai előadásain az érdeklődők olykor nemcsak a Polaris előadótermét töltötték meg, hanem még az előteret is.

### Dávid Gyula előadás-sorozatai

#### *Különleges helyek, különleges anyagok a Világegyetemben*

- jan. 24. „Világűr” helyett plazmafelhő
- jan. 31. Gyémánt és vas – avagy mi van a bolygók közepén?
- febr. 7. Csillagregés a neutronkristályban
- febr. 14. Fekete, fehér és szürke lyukak
- febr. 21. Az ősi tűzgömb
- febr. 28. Az antianyag titka
- márc. 7. Az ósanyag maradványai
- márc. 21. A téridő habjai
- ápr. 4. Falak, szálak, monopólusok
- ápr. 11. A sötét anyag természete
- ápr. 18. „Sötét energia” vagy kvintesszencia?
- ápr. 25. Mi van a „brének” között?

#### *Őrült kozmológiák*

- okt. 3. „Kristályégbolt nem szab nekem határt”
- okt. 10. Az éter újjászületése
- okt. 17. Feltámadás a hőhalálból

- okt. 24. Ūrkalandok az arany atomban  
 nov. 14. Most és mindörökké  
 nov. 21. Megolvad a vákuum  
 nov. 28. A huszonhatodik dimenzió és lakói  
 dec. 5. Einstein legnagyobb tévedése  
 dec. 11. Párhuzamos és merőleges világok  
 dec. 19. A lakható világ lakói  
 jan. 9. (2006.) Túl az örült kozmológiákon

### A Polaris Csillagvizsgáló keddi előadás-sorozatai

#### Tavaszi sorozat

- febr. 1. Fűrész Gábor: Távcsoodüsszeia 2020 – 20 méter?  
 febr. 8. Mizser Attila: A távcso világa és a távcsoépítési mozgalom  
 febr. 15. Szarka Levente: A Schmidt–Cassegrain forradalom  
 febr. 22. Dán András: A távcsovek változó világa  
 márc. 1. Holl András: Egy fontos távcsoalkatrész: a számítógép  
 márc. 8. Szécsényi-Nagy Gábor: Az óriástávcsovek világa  
 márc. 22. Pápics Péter: Naptávcsovek, toronyteleszkópok  
 márc. 29. Horvai Ferenc: Csillagászat ūrtávcsovekkel  
 ápr. 5. Bartha Lajos: Távcsokülönlegességek, távcsozörnyetek  
 ápr. 12. Kereszturi Ákos: Víz a Marson?  
 ápr. 19. Illés Erzsébet: A Szaturnusz gyűrűi

#### Őszi sorozat

- okt. 4. Kereszturi Á. – Mizser A.: Így láttuk a napfogyatkozást  
 okt. 11. Bartha Lajos: A Vénusz-átvonulás tanulságai  
 okt. 17. Sárnecky Krisztián: A „tizedik bolygó”  
 okt. 25. Kereszturi Ákos: A Mars geológiája  
 nov. 8. Kolláth Zoltán: Mit mondanak az asztrofotók?  
 nov. 15. Zsiga László: Észleljünk webkamerával!  
 nov. 22. Pápics Péter: A Nap megfigyelése  
 nov. 29. Éder Iván: Asztrofotós mesterfogások  
 dec. 6. Horvai Ferenc: Amerika újra a Holdra megy  
 dec. 13. Pápics Péter: Expedíció a napgyűrű földjére

### Kiadványok, honlapok

A Kulin-émlékéhez kapcsolódóan két kiadványt is megjelentettünk: SRAGNER MÁRTA: *Az égbolt mindenkié* című összeállításában Kulinról szóló írások, cikkek, továbbá egy teljes Kulin-bibliográfia kapott helyet; REZSABEK NÁNDOR pedig a Kulin által létrehozott *Magyar Csillagászati Egyesület történetét*

dolgozta fel. SÁRNECZKY KRISZTIÁN: *Magyarok a Naprendszerben – és azon túl* című kötetét 2005 áprilisában adtuk ki. A könyv a magyar vonatkozású felfedezéseket és égitest-neveket mutatja be, igen sok hasznos háttérinformációval szolgálva erről a témaköréről. A Meteor csillagászati évkönyv 2006. évi kötetét november folyamán jelentettük meg.

Meteor című havilapunkat 2000 példányban adtuk ki. A januári szám Kulín György munkásságával foglalkozó tematikus szám volt. A csillagászat érdekesebb eredményei mellett (Csillagászati hírek rovat) igyekeztünk beszámolni a csillagászat „földi” történéseiről, vagyis hazánk csillagászati közéletéről. A 2005. év legfontosabb csillagászati jelensége volt az október 3-i részleges napfogyatkozás, mely az Ibériai-félszigetről és Észak-Afrikából gyűrűs napfogyatkozásként volt megfigyelhető. Részletesen beszámoltunk a magyarországi megfigyelésekről, valamint a spanyolországi illetve tunéziai expedíciók eredményeiről. Az év másik kiemelkedő eseménye a január 21/22-i sarki fény volt. Lapunkban bemutattuk az ország számos pontján végzett készített digitális felvételeket illetve megfigyeléseket. Emellett rendszeresen beszámoltunk az időszak jelentősebb űrkutatási eredményeiről, így pl. a Huygens-szonda leszállásáról a Titan felszínére, a Deep Impact kísérletről, továbbá a japánok kisbolygókutató szondája, a Hayabusa eredményeiről.



7.3. abra. Tagjaink több expedíciót is szerveztek a 2005. október 3-i gyűrűs napfogyatkozás megfigyelésére. A csoportkép a spanyolországi megfigyelőhelyen készült

Honlapjaink jelentős átalakuláson mentek át, és újabbak is indultak, ami elsősorban Balaton Lászlónak köszönhető. Létrejött a Kulin György munkásságát ismertető honlap<sup>1</sup>, melyet 2005 során több mint 70 000 érdeklődő tekintett meg. Kereszturi Ákos kezdeményezésére indult oktatással foglalkozó honlapunk<sup>2</sup> és hírportálunk<sup>3</sup>. A Polaris új honlapját Nagy Zoltán Antal készítette el<sup>4</sup>. Egyesületi szerverünkön számos csillagászati szervezet, amatőr csillagász és távcsöves vállalkozás honlapja is fut.

## Szervezeti ügyek

Az országban jelenleg 16 helyi csoportunk működik. Az újjáalakult Kaposvári csoport a helyi TIT támogatásával indította előadás-sorozatát. A soproniak ugyancsak a helyi TIT-tel együttműködve tartották meg a Fényi Gyula Csillagászati Szabadegyetemet. Esztergomban csillagászati hónapot szerveztek. A győriek 2005-ben ünnepelték a helyi csillagászati ismeretterjesztés megindulásának 50. évfordulóját. Az egyik legaktívabb asztrofotós társaság is náluk működik. Szegedi csoportunk új észlelőbázist hozott létre Mórahalmon. A kunszentmártoniak egy régi szélmalom csillagvizsgálóvá alakítását kezdeményezték. Igen aktív a dunaújvárosi és a kiskun csoportunk is.

Egyesületünk anyagi forrásai továbbra is megbízható háttérrel biztosítanak legfontosabb feladataink ellátására. Teljes bevételünk 19 015 000 Ft volt, kiadásaink 18 342 000 Ft-ot tettek ki. Főbb bevételi forrásainkat továbbra a tagdíjak és a különböző támogatások (elsősorban az SZJA 1%-ából származó felajánlások) jelentik. Kiadásaink sorában továbbra is a nyomdai és a kommunikációs költségek szerepelnek első helyen. Stabil gazdasági helyzetünknek köszönhető, hogy sikerült megvalósítani a Kulin-emlékével kapcsolatos programokat, kedvezményes részvételt biztosíthattunk az ifjúsági táborunk résztvevőinek, továbbá támogathattuk a Természet Világa és a MANT pályázatait.



7.4. abra. Magyar változóészlelők az AAVSO új igazgatója, Arne Henden (középen) társaságában (Pécs, 2005.09.09.)

1. A Kulin György életművét bemutató honlap: [kulin.mcse.hu](http://kulin.mcse.hu)
2. A csillagászat oktatásával foglalkozó honlap: [oktatas.csillagaszat.hu](http://oktatas.csillagaszat.hu)
3. Csillagászati hírportál: [hirek.csillagaszat.hu](http://hirek.csillagaszat.hu)
4. A Polaris Csillagvizsgáló honlapja: [polaris.mcse.hu](http://polaris.mcse.hu)

Balázs Lajos

## Az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézetének működése 2005-ben

2005 novemberében, a tudomány ünnepe alkalmából került sor Zách János Ferenc világhírű csillagász emléktáblájának avatására a Fővárosi Önkormányzat központi épületének Gerlóczy utcai falán (*19. kép a színes mellékletben*). A táblát Meskó Attila, az MTA főtitkára avatta fel.

### Tudományos eredmények

#### *Csillagok belső szerkezete, pulzációja*

*RR Lyrae változócsillagok.* A rendelkezésre álló irodalmi adatok, a 24<sup>h</sup>-es távcsővel végzett méréseink és az intézet publikálatlan, archív anyagainak áttekintésével két markáns összefüggést sikerült kimutatnunk a modulációt mutató RR Lyrae csillagok sajátrezgéseinek frekvenciája és a moduláció tulajdonságai között. Mind a moduláció lehetséges legrövidebb periódusa, mind annak lehetséges legnagyobb amplitúdója a pulzáció frekvenciájától, illetve a csillagok azzal szoros összefüggésbe hozható hőmérsékletétől függ. A moduláció lehetséges legrövidebb periódusa a gyorsabban rezgő, forróbb, kisebb méretű változók felé egyre csökken. Spektroszkópiai eredmények alapján az RR Lyrae-khez hasonló, de fényváltozást nem mutató csillagok forgási sebességének a csillagok hőmérséklete szerinti eloszlását jól ismerjük. A moduláció periódusát a csillagok forgási periódusával azonosítva az RR Lyrae csillagok forgási periódusa is hasonló eloszlást mutat, mint a nem változó csillagoké. Ez az eredmény annak első megfigyelési bizonyítéka, hogy a moduláció periódusa a csillag forgási periódusával azonosítható. Azt is sikerült kimutatni, hogy a moduláció lehetséges legnagyobb amplitúdója a nagyobb pulzációs frekvenciák felé nő (JURCSIK J., SÓDOR Á., SZEIDL B.).

CCD négy szín (BVR<sub>C</sub>I<sub>C</sub>) fotometriai mérésekre alapozva tanulmányoztuk a V823 Cas hárommódusú radiális pulzátor viselkedését. A megfigyelések az OTKA támogatásával felújított budapesti 60 cm-es távcsővel készültek. A megfigyelt frekvenciahányadosokat nem lehetett értelmezni a pulzációs és evolúciós modellekkel. Eredményünk szerint ez nem a modellek hiányosságá-

keresendő, hanem abban, hogy a V823 Cas egy tranziens, rezonancia által meghatározott, gyors fejlődési állapotban van (PÓCS M., SZEIDL B.).

A 60 cm-es távcsővel 2005 tavaszán végzett méréseink során felfedeztük, hogy az SS Cnc RRab csillag az eddig ismert legrövidebb modulációs periódusú Blazhko-változó, amelynek modulációs ciklusa csupán 5.3 nap. Kiterjedt többszín-fotometriai méréseink lehetővé tették az SS Cnc és az RR Gem modulációs tulajdonságainak részletes elemzését, összehasonlítását (JURCSIK J., SÓDOR Á.).

Elvégeztük az RR Geminorumról intézetünkben az elmúlt 70 év alatt összegyűjtött fotometriai megfigyelési anyag összefoglaló vizsgálatát. E vizsgálat kimutatta, hogy az RR Gem RR Lyrae típusú változócsillag Blazhko-modulációt mutatott majdnem minden megfigyelési időszakban (SÓDOR Á.).

Az ASAS adatbázis segítségével megvizsgáltuk a korábban meghatározott empirikus formulánk alkalmazhatóságát RRab csillagok fémességének becslésére. Megmutattuk, hogy a független adatbázison kapott korreláció jó egyezésben van azzal, amit a spektroszkópiai és fotometriai adatok hibáiból várhatunk (KOVÁCS G.).

A rendelkezésre álló teljes adatsor és kétszín idősorok segítségével újra vizsgáltuk az LMC MACHO adatbázisában található első felhangú RR Lyrae csillagok közötti Blazhko-változók gyakoriságát. A korábban kapott 4%-os gyakoriságot a jelenlegi pontosabb és nagyobb érzékenységű vizsgálat 7.5%-ra írta felül (KOVÁCS G.).

Az RRd változók módustartalmának vizsgálatára szintetikus idősorokat készítettünk, majd ezeket az idősorokat Fourier-analizálva kimutattuk, hogy mindegyik csillag esetében egyes kezdeti feltételeknek nagyon sok olyan értéke lehet, amelyek mellett a szintetikus adatsor nagyon nagy hibával adja meg a módusok relatív erősséget (pontosabban azok amplitúdóarányát). Korábban csak — a lényegesen kisebb — illesztési hibát vették figyelembe, és ez vezetett arra téves a következtetésre, hogy a módustartalom változik (BENKŐ J.).

Az összes eddig publikált illetve saját CCD mérés alapján az M3 esetében sikerült első ízben egy gömbhalmaz Blazhko-effektust mutató RR Lyrae változóinak tekintélyes részére (13 csillagra) modulációs periódust meghatározni. A halmaz RR Lyrae változóinak periódus–fényesség–diagramjain korábban talált csoportokat kerestük a szín–fényesség–diagramokon is. A fürt (cluster) analízis segítségével a korábban talált négy csoportból három létét sikerült megerősíteni (BENKŐ J.).

*Cefeidák.* Az XZ Ceti anomális cefeida fotometriai és spektroszkópiai megfigyelései alapján az amplitúdóarányokból megállapítottuk, hogy a csillag az első felhangban pulzál, és kimutattuk, hogy a pulzáció periódusa egészen rövid (néhány hetes) skálán változik (SZABADOS L.).

Megmutattuk, hogy ha az LMC-ben és az SMC-ben található, kétféle kétmódusú cefeidák közül az első/második felhangban pulzálók fémességét lecsökkentjük, akkor az előzőleg kapott távolsáértékeink változatlanok maradnak, viszont jó egyezést kapunk a modell periódusokkal és a fejlődési elméletek által jósolt fémességbeli dichotómiával is. A jelenlegi munka megerősíti a kétmódusú változók fontosságát és azok alkalmazhatóságát csillagrendszerek távolságának meghatározásában (KOVÁCS G.).

*$\delta$  Scuti változók.* A 30 jól vizsgált  $\delta$  Scuti csillagból álló mintára végzett vizsgálatunkat kiterjesztettük a csillagok fejlődési állapotára. A domináns módusok frekvenciatartománya különbözik a különböző luminozitású illetve különböző hőmérsékletű csoportokra. A kettős rendszerek amplitúdó- és frekvenciaeloszlása eltér az egyedi csillagokétól. (PAPARÓ M.).

*$\beta$  Cephei változók.* Több helyszínű kampány keretében vizsgáltuk a 12 Lacertae csillagot. A 190 éjszakás, teljes adatsorra alapozva 23 frekvenciát határoztunk meg. Ebből 10 független pulzációs módot jelent, míg a többi kombinációs frekvencia. A gerjesztett módusok széles frekvenciatartományát nem lehet a standard modellel reprodukálni. Nagyobb fémtartalmat kell feltételezni a pulzációt hajtó zónában (PAPARÓ M.).

*Féher törpék oszcillációja.* Publikáltuk az Xcov21 és Xcov23 WET (Whole Earth Telescope) nemzetközi kampány keretében kapott megfigyeléseink eredményeit. A PG 1654+160-ra rövid időskálájú amplitúdó- és frekvencia-változást találtunk. A KPD 1930+2752 korábban megfigyelt 44 módusából csak 7 frekvenciát lehetett azonosítani a 8 éjszakás hazai megfigyelésből. A domináns módusnál viszont az időfüggést is vizsgálni tudtuk (PAPARÓ M.).

*Pulzáló változók modellezése.* Jelentős időt fordítottunk technikai jellegű problémák megoldására. A HyCoB fejlesztésében elért fő eredmény, hogy a korábbi kódot sikerült lényegesen kompaktabb formában reprodukálni, és jelentősen leegyszerűsödött a kód továbbfejlesztése és módosítása. Kimutattuk, hogy az új kóddal viszonylag egyszerűen lehetővé válik a nemradiális pulzáció közelítő nemlineáris kezelése (CSUBRY Z., KOLLÁTH Z.).

Kétdimenziós, a nemradiális pulzációt is modellezni képes, nemlineáris hidrodinamikai kód fejlesztését kezdtük el. A kód explicit, véges térfogat módszert használ, a sugárzási transzfer implicit módon kezeli (SZABÓ R.).

### *Aktív jelenségek csillagok légkörében*

Tizenkét, különböző spektráltípusú szoros kettőscsillag aktív komponensén (vagy komponensein) vizsgáltuk az aktív hosszúságok helyzetét. Megállapítottuk, hogy ha a kettős mindkét komponense fősorozati, az aktivitás a kvadratura pozíciókra koncentráldik. A három vizsgált szubóriás kettős mindkét komponense aktivitást mutat, főként a szubsztelláris pontok körül, de egyéb hosszúságokon is. Végül az óriáscsillagok mindegyikén, melyeknek másod-

komponense ismeretlen, az aktivitás a szubsztelláris pontban és az azzal ellentétes oldalon jelenik meg (OLÁH K.).

Elvégeztük az FK Com idősoros foltmodellezését fotometriai adatokra. Megállapítottuk, hogy a fényváltozást okozó két folt a csillag két féltekéjén felváltva, de együtt található, emiatt a fényváltozás minimuma hol 0, hol 0.5 fázisnál van. A csillagon még egy foltot feltételeztünk a póluson, mely nem okoz rotációs modulációt. Az idősoros modellek segítségével nyomon követtünk egy 1999-es flip-flop jelenséget. A fényváltozást okozó két folt, amelyek egymástól kb.  $180^\circ$ -ra voltak, gyakorlatilag eltűntek, majd új foltok jelentek meg: az egyik az előbbi helyén, a másik pedig mintegy  $90^\circ$  hosszúsággal elcsúsztatva, ily módon az aktivitás súlypontja átbillent a csillag másik féltekéjére (KÖVÁRI ZS., OLÁH K.).

Az UZ Lib esetében idősoros Doppler-képek segítségével meg tudtuk erősíteni a csillagon jelen lévő antiszoláris felszíni nyírást. Hasonló módon, idősoros Doppler-képek segítségével mutattuk ki a  $\zeta$  And differenciális rotációját is, itt azonban figyelembe kellett venni a csillag torzult geometriáját, melyre a fotometriai modellel egyező eredményt kaptunk (KÖVÁRI ZS., OLÁH K.).

Az LQ Hya kromoszférajának feltérképezését a  $H\alpha$  spektrumok modellezésével végeztük, az eredmények igen jó összhangban vannak a szimultán Doppler-képekkel és a fotometriai mérésekkel (KÖVÁRI ZS.).

A TT Arietis kataklizmikus változócsillagra vonatkozó, legújabb méréseink szerint a csillag jelenleg rendkívül instabil fázisban van. Úgy tűnik, hogy a TT Ari 1997-től 2004-ig – azaz rendkívül hosszú ideig – tartó pozitív szuperhump állapota befejeződött. Az október-novemberi méréseink szerint (melyeket részben a piszkéstetői obszervatórium 50 cm-es teleszkópjával végeztünk) a csillag a korábbi állapothoz képest elhalványodott, a szuperhump jellegű fényváltozások szinte eltűntek. A fénygörbét sokkal inkább a kváziperiodikus oszcillációk (QPO) uralták (PATKÓS L.).

Newton–XMM UV és röntgenadatok felhasználásával vizsgáltunk öt dMe típusú flercsillagot. 60 óra észlelési idő során 20 csillagflert találtunk. Elsőként sikerül kimutatnunk korrelációt csillagflerek UV és röntgenfluxusa között (GESZTELYI L.).

Az EQ Tauriról fedési változóról 2005-ben is sikerült teljes fénygörbét kapni BVRI és  $H\alpha$  szűrőkkel. A korábbi és a frissebb adatok elemzése arra utal, hogy ahol BVI színekben sötét folt hatása tapasztalható a fénygörbén, ott  $H\alpha$ -ban a csillag világos foltra utaló fénygörbetorzulásokat mutat. Mindez összhangban áll azzal, hogy a csillagfoltok felett  $H\alpha$ -ban fényes plage-területek vannak (CSIZMADIA SZ.).



## Napaktivitás

Yohkoh/SXT, SOHO/MDI, SOHO/EIT, TRACE valamint WIND bolygóközi mágneses adatok felhasználásával úttörő munkát végeztünk a koronában és a CME-k során kidobott mágneses felhőkben jelen lévő mágneses helicitás (csavarodottság) észlelésekből való meghatározására. Két esetben meghatározva mind a koronában észlelt helicitáscsökkenést mind a mágneses felhő helicitását, jó egyezést kaptunk e két érték között. (GESZTELYI L.).

Egy CME fejlődését követtük a korona alsó rétegeitől 1.5 napsugárig SOHO/MDI mágneses, TRACE EUV, RHESSI röntgen, SOHO/CDS spektroszkópiai és SOHO/ LASCO koronográf adatok felhasználásával. Kimutattuk, hogy a CME egy csavarodott fluxuscső (helikus mozgást mutató filament) felemelkedésével indul, amely az impulzív energiefelzabálás (fler) megindulásakor felgyorsul (az indulási sebesség 1.6-szorosára), majd egy újabb gyorsulási fázison megy át mielőtt elérné a koronográf látómezejét a felszíntől 1.5 napsugár távolságban (GESZTELYI L.).

Egy CME-t követtünk a Naptól a Földig. A különböző pozícióban levő Cluster-szondák által megfigyelt időkülönbségekből meghatároztuk a bolygóközi lökéshullám térbeli geometriáját, amely jó egyezést mutatott az aktív vidéknek a Napon elfoglalt helyével, amely a CME kiindulópontja volt (GESZTELYI L.).

A Nap északnyugati peremének közelében egy eruptív filament-fler-CME eseményt figyeltünk meg a SOHO és TRACE űrlaboratóriumokkal. A filament felemelkedése közben megcsavarodott, és egy táguló hurkot formált. Az aktív vidék mágneses fejlődésének vizsgálata szokatlanul erős mágneses csavarodottság jelenlétét jelzi, amely a naptevékenység leszálló ágában nem egyedi jelenség (GESZTELYI L.).

A DPD-re alapozva vizsgáltuk a Nap rotációjának torziós oszcillációja és a napfoltok egyes paraméterei közötti térbeli korrelációt. Eredményeink szerint a foltok az előre haladó sávoknak a pólusok felőli tartományait preferálják (LUDMÁNY A., MURAKÖZI J.).

Megvizsgáltuk a foltok előfordulási gyakoriságának kelet-nyugat irányú aszimmetriáját a foltméret és a centrálmeridián-távolság függvényében, összehasonlítva a DPD-t és a GPHR-t. Megállapítottuk, hogy a kelet-nyugati aszimmetria katalógusfüggő. A DPD esetén gyenge, csak a 20-nál kisebb területű foltoknál és csak a 75–85°-os sávban kimutatható. A GPHR esetében azonban a foltsoportoknál és magányos foltoknál egyaránt nagyon erős az aszimmetria (BARANYI T., MEZŐ GY.)

Az 1996-os SDD területadatait összehasonlítottuk a DPD adataival és a Bradfordban készített SFC (Solar Feature Catalogue) SOHO/MDI katalógus adataival. Az SDD és az SFC a penumbra területet tekintve nagyon jó egye-

zést mutat, de a kisebb felbontásból adódóan a DPD-nél 13%-kal nagyobb területet adnak. Az umbra méretében viszont az SFC-SDD különbség a 31%-ot is eléri (BARANYI T., GYŐRI L.).

A SOHO/MDI kvázi-kontinuum képeket a DPD-vel megegyező módon kimértük, és a foltokra vonatkozóan SOHO/MDI–Debrecen katalógust (SDD) hozunk létre. Az 1997-es évre a kiválogatott és feldolgozott egészkorong-intenzitás és -magnetogram észlelések már ftp-n hozzáférhetőek (BARANYI T., GYŐRI L., MURAKÖZI J.).

Befejeztük az 1997-es DPD végső ellenőrzését. Az 1990-re vonatkozó előzetes adatokat ftp-re tettük. Az archívumot kiegészítettük egészkorong-magnetogramokkal. (BARANYI T., GYŐRI L., LUDMÁNY A.).

### *Csillagkeletkezés és az intersztelláris anyag fizikája*

Az OPTICON EU FP6 projekt lehetőségeit kihasználva a Calar Alto Observatory 2.2 m-es távcsövével befejeztük a Cepheus flare fiatal csillagainak spektroszkópiai megfigyeléseit. A Cepheus flare minden olyan csillagáról készítettünk közepes diszperziójú színeképfelvételt, amelyet a korábbi objektív-prizmás felvételeken  $H\alpha$  emissziója alapján lehetséges fiatal csillagként regisztráltunk (KUN M.).

Meghatároztuk a Lynds 1340 molekulafelhő általunk korábban felfedezett, fősorozat előtti csillagainak színeképtípusait. A színeképtípusokból kapott effektív hőmérsékletet fotometriai adatokkal összevetve meg lehet becsülni a csillagok tömegét és korát (KUN M.).

Saját optikai spektroszkópiai és fotometriai méréseink alapján meghatároztuk a Lynds 1333 felhőben született, kis tömegű csillagok tömegét és korát, valamint spektrális energiaeloszlásukat. A L1333 az egyik legkisebb ismert csillagképző felhő, és távolsága mindössze 180 pc (KUN M.).

Az Európai Déli Observatórium (ESO) közép-infravörös interferométerével (VLTI/MIDI) megfigyeltük a V1647 Ori fiatal változócsillagot, amely 2004 elején fényesedett ki. A méréseink azt mutatják, hogy a forrás 10  $\mu\text{m}$ -en sugárzó része kiterjedt, kb. 7 AU méretű. Az adatokban nem találtuk nyomát eddig nem ismert, közeli kísérőnek, amely felelős lehet a kitörésért. Egyetlen csillag körüli korongmodellel illeszteni tudtuk a forrás spektrális energiaeloszlását és az interferométer mérési eredményeit (ÁBRAHÁM P., KÓSPÁL Á., MOSONI L.).

Kövtük a V1647 Ori eruptív fiatal csillag fényességének, valamint optikai és infravörös spektrumának fejlődését a kitörés kezdetétől egészen a 2005. október végén bekövetkezett elhalványulásig. A 2005. október-novemberi piszkétetői méréseinkből kiderült, hogy a csillag hirtelen tízszer gyorsabb halványodást mutatott, mint a megelőző időszakban. A gyors halványodást nem kísérte a csillag színének változása, ami kizárja azt a magyarázatot, hogy a

halványodást a megnövekedett extinkció okozta volna (ÁBRAHÁM P., CSIZMADIA SZ., KÓSPÁL Á., KUN M., MOÓR A., RÁCZ M.).

Az OO Serpentis 1995-ös kitörését követően az ISO műhoddal 20 hónapon keresztül készültek róla mérések 3.6 és 100  $\mu\text{m}$  között. Ezeket a méréseket 2004-ben a Kanári-szigeteken lévő WHT/LIRIS műszerrel készült 2.2  $\mu\text{m}$ -es, és az ESO 3.6 m/TIMMI2 műszerrel készült 12  $\mu\text{m}$ -es mérésekkel egészítettük ki. A 2.2 és 12  $\mu\text{m}$ -es fénygörbe alapján a csillag 2004-re visszatért a kitörés előtti állapotába. A csillag spektrális energiaeloszlása a kitörés során a hosszabb hullámhosszak felé emelkedett, ami arra utal, hogy a rendszerben jelen van egy lapos vagy szétnyíló csillag körüli korong és egy ezt körülvevő burok is (ÁBRAHÁM P., KÓSPÁL Á.).

A Parsamian 21 nevű fiatal csillagról a VLT/NACO adaptív optikás műszerrel közvetlen és polarimetriás méréseket készítettünk. A közvetlen képeken nem találtunk 1''3-nél közelebbi kísérőt. Az 1.66  $\mu\text{m}$ -es polarimetriás mérésekből minden eddiginél jobb felbontással látható a csillag körüli korong. A korongban történő többszörös szórás okozta alacsony polarizációs sáv a csillagtól 0''1–0''6-ig jól látható (ÁBRAHÁM P., KÓSPÁL Á.).

Az ISOPHOT mérései alapján befejeztük az SV Cep közepes tömegű UX Orionis típusú fiatal csillag infravörös fényváltozásainak analízisét. A relatív fotometriai pontosság javítása érdekében új kalibrálási módszert fejlesztettünk ki. A kapott infravörös fényváltozásokat összevetettük az optikai fénygörbékkel. A megfigyeléseket kvalitatív módon, a csillag körüli korong felfúfadt belső peremének időbeli változásaival magyaráztuk (ÁBRAHÁM P.).

IRAS, ISO és Spitzer adatok felhasználásával összeállítottuk a Naprendszer 120 parszekes környezetében, a Lokális buborék belsejében található  $10^{-4}$ -nél nagyobb infravörös luminozitási arányú törmelékkorongok listáját. A vizsgálatok során számos korábbi törmelékkorong-jelölt esetében kiderült, hogy az infravörös sugárzás valójában a csillagokhoz közeli objektumokból, valószínűleg galaxisokból származik. Az elkészült katalógus 60 törmelékkorong adatait tartalmazza, közülük 11 új felfedezésnek számít (ÁBRAHÁM P., MOÓR A.).

Infravörös és optikai adatok alapján meghatároztuk a csillagközi por távoli infravörös emisszivitását porfelhőkben, és meghatároztuk ennek hőmérsékletfüggését. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a legtöbb helyen a porszemcsék növekedése szilikát tartalmú részecskék összetapadásával és/vagy jégköpenyképződéssel valósul meg, és a szén csak kivételes esetekben vesz részt ebben a folyamatban (ÁBRAHÁM P., KISS CS.).

Az ISO Data Centre és az MTA CsKI között létrejött szerződés keretében tovább dolgoztunk az ISOPHOT adatok újraértékelésén. 2005-ben három új katalógust küldtünk be az ISO Archívumába (MOÓR A.).

## Egyéb témák, interdiszciplináris kutatások

*A felsőlégkör szerkezete.* A semleges felsőlégkör teljes sűrűségében jelentkező észak-dél aszimmetria és a felsőlégkörben fellépő óriáshullámok további vizsgálatával és értelmezésével foglalkoztunk. (ALMÁR I., ILLÉS E.).

*A Naprendszer kis égitestjei.* A Hubble Space Telescope (HST) Advanced Camera for Surveys High Resolution Channeljével (ACS/HRC) megfigyeltük a 9P/Tempel 1-üstökös magját, arról pontos fénygörbét készítettünk, és meghatároztuk a mag méretét és forgási periódusát. A NASA Spitzer űrteleszkópja segítségével a termális infravörösben is sikerült fénygörbét felvenni. A látható fényben készült HST és infravörösben kapott Spitzer adatokból a mag mérete, albedója, alakja és forgási periódusa pontosítható volt (TÓTH I.).

A DDT (Director's Discretionary Time) program keretében, a NASA Spitzer űrteleszkópjának MIPS (Multi-Band Imaging Photometer for Spitzer) műszerével megfigyeltük az ESA Rosetta üstökösszonda célobjektumát, a 67P/Churyumov–Gerasimenko-üstököst. Sikeresen detektáltuk a magot 24  $\mu\text{m}$ -nél, a termális infravörösben; továbbá a képeken a kiáramlott poranyag (dust trail) is megfigyelhető volt (TÓTH I.).

A NASA CONTOUR (COMet Nucleus TOUR) elnevezésű in-situ üstökös programjának egyik célobjektuma volt a már korábban szétesett 73P/Schwassmann–Wachmann 3-üstökös. A kísérlet sikertelen volt, azonban már korábban a HST WFPC2 műszerével az űrprogramot támogató megfigyeléseket végeztünk. Az adatok elemzése a beszámolási időszakban történt, amelynek eredményeiről cikk jelent meg (TÓTH I.).

A Lagrange-féle elemek (k, h), (q, p) síkjában vizsgáltuk a Hilda-zóna objektumainak eloszlását, kiegészítve ezt még a Jupiterre vonatkoztatott Tisserand-paraméter, illetve a pálya-gerjesztettségi paraméter vizsgálatával. Ilyen módon tizenegy új kvázi-Hilda üstököst találtunk, valamint huszonhárom olyan kisbolygónak katalogizált Hilda-zóna tagot, amely a pályája alapján kvázi-Hilda ekliptikai üstökös is lehet (TÓTH I.).

A piszkéztetői 1 m-es RCC CCD kamerával megfigyeltük a fő kisbolygóöv Themis-zónájában keringő 7968 Elst–Pizarro kisbolygót. Az égitest korábban átmenetileg üstökösszerű viselkedést mutatott, de teljesen szabályos aszteroidapályán kering a Themis-zónában. Az objektum a megfigyelési időszakban nem mutatott üstökösaktivitást (TÓTH I.).

A beszámolási időszakban több száz üstökös és kisbolygó fotometriai és asztrometriai pozíciómérését végeztük el. A megfigyelési eredményeket az MPC-ben illetve az MPEC-ben publikáltuk (KELEMEN J.).

*Planetáris kutatások.* A Cassini-űrszonda mérési eredményei közül a Szaturnusz gyűrűjével és a Iapetus holddal kapcsolatosakat részletesebben megvizsgálva újszerű magyarázatot adtunk a bolygógyűrűk keletkezésére és a Iapetu-

son található sötét anyag forrására. Elfogadva a hipotézist, hogy a Szaturnusz jégből álló gyűrűje egy óriás-üstökösmaag Roche-határon belüli felbomlásából keletkezhetett, a Cassini-mérések alapján bebizonyítottnak tekinthető, hogy az üstökösmaag felbomlása a B-gyűrű legfényesebb részének távolságában történhetett, és ma is folytatódik. A Iapetus sötét felszíni anyagát a Cassini űrszonda egyik felvételén látható, az egyenlítő mentén húzódó 13 km magas és 1300 km hosszú gerinc mentén működő gejzírek által kispriccelt, metán tartalmú felszíni réteggel magyaráztuk, és rámutattunk, hogy a Naprendszer külső részén a vulkáni tevékenység főként gejzírek formájában jelentkezik (ILLÉS E.).

Az eredeti DDS-MSO modellt tovább finomítottuk (részletek a Planetarium beszámolójában) (HORVÁTH A.).

*Exobolygók kutatása.* Az OGLE LMC-beli 2495 fedési kettőst tartalmazó adatbázisa segítségével megvizsgáltuk a nagy csillagsűrűség (blending) miatt fellépő hamis bolygófedések valószínűségét és azok kiszűrésének lehetőségét csupán fénygörbe-analízis segítségével. Módszerünk igen jó eséllyel szűri ki a fedési kettősök miatti hamis bolygófedéseket (KOVÁCS G.).

*COROT űrprojekt.* Részt vettünk az űrtávcső lehetséges célpontjainak észlelésében. A mérések során a kiválasztott csillagok fotometriai vizsgálatát végeztük el. Ezen felül az intézetünkben kifejlesztett TiFrAn programcsomag felhasználásával próbáltunk publikus fotometriai adatbázisok alapján automatikus módon változócsillagokat keresni a COROT távcső célterületein (CSUBRY Z., PÁPARÓ M.).

*Herschel űrprojekt.* Kidolgoztuk a távoli infravörös égbolt kisbolygó-modelljét, amelyet felhasználtunk a közeljövő infravörös űrtávcsöveire tervezett műszerek kisbolygóktól származó konfúziós zajának becslésére (KISS Cs.).

*Ia típusú szupernóvák.* Megmutattuk, hogy a nagy z-jű SN Ia eseményeknél a befogadó galaxis extinkciójának becslésében valószínűleg szisztematikus hiba van. A szisztematikus hiba eltávolítása után kapott adatok már nem támasztják egyértelműen alá a nem nulla kozmológiai állandójú modellek bevezetésének szükségességét (BALÁZS L., CSIZMADIA Sz.).

*Csillagásztörténet.* Elkezdtük a csillagászzal foglalkozó corvinák vizsgálatát. Regiomontanusnak Vitéz János számára írt kódexéről megállapítottuk, hogy tulajdonképp egy szférikus csillagászati példatár (BARLAI K.).

Befejeztük Schnitzler Jakab wittenbergi publikációinak vizsgálatát. Tisztáztuk a szerzőség kérdését egy vitatott esetben. Felhívtuk a figyelmet két olyan nyomtatványra, melyek még nem szerepeltek a Régi Magyar Könyvtárban (ZSOLDOS E.).

Tanulmányoztuk, hogy mi volt a nagyszombati (és esetenként a kassai vagy kolozsvári) jezsuiták elképzelése arról, hogy mi egy csillag. A 17. század közepétől tűnik el az arisztotelészi ötödik elem képzete. A 18. században kezdenek beépülni a modernebb elképzelések (ZSOLDOS E.).

*Diamágneses Coulomb-probléma.* Egy teljesen saját módszerrel integrálva a Schrödinger-egyenletet, bizonyos kritikus térerősség fölött kaotikus viselkedésre utaló oszcilláló megoldásokat is kaptunk. Nem világos, hogy a konvencionális megoldási módok miért nem adták ezeket a partikuláris megoldásokat (BARCZA Sz.).

*Gyermekek hallásvizsgálata.* Folytattuk a gyermekek hallásvizsgálatát a dislexia hajlam kimutatására illetve a hallástréningen átesett gyermekek kontrollvizsgálatára. Kimutattuk, hogy a diszlexiás gyermekek esetén segített a hallott szöveg megértésében, ha a fonémák közé nagyon rövid, a korábbi vizsgálatokból kapott hosszúságú szüneteket illesztettünk (KOLLÁTH Z.).

### *Hazai és nemzetközi kapcsolatok*

*Hazai kapcsolatok.* Együttműködtünk a soproni GGKI-vel; az ELTE Gyógypedagógiai Főiskolai Kar Foniátriai Tanszékével diszlexiás gyerekek vizsgálatában; a Budapesti Műszaki Főiskolával a fényszennyezés témakörben az *Ipari Környezetvédelem* című tárgy keretén belül; valamint az MTA SZTAKI Analogikai és Neurális számítások Laboratóriumával egy új hullámfront-érzékelő fejlesztésére.

A beszámolási időszakban is részt vettünk az egyetemi oktatásban előadások, gyakorlatok tartásával, valamint szakdolgozati és doktori témavezetéssel. Kutatóink az alábbi előadásokat, illetve gyakorlatokat tartották:

ELTE-n: Előadás: Csillagkeletkezési régiók, Asztrofizika 4., Az asztrofizika megfigyelési módszerei, Asztrostatisztika I., Csillagászat fizika tanári továbbképzésen, Csillagaktivitás – aktív csillagok II., Csillagrendszerek dinamikája I–II., Informatika a csillagászatban, Obszervációs csillagászat 1., 2., 3., 4., Passzív csillag körüli korongok szerkezete II., A csillagközi por fizikája I., Szférikus csillagászat interdiszciplináris alkalmazásai.

Gyakorlat: Bevezetés a csillagászatba II., mérési gyakorlat IV. éves fizikus hallgatók számára.

DTE-n: Előadás: Bevezetés a csillagászatba, Bevezetés az űrfizikába.

SZTE-n: Előadás: A csillagközi anyag és csillagkeletkezés, Űrcsillagászat, Asztrofizikai megfigyelési módszerek.

*Nemzetközi kapcsolatok.* Együttműködés az International Astronomical Union-nal (IBVS szerkesztés, IAU Comm. 27., Comm. 42 és Div. V. WWW szolgáltatások karbantartása). Tét együttműködés az IAC-vel (Tenerife, Spanyolország) Naphoz hasonló csillagok keletkezésének vizsgálatára. Együttműködés az amerikai Spitzer infravörös mesterséges holdra és az európai VLT teleszkópra benyújtandó pályázatok közös kidolgozásáról (MTA CSKI, MPA Heidelberg, STScI Baltimore, Stewart Obsz. Arizona). Részvétel az ESA Herschel űrtávcső előkészítő munkálataiban, hivatalos tagság a PACS műszer Instrument Control Centre-ben (ESA/PECS által támogatott projekt).

Részvétel a COROT mesterséges hold előkészítő munkálataiban és az Additional Program-ban (ESA/PECS által támogatott projekt). GAIA asztrometriai űrmisszió változócsillag-munkacsoport; folyamatos részvétel a Nemzetközi Asztronautikai Akadémia munkájában. Együttműködés a Princeton University Observatory-val, automatizált változócsillagászati megfigyelésekben. MACHO-affiliált programban való részvétel. A DPD katalógushoz nemzetközi együttműködések keretében kapunk észleléseket a következő obszervatóriumokból: Kiszlovodszk (Oroszország), Kanzelhöhe (Ausztria), Mount Wilson (USA), Abastumani (Grúzia), Ebro (Spanyolország), Helwan (Egyiptom), Kijev, Lvov (Ukrajna), Kodaikanal (India), Ondrejov, Vassilicke Mezirici (Csehország) és Tashkent (Üzbegisztán). Együttműködés a stanfordi SOHO/MDI kutatócsoporttal közös katalógus készítése céljából (ESA/PECS által támogatott projekt). Részvétel az ESO VLTI új generációs közép-infravörös interferométerének fejlesztésében (EU 6 FP OPTICON/JRA4 által támogatott projekt). Munkakapcsolat az AIP Potsdammal. Francia–magyar együttműködés a Naprendszer kutatására az MTA–CNRS egyezmény keretében.

### *Pályázatok*

*Hazai pályázatok.* OTKA (12 tematikus), Magyar Űrkutatási Iroda.

*Nemzetközi pályázatok.* Spanyol–magyar TÉT együttműködés, 3 PECS együttműködés az ESA-val, együttműködés az ESA ISO Data Centerrel, COST action 283: *Computational and Information Infrastructure in the Astronomical Data Grid*, MTA–Izraeli Tudományos Akadémia közötti egyezmény, MTA és a JSPS közötti kétoldalú együttműködés, MTA–CNRS közös projekt, részvétel az EU FP6 European Interferometry Initiative JRP-ben.

### *Az Intézet személyi állománya*

A 2004. december 31-én érvényes állapothoz képest a személyi állományban a következő változások történtek: Intézetünk állományába került: Pál András (Budapest), Sárnecky Krisztián (Budapest), Sipőcz Brigitta (Budapest), Tagscherer Imre (Budapest), Tóth Ákos (Debrecen), Sódor Ádám (Budapest), Sódorné Bognár Zsófia (Budapest), Váradi Mihály (Budapest). Intézetünk állományából távozott: Fűrész Gábor (Budapest), Forgácsné Dajka Emese (Budapest), Gerlei Ottó (Debrecen), Kis Ottó (Budapest), Kovács Ágnes (Debrecen), Kovács Józsefné (Debrecen), Ludányi Andrea (Debrecen), Makó György (Debrecen), Német András (Budapest), Sári Kálmánné (Debrecen).

Érdi Bálint

## Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése 2005-ben

### Személyi állomány

A Tanszék személyi állománya az előző beszámolási időszakhoz képest annyiban változott, hogy Balázs Béla professzor betöltötte 70. életévét és nyugdíjba vonult. Forgácsné Dajka Emese egyetemi adjunktusi megbízást kapott. A tanszék vezetését továbbra is Érdi Bálint egyetemi tanár látja el. A Tanszék munkatársai még Petrovay Kristóf egyetemi docens, Szécsényi-Nagy Gábor egyetemi adjunktus, Tóth L. Viktor egyetemi adjunktus és Sándor Zsolt OTKA posztdoktori ösztöndíjas. A tanszék doktorandusz hallgatói: Hetsi Zsolt, Klagyivik Péter, Kovács Tamás, Major Balázs, Marschalkó Gábor, Nagy Imre, Pál András, Posztobányi Kálmán.

### Oktatás

A tanszék oktatási tevékenysége az eddigi gyakorlatnak megfelelően folytatódott. Ebben azonban rövidesen változás lesz, ugyanis 2006 őszétől áttérünk a bolognai folyamatnak megfelelő többciklusú képzésre. Ez egyebek mellett azt jelenti, hogy csak a hároméves fizika vagy a földtudományi alapszak elvégzése után lesz lehetőség a kétéves csillagász mesterszakra a tanulmányokat folytatni. Az oktatással kapcsolatos részletes információk a tanszék honlapján<sup>1</sup> érhetők el.

A beszámolási időszakban a következő hallgatók tettek csillagászatból záróvizsgát: Ács Barbara, Bognár Zsófia, Horvai Ferenc, Klagyivik Péter, Kriska Ádám, Sipos Nikoletta, Sódor Ádám, Varga Balázs.

### Kutatás

#### *Szoláris magneto-hidrodinamika*

A megfigyelések szerint a Nap aktív vidékein a mágneses tér helikális jellegű (dugóhúzószerű). A helicitás előjele az északi féltekén negatív, a délin

---

1. Az ELTE Csillagászati Tanszék honlapja: <http://astro.elte.hu/>



pozitív. Ennek eredetére az egyik lehetséges magyarázat, hogy miközben az aktivitást okozó mágneses fluxuscső felszáll a konvektív zónán át, a gyenge külső poloidális mágneses tér köréje tekeredik, s a cső belsejébe diffúzió útján behatolva a térnek helikális jelleget ad. Indiai kutatókkal együttműködve kidolgoztuk ezen nemlineáris diffúziós folyamat modelljét, követve a mágneses tér alakulását a felszálló fluxuscsőben, miközben az egyre több poloidális fluxust söpör fel. A modell paramétereinek legkézenfekvőbb megválasztása mellett a kapott csavarodás mértéke a megfigyelt értékekkel nagyságrendileg megegyezik. Modellünk meglehetősen erős predikciója, hogy az aktív vidékek perifériáján – valahol a pláza peremén – ellentétes helicitású gyűrűnek kell jelentkeznie. A jövőben a mainál érzékenyebb magnetográfok segítségével ezt várhatóan tesztelni lehet (PETROVAY K.).

Tovább folytattuk a napaktivitás statisztikai vizsgálatait. A 11 éves Schwabe-ciklus a Nap aktivitásának egyik legismertebb ciklusa, melyet azóta számos más jellegű adatsorban is kimutattak, mint pl. geomágneses aktivitás, űridőjárás, klímaváltozás stb. Azonban az évtizedes változások mellett mind hosszabb, mind rövidebb időskálájú változások is megfigyelhetők. Eddig elsősorban a százados időskálájú változásokra koncentráltunk, most viszont a rövidebb ciklusok megjelenését tettük vizsgálataink tárgyává. Az erre vonatkozó kutatásokra a legnagyobb ösztönzést a SOHO/MDI és a GONG észlelésekből kapott helioszeizmológiai adatok adták, melyekben a dinamó „szülőhelyénél”, a tachoklínában mutattak ki egy 1.0–1.3 éves változást. Vizsgálatainkban nem csak a különböző aktivitási mutatókban jelentkező 1–2 éves időskálájú változásokat kerestük, hanem ezen mutatókban megfigyelhető ciklicitások közötti esetlegesen fellelhető közös eredetet is (FORGÁCSNÉ DAJKA E.).

### *Égi mechanika*

Osztrák és argentin kutatókkal együttműködve folytattuk a hipotetikus trójai exobolygókkal kapcsolatos vizsgálatokat. (Egyes vélemények szerint a HD 128311 és HD 82943 rendszerek radiális sebességében észlelt változások két 1:1-es rezonanciában lévő bolygóval is magyarázhatók.) Numerikus szimulációkkal megmutattuk, hogy akár Jupiter-méretű trójai exobolygó is keringhet stabil pályán az L4 vagy L5 Lagrange-pont környezetében (ÉRDI B., SÁNDOR Zs., FRÖHLICH G., NAGY I.). Trójai bolygók keletkezésének vizsgálatára kifejlesztettünk egy kódot, mely alkalmas trójai planetézimálok dinamikai és ütközési fejlődésének vizsgálatára Stokes-típusú gáz fékezőerő figyelembevételével. Szimulációkkal példákat találtunk arra, hogyan alakulhatnak ki planetézimálok sokaságából a primordiális gázfelhő fékező hatására és ütközési akkréciós folyamatok révén közel földméretű trójai bolygók (SÁNDOR Zs.).

A tübingeni egyetem kutatóival együttműködve vizsgáltuk a HD 128311 rezonáns exobolygórendszer kialakulását. Ha a rendszer pusztán a migrációs hi-

potézisnek megfelelően fejlődött volna, a két bolygó excentricitása jelenleg csak kissé változna, pályaellipsziseik pedig együtt forognának (korotációs rezonancia). A megfigyelésekből kapott adatok azonban nem ezt mutatják. A migrációs hipotézisből kiindulva, egy hirtelen perturbatív eseményt feltételezve (pl. szoros megközelítés más bolygóval) sikerült megmagyarázni a rendszer jelenlegi viselkedését (SÁNDOR Zs.).

Vizgáltuk, hogy az átvonulási fotometria segítségével detektálható bolygók pályadatai miként pontosíthatók, ha a rendszerben legalább még egy bolygó ismeretes. Módszert dolgoztunk ki, mellyel felső korlát adható az átvonuló bolygó pályájának excentricitására (SÁNDOR Zs.).

Folytattuk annak a problémának a vizsgálatát, hogy egy bolygórendszer stabilitása mennyire érzékeny a tömegek változtatására. A Naprendszer egyszerűsített modelljében (mely csak az öt belső bolygót tartalmazza) a Föld tömegének ötszörösre növelése 20 millió év alatt a Mars szökésére vezet. A tömegnövekedéssel kapcsolatos vizsgálatok segíthetnek az exobolygó-rendszerek stabilitási viszonyainak megértésében (SÜLI Á.).

### *Galaktikus csillagászat és az intersztelláris anyag fizikája*

TÓTH L. VIKTORT társkutatónak hívták meg az ASTRO-F (Akari) infravörös műhold projektet vezető japán JAXA egyik csoportjához. Az űr-obszervatórium méréseit előkészítő munkába KISS ZOLTÁN korábbi PhD-hallgatónk és egy egyetemi hallgató is bekapcsolódott. A magyarországi tevékenység koordinálására, mely több kutatóhely részvételével zajlik, tanszékünkön megalakult az ASTRO-F Star Formation Mission Program Hungarian Support Team<sup>2</sup>.

A mérések előkészítéséhez mérés technikai megoldásokkal, archív adatok specifikus elemzésével és célpontok kijelölésével járultunk hozzá. Az aktív fázisban adatelemzéssel és értelmezéssel, valamint egyidejű földi mérésekkel (várhatóan a Szegedi Tudományegyetem kutatóinak bevonásával) működünk majd közre.

Folytattuk a nyílt csillaghalmazokban és látszólagos égi környezetükben található flercsillagok fotometriai és asztrometriai vizsgálatait. Az M45 mellett megkezdtük az M44 mérését is. A piszkástetői Schmidt-távcsővel több fotometriai sávban a kiválasztott terület ötödrészéről sikerült adatokat gyűjteni. A statisztikusan is szignifikáns megállapításokhoz elégséges mérési adatok összegyűjtése 2007-re várható (SZÉCSÉNYI-NAGY G.).

### *Extragalaktikus csillagászat és kozmológia*

A beszámolási időszakban három-négy olyan extragalaktikus szupernóva fölfedezésére került sor, melyek a rendelkezésünkre álló műszerekkel is

2. Részletes információk: [astro.elte.hu/~lvtoth](http://astro.elte.hu/~lvtoth)

megfelelő jel/zaj arány mellett voltak mérhetőek. Ezekről az időjárás szabta korlátok között fotometriai adatokat gyűjtöttünk hosszú távú luminozitásváltozásaik meghatározására (SZÉCSÉNYI-NAGY G.).

Korábban rámutattunk arra, hogy az Ia típusú szupernóvák adatainak kozmológiai felhasználása idő előttinek tekinthető, mert az adatsorok statisztikus vizsgálata az adatok redukciója után is megtalálható, szisztematikus eltérésekre derített fényt. Ennek következtében az Ia típusú szupernóvák fényesség – vöröseltolódás diagramja még nem tekinthető a gyorsuló Univerzum melletti egyértelmű bizonyítéknak. Egyetemi hallgatók bevonásával elkezdtük a jelenség Monte Carlo-szimulációját, mely segíthet feltárni az adatsor szisztematikus hibájának eredetét (BALÁZS L., HETESI ZS., REGÁLY ZS.).

A kozmológiában egyre elfogadottabb antropikus elvek vizsgálata során korábban rámutattunk, hogy a Gödel-féle nem-teljességi tétel meggátolhatja, hogy az Univerzum fizikai állandóinak finomhangolását egy egyesített elméletből le lehessen vezetni. A természeti állandók finomhangolását eddig nem sikerült matematikai nyelven formába önteni, a legtöbb bírálat éppen ezért érte ezt az elgondolást. Az egyik ellenvetés vizsgálata elvezetett egy, a káoszelméletben használatos módszer segítségével egy matematikai definícióra (HETESI ZS., VÉGH L.).

### *Egyéb munkák*

*Asztrofotográfiai archívum.* Bekapcsolódtunk az asztrofotográfiai lemezarchívumok anyagának internetes elérhetőségét megkönnyítő IAU-projektbe. A korábban pályázati forrásból beszerzett hardver és szoftverkörnyezetben egyelőre nyolc bites szürkeárnyalatos, illetve huszonnégy bites színes digitális képfájlokat tudunk előállítani és kezelni. Hozzákezdtünk az MTA KTM CsKI Pizskéstetői Observatóriumában működő Schmidt-kamerával az elmúlt fél évszázadban a Csillagászati Tanszék munkatársai által fölvetett képek digitalizálásához azzal a céllal, hogy a későbbiekben ezekkel is kibővíthessük a tanszék Asztrofotográfiai Archívumát (SZÉCSÉNYI-NAGY G.).

*Kis égitestek vizsgálata.* Folytattuk a strukturált kómát és csóvát is mutató, valamint a fölbomló magú üstökösök tanulmányozását. Az érdeklődés középpontjában a Schwassmann – Wachmann 3-üstökös áll, melynek magja több tucat szilánkra hullott szét, és mint ilyen, szinte egyedülálló. A nagyobb luminozitású B és C komponens a hazai műszerek által is elérhető. Az égitest perihélium-átmenete utáni időszak anyagainak feldolgozása után tervezzük a kutatások eredményeinek összefoglalását (SZÉCSÉNYI-NAGY G.).

Hegedüs Tibor

## A Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézetének működése 2004–2005

A beszámolási időszakban két kerek évfordulót is ünnepelhettek a csillagvizsgáló egykori és mai dolgozói és támogatói. Negyven éve, 1966. január 1-jén fogadta intézményei közé a Magyar Tudományos Akadémia, a Csillagászati Kutatóintézet „Égimechanika és alkalmazásai” osztályaként; és ötven éve, 1955. december 18-án nyitották meg hivatalosan a bajai csillagvizsgáló Tóth Kálmán u. 19. alatti első telephelyét.

### *Munkafeltételek*

A Bács-Kiskun Megyei Fejlesztési Tanács projektjeként elkészült egy új, 50 cm-es tükörátmérőjű, módosított Cassegrain-rendszerű távcső. Az  $f/6$  nyílászviszonyú, ekvatoriális villás szerelésű, teljesen automatizált műszer a BART–1 (Baja Astronomical Robotic Telescope) nevet kapta. A mechanikát, az elektronikus vezérlést és a szoftvert a nemzetközi sikereket is elkönyvelő magyar HAT-munkacsoport készítette. A vezérlés pontosan meg egyezik az általuk felújított, svábhegyi 60 cm-es távcsőével. Az optika orosz tervezésű és gyártású. A teszt-időszak (2005.06–2006.03.) alatt folyamatosan, csaknem hibátlanul működött. Első távvezérlési próbái (Kecskemétről, majd Moszkvából és Kairóból) kiválóan sikerültek.

A CCD kamera Alta U–16 típusú, az Apogee Inc. (USA) gyártotta. Érzékelője  $4096 \times 4096$  képelemes, egy felvétellel  $42' \times 42'$  égterületet képez le.

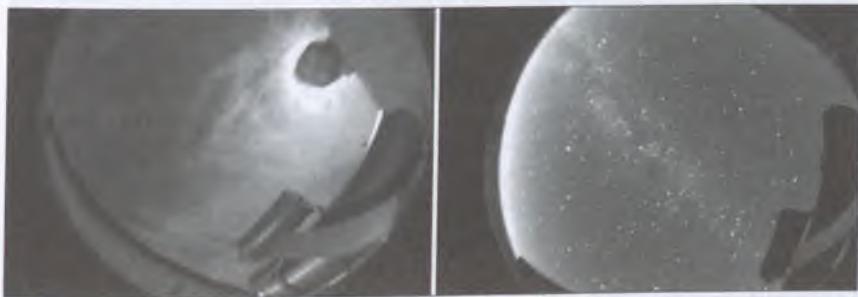


7.5. ábra. A BART–1 robottávcső a csillagvizsgáló DNy-i műszerállásán

A CCD felülete kétszerese a hagyományos kisfilmes fényképezőgépek kép-területének, ezért üzembe állításakor ez volt hazánk legnagyobb csillagászati CCD-je. A beszámoló lezárta még tartott a távcső optikai rendszerének jusztróváza, és beszerzésre vár a szűrőváltó valamint a színszűrő készlet is, emiatt a tudományos munka még nem kezdődött meg a műszerrel. Az érdeklődők a technikai részletekről és a távcső működéséről csillagvizsgáló honlapján találhatnak további információkat<sup>1</sup>.

A mérőrendszer szerves részét képezi két „alrendszer”: az AMÁLIA névre keresztelt automatikus meteorológiai állomás, és a TÉKA (Teljes-Égbolt KAMERA) nevet viselő éjszakai égbolt kamera. A meteorológiai állomás adatai táblázatosan és grafikusan is megjelenítve, napi, heti és hónapos bontásban a csillagvizsgáló honlapján ingyenesen elérhetők. A 150 fokos látószögű teljes-égbolt kamera plexi védőbúra alatt dolgozik tanszéki épületünk tetején. Tipikus éjszakai expozíciós ideje 20 s, ami a közeli város szórt fényei miatt általában a felhőzetet is élvezetesen megjeleníti, a tiszta égterületen pedig pompás képet ad a csillagokról és a Tejútról.

Fontos előrelépés, hogy internet elérésünk sebessége 2006 tavaszára az előző beszámolási időszakhoz képest 16-szorosára növekedett.



7.6. abra. A TEKA égboltképe felhős és deruli éjszakán

### *Személyi ügyek, kapcsolatrendszerünk*

A 2004 augusztusában nyugdíjba vonult Lógó Mihályné gondnok helyét csillagász kutatói státuszra bővítettük, amelyen 2005. január 1-től Kiss Zoltán doktoranduszt foglalkoztatjuk. A karbantartási és a kertészeti munkákban 2004–2005 folyamán Kernya János Gábor nyújtott segítséget. Oktatási és ismeretterjesztő tevékenységünkben külső munkatársként Hetesi Zsolt működött közre.

1. A bajai robottávcső honlapja: [asterope.bajaobs.hu/bart/bart.php](http://asterope.bajaobs.hu/bart/bart.php)

Intézetünkkel a következő kutatók működtek együtt tudományos feladatokban: Nuspl János és Csizmadia Szilárd (MTA KTM CSKI), Tóth L. Viktor és Forgácsné Dajka Emese (ELTE), Vinkó József (SZTE), Vince István és Gojko Djurasevic (Belgrádi Observatórium), Farkas László (Temesvári Observatórium), Helen Rovithis-Livaniou (Athéni Tudományegyetem), Nevyana Markova és Haralambi Markov (Bolgár Tudományos Akadémia Rozheni Observatóriuma), Valentina Kozyreva és Alekszander Krylov (Sternberg Asztrofizikai Intézet, Moszkva), Osman Demircan és Ahmet Erdem (Onsekiz Mart Egyetem, Canakkale, Törökország), Magdy Elkhateeb (Csillagászati és Geofizikai Kutatóintézet, Helwan, Egyiptom).

### *Tudományos munka*

A beszámolási időszakban összesen közel 240 (rész- vagy teljes) éjszaka folyamán végeztünk fotometriai mérést, elsősorban a bajai 50 cm-es RC távcsőre szerelt AP-7 kamerával, illetve más observatóriumokban, így pl. az MTA KTM piszkéstetői observatóriumának távcsöveivel (Borkovits, Hegedüs, Kiss), és a gornergrati (Németország) 3 m-es rádiótávcsövel (Kiss). A bajai 50 cm-es RC távcsőre több alkalommal adtunk külső igények alapján vendég-észlelői távcsőidőt, így pl. Csorvási Róbertnek (SZTE, Szeged) és Magdy Elkhateebnek (NRIAG, Kairó). Mindezek a mérések túlnyomó mértékben standard B, V, R szűrős fotometriai mérések voltak, a gornergrati pedig mikrohullámú spektroszkópia volt. 26 csillag 83 minimumidőpontját publikáltuk az IBVS folyóiratban.

Továbbfejlesztettük a fedési kettősök  $\delta$  Scuti típusú komponensei nemradiális pulzációs módusainak rekonstrukciójához kidolgozott *dinamikai fedési tomográfia* módszert. Az eddigi egyszerű, gömb alakú, feketetest-sugárzó csillagok helyett realisztikusabb modellt vezettünk be. A pulzáló komponens forgástengelye most tetszőleges irányban állhat. A téma kutatása intézetközi együttműködésben folyik (Nuspl J., MTA KTM CSKI). Bíró I. B. e témából sikeres védés után, 2005. június 23-án PhD fokozatot szerzett.

Tovább folytattuk a szoros hierarchikus hármas csillagrendszerekben bekövetkező csatolt árapály- és gravitációs perturbációk numerikus és analitikus vizsgálatát. Elsőként adtunk pontos analitikus formulákat arra vonatkozóan, hogy ezek az összetett kölcsönhatások hogyan befolyásolhatják az excentrikus fedési kettősök megfigyelt pályaelemeit, és miként torzítják el az  $O-C$  görbe elméleti alakját. Formuláink lehetővé teszik, hogy a megfigyelt  $O-C$  görbe alapján akár kiszámíthatók legyenek a hármas rendszer geometriai-, sőt részben fizikai paraméterei is, vagy ellenkező esetben kizárható legyen az esetleges harmadik test jelenléte (BORKOVITS T.)

A fedési kettősök kutatásában már klasszikusnak számító  $O-C$  görbék vizsgálata terén folyamatosan fejlesztjük és alkalmazzuk a korábbiakban már

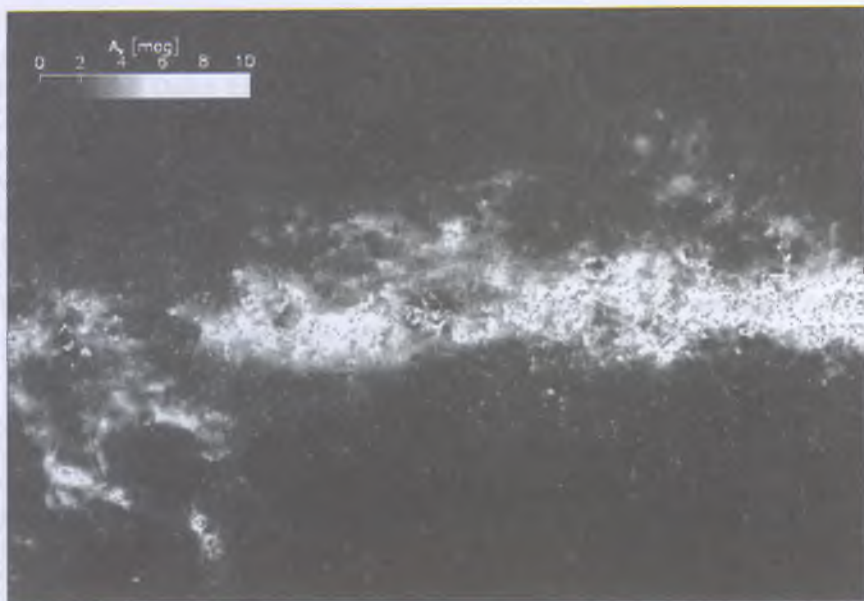
általunk és görög kutatók által is feltárt hibáktól mentes, korszerű analízis kódunkat. A legutóbbi lényeges bővítés a wavelet-transzformáció beépítését tartalmazta (BORKOVITS T.).

Az  $O-C$  görbék és a fénygörbék vizsgálatával megkezdtük a W UMa típusú változócsillagok mágneses aktivitásának vizsgálatát. Ehhez megkíséreltük az összes olyan rendszer elérhető  $O-C$  görbéjét átvizsgálni, amely értékelhető mennyiségű megfigyelési adatot tartalmazott. A kellő pontosságú vizsgálatok alig 50–60 évet fognak át, és igen hézagosak az adatsorok, ezért sok rendszernél egyelőre rejtve maradhat a kvázi-periodikus  $O-C$  képet eredményező mágneses aktivitás. Eddig 202 W UMa csillagból 56 lehetséges jelöltet találtunk, amelyeket a későbbiekben behatóbb vizsgálatoknak vetünk alá. A témában együttműködünk az MTA KTM CSKI és a NRIAG (Egyiptom) kutatóival.

Megkezdtük a fedési kettősök fénygörbe-analízisével kapcsolatos néhány alapkérdés vizsgálatát is (megoldások egyértelműsége, az illetékt paraméterek valósághű hibabecslése, egyes paraméterek kihatása a távolságmeghatározás hibájára).

Új terület intézetünkben az infravörös csillagászat. Optikai extinkció alapján korábban definiált 208 sötét felhőből álló mintából válogatott 44 csillagközi felhő  $^{12}\text{CO}$  és  $^{13}\text{CO}$  2–1-es átmenetének vonalait detektáltuk a Cepheus Flare-ben a KOSMA 3 m-es górngrati rádióteleszkópjával. A vonalak jellemző radiális sebességei alapján következtetni tudtunk arra, hogy az egyes felhők a különböző távolságú és mozgású felhőrétegei közül melyikhez tartoznak. Az így kapott távolságadatok fontosak a felhők tömegének és csillagképző hatékonyságának meghatározásához. A 2MASS pontforrás-katalógus adataiból K sávbeli többlet alapján 3871 T Tauri jelöltet azonosítottunk a 2. és 3. galaktikus negyedben a fősík  $+30^\circ$ -os környezetében. Eloszlásukat összevetettük a terület infravörös loop-héjaival. Héjak felületén számsűrűségük 40%-kal nagyobb, mint azokon belül vagy kívül. Ez arra utal, hogy a kis tömegű csillagok keletkezése sem spontán folyamat, a loopoknak szerepük lehet a gerjesztésben (KISS Z.).

Kutatóink 8 nemzetközi konferencián szerepeltek, kettőn felkért tudományos szervezőbizottsági tagként is, egyben LOC elnökként és tagokként is (a szinte sajátunknak mondható második nemzetközi asztrofizikai PhD konferencián, Pécs, 2005. szeptember 5–10). Részt vettünk a Fialat Csillagász és Asztrofizikus Kutatók IV. Országos Találkozásának szervezésében (Borkovits), és anyagi támogatásában (2006. január 11–13., ELTE, Budapest). Borkovits Forgácsné Dajka Emesével közösen meghívott előadóként szerepelt az Oléron (Franciaország) szigetén 2005. szept. 5–10. közt tartott nemzetközi asztrofizikai PhD iskolán.



7.7. ábra. A 2. galaktikus negyed csillagainak 2MASS katalógus  $J-H$  és  $H-K$  színindexei alapján készült extinkciótérképe. A vízszintes tengelyen a galaktikus hosszúság, a függőlegesen a szélesség. A szürkeskála az extinkcióértékeket mutatja

Hegedüs a XXVII. OTDK konferencia csillagászati dolgozatainak bírálójaként és zsűritagjaként is szerepelt (2005. márc. 21–23.). Szakkönyvtárunk folyamatosan bővülő választékkal áll az egyetemi hallgatók és kutatók rendelkezésére.

### *Egyetemi oktatás*

Intézményünk a Pécsi Tudományegyetem Fizikai Intézetének Csillagászati Külső Tanszékeként oktat csillagászati tárgyakat. A tavaszi szemeszterek vizsgaköteles Kozmikus fizika előadásait 2005-ben Borkovits, 2006-ban Bíró tartotta Pécsen. Az előadáshoz 2005-ben Gyakorlati asztrofizika gyakorlat is kapcsolódott, amit a hajai intézetben tartottunk meg. Az őszi szemeszterekben Napjaink asztrofizikája vizsgaköteles kurzust tartottunk a fizikatanári továbbképző szakos levelező hallgatóknak (2004: Bíró, 2005: Kiss). Kutatóink minden évben több egyetemi hallgató nyári gyakorlatának, illetve szakdolgozatának témavezetői, konzulensei.

### *Egyéb tevékenység, elismerések*

2005 őszéig (a 3 éves akadémiai periódus végeztéig) az MTA Pécsi Területi Bizottságának XI. Fizikai és Csillagászati Tudományok Szakbizottsága Csilla-



gászati Munkacsoportjának elnökét és három tagját adta intézetünk. A munkacsoportnak kiemelt feladata volt többek között a pécsi SBG távcső felújításának segítése, és a 2004. évi Tudomány és vallás, valamint a 2005. évi európai változócsillagászati PhD konferencia szervezésében történő közreműködés. A munkacsoport megbízatását 2005 őszén megújították a következő periódusra is.

2005-ben részt vettünk a Fizika Nemzetközi Éve rendezvényeiben és a Kulin György születésének 100. évfordulójához kapcsolódó programokban. Szinte valamennyi dolgozónk bekapcsolódott az április 19-i „világkörüli fénystafétába”. A Kulin-centenáriumra meghirdetett országos emlékvételkedő nyilvános döntőjének levezetőjét és egyik zsűritagját intézetünk adta (Hegedüs, Borkovits).

A közoktatásban a fizika és földrajz órák keretébe bújtatott csillagászatoktatásának kiegészítésére „rendhagyó fizikaórákat” tartunk. A tanév folyamán városi csillagászati szakkört működtetünk, valamint július elején egyhetes, középiskolás csillagászati szaktábort szervezünk. Sok látogató vesz részt az augusztusi Perseidák meteorraj maximumához legközelebbi szombaton napnyugtától hajnalig tartó Városi Nyílt Csillagászati Bemutónapokon is (2004. augusztus 14. és 2005. augusztus 13.). A 2005. évi különös érdeklődést kiváltó programja az intézet területén kialakított Mars terep volt, amelyen rádiós távvezérléssel lehetett egy marsjáró modellt vezérelni, kizárólag a rászertelt kamera által mutatott kép figyelésével (az ötletet és a modellt a dunaszerdahelyi Corvus Egyesület bocsátotta rendelkezésünkre). A korábban évente megrendezett „Égre Néző Szemek” csillagászati kiállítás 2004-ben elmaradt, de 2005-ben, a Tóth Kálmán utcai csillagvizsgáló átadásának 50. évfordulója alkalmából sikerült ismét megtartanunk. A Bajai Bemutó Csillagvizsgáló jelképes „újra-felavatásával” együtt, 2005. december 9-én nyitottuk meg a neves hazai asztrofotósok képeit bemutató tárlatot.

A Bajai Nagytávcsöves CCD-s AmatőrCsillagász Találkozót (BANACAT) évente két alkalommal tartottuk meg. 2005. április 28–30. között, a 21. BANACAT találkozón két határon túli magyar csillagászati szervezetnek adhattunk át támogatásként nagyobb mennyiségű szakirodalmat, valamint az intézetünkkel együttműködő Temesvári Observatórium vezetőjének egy automatikus szűrőváltó egységet.

Intézetünk adja a Magyar Csillagászati Egyesület Bácskai Helyi Csoportjának elnökét és egyik tagját. Hegedüs tagja az IAU-nak, elnökségi tag a TIT Bácskai Egyesületében, és 2004 áprilisától az MCSE alelnöke. Volt igazgatónk, Dr. Ill Márton 2004. augusztus 20-án „Bács-Kiskun Megye Tudományos Díjat”, a jelenlegi igazgató, Hegedüs pedig 2006. március 15-én Köztársasági Arany Érdemkereszt kitüntetését kapott.

Horvai Ferenc

## A Magyar Asztronautikai Társaság tevékenysége 1997–2006

A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) 2006-ban ünnepelte jogelődjének 50 évvel korábban történt megalakulását. A Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat Csillagászati és Matematikai Szakosztályának Asztronautikai Bizottsága 22 alapító taggal, 1956. május 26-án alakult meg a Kossuth Klubban. A bizottság elnökének a tagok Kulin Györgyöt választották meg. Az évforduló kapcsán röviden érdemes áttekinteni azt az utat, amely a MANT megalakulásáig vezetett (erről részletesebben az 1996-os évkönyvben jelent meg összefoglaló).

Az Asztronautikai Bizottság (AB) körüli mindennapi teendőket a két titkár, Almár Iván és Sinka József látták el. Az AB fő feladata az űrhajózási, űrkutatási ismeretek összegyűjtése (a Szputnyik–1 pályára állítása előtt nem sok ilyen volt), rendszerezése, magyar szakkifejezések megalkotása volt, s emellett természetesen az ismeretterjesztés is. A tagok a tudomány legkülönbözőbb területeit képviselték. Az űrkorszak beköszöntével, nemzetközi kapcsolatok létrejöttével az Asztronautikai Bizottság egyre inkább kinőtte a TTIT anyaszerkezetet, s lassan eltávolodott tőle. 1959 elején az Asztronautikai Bizottság formálisan is feloszlott, hogy aztán a Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetségében (MTESZ) alakuljon újjá. Az Asztronautikai Intézőbizottság készítette elő a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztályának (KASZ) megalakítását. Folytatódtek az ismeretterjesztő előadások, ám a hangsúly a szakmaiság felé tolódt.

Kiadványok is segítettek a bizottsági tagok által már megkezdett népszerűsítést, de a megjelenő könyvek inkább a szakma érdeklődésére tarthattak számot. Az 1961-től kiadott Asztronautikai Tájékoztató lassan a szakosztály évkönyvévé alakult. Számos hazai és nemzetközi siker után (melyek közül itt most csak az 1983-as, KASZ által szervezett budapesti nemzetközi IAF-konferenciát emeljük ki) 1986-ban a szakosztály önálló egyesületté alakult. A Magyar Asztronautikai Társaság (MANT) több más egyesülethez hasonlóan MTESZ-tagként, de minden más tekintetben önállóan működött továbbra, létrehozva saját helyi csoportjait és szakcsoportjait. A MANT 1989 óta társadalmi szervezetként, 1998 óta közhasznú társaságként működik.

## Egyesületi ügyek

Az 1996-os Csillagászati évkönyvben megjelent MANT beszámoló óta jelentős átalakuláson ment át egyesületünk. Mindez közgyűléseink számában is megmutatkozik: 1997 eleje és 2006 vége között 14 közgyűlésre került sor. 1997-ben Tófalvi Gyula, a Magyar Űrkutató Iroda ügyvezető igazgatója, s egyben az Űrkutató Tudományos Tanács (ÚTT) elnöke nyugdíjba vonult. Helyére, az ÚTT elnökének Lotz Károly közlekedési és hírközlési miniszter Almár Ivánt, egyesületünk akkori elnökét kérte fel, aki ezért az 1997. október 14-én megrendezett rendkívüli közgyűlésen lemondott MANT elnöki tiszteréről. A tagok Major Györgyöt, az Országos Meteorológiai Szolgálat Tudományos Tanácsának elnökét választották utódjául. A közgyűlés megalkotta az örökös tiszteletbeli elnök címet, majd megválasztotta Almár Ivánt a MANT örökös tiszteletbeli elnökének. A főttkári teendőket Varga András fizikus lemondását követően Bognár László úrorvos, a Magyar Honvédség Központi Honvédkórházának kutatója látta el.

1997 óta a MANT javára is felajánlható a személyi jövedelemadó 1%-a. Az APEH által első alkalommal, 1997-ben átutalt összeg 153 770 Ft volt. E támogatás mértéke azonban évről évre emelkedett, és 2005-ben már 687 424 Ft volt. Itt kell megjegyeznünk, az évek során tagdíjunkkal is követni kényszerültünk az inflációt és a növekvő működési költségeket. Az éves tagdíj 1997-ben felnőtteknek 400 Ft, diákok és nyugdíjasok számára 200 Ft volt. 2006-ra ezek a tagdíjak 2000 Ft-ra, illetve 1000 Ft-ra emelkedtek.

A technika fejlődése a MANT számára is elkerülhetetlenné tette az önálló honlap indítását. Honlapunk 1999 novemberében indult a MTESZ honlapjának részeként, Bencze Gábor kezelésében<sup>1</sup>. 2002-ben rövid ideig a KFKI szerverén működött<sup>2</sup>, azóta pedig már teljesen önálló doménneven<sup>3</sup> érhető el, Csengeri Tímea és Bacsárdi László szerkesztésében. A honlapon a Társaságot érintő legfrissebb hírek, valamint a havonta megjelenő Űrkaleidoszkóp című szakmai tájékoztató számai olvashatók.

Major György a 2000. június 28-i közgyűlés előtt lemondott az elnökségről, helyette új elnököt választottunk Bognár László addigi főttkár személyében. A tagok Szentpéteri Lászlót bízták meg a főttkári teendők ellátásával.

2001 több okból is kritikus év volt a MANT történetében. Az elnökségi tagok nagy létszáma miatt egyre nehezedett a döntéshozatal, és pénzügyi mérlegünk is folyamatosan romlott. 2001. május 2-án pedig nyugdíjba vonult Abonyi Ivánné, a társaság főttkárhelyettese és ügyvezetője, aki munkájával a KASZ

1. Első honlapunk címe [center.mtesz.hu/tag1/mant](http://center.mtesz.hu/tag1/mant) volt.

2. Ideiglenes címünk 2002-ben [mant.kfki.hu](http://mant.kfki.hu) volt.

3. Önálló honlapcímünk [www.mant.hu](http://www.mant.hu).

megalakulása óta folyamatosan segítette az egyesületet, és akinek sok egyéb mellett döntő szerepe volt az Ifjúsági Bizottság (vagy ahogy többen nevezik: Ifjúsági Csoport) megalakításában, az esszépályázatok és úrtáborok életre hívásában. Az év egyik legnehezebb feladata volt megtalálni utódját. Az új ügyvezető Bán András fizikatanár-csillagász 2001. május 14-től tartja kézben a Társaság napi működtetési feladatait.

Ez az esztendő azonban még egy szomorú eseményt is hozott számunkra. Elnökünk, Bognár László betegsége miatt már nem tudott jelen lenni a 2001. május 21-i rendes közgyűlésen, és szeptember 3-án 60 évesen elhunyt. A 2001. december 10-i elnökválasztó közgyűlés három jelölt közül Magyarai Béla kiképzett űrhajóst választotta az egyesület elnökévé.

A MANT működésében is komoly átalakulás kezdődött meg. Az elnökség hatékonyabb munkájának elősegítésére módosítottuk az alapszabályt. Az évek során a MANT tevékenységi körében is számottevő változás ment végbe. Ennek megfelelően új tisztségviselők megválasztása is szükségessé vált. A 2003. június 30-i rendkívüli, tisztújító közgyűlésen a megjelent tagok az elnökség fiatalítására és létszámának csökkentésére szavaztak. Elfogadták továbbá azt az alapszabály-módosítást, amely szerint a továbbiakban a MANT tisztségviselőit a korábbi ötéves ciklus helyett három évre választják meg.

#### *A Magyar Asztronautikai Társaság és jelölőjeinek vezetői*

A szervezet neve	időszak	vezető
Asztronautikai Bizottság	1956.05.26–1959 eleje	elnök Kulin György
Központi Asztronautikai Szakosztály (KASZ)	1959.12.10–1972.11.21. 1973.01.11–1986.09.19.	vezető Fonó Albert vezető Almár Iván
Magyar Asztronautikai Társaság (MANT)	1986.09.19–1997.10.14. 1997.10.14–2000.06.28. 2000.06.28–2001.09.03. 2001.12.10–	elnök Almár Iván elnök Major György elnök Bognár László elnök Magyarai Béla

A MANT éveken át egyre gyorsuló ütemben romló pénzügyi mérlegét 2004-re sikerült egyensúlyba hozni. Így egyesületünknek lehetősége nyílt olyan kezdeményezéseket támogatni, mint a Mars Society Magyar Tagozata, vagy a néhány évvel korábban, a debreceni úrtáborban megálmodott, majd Miskolcon megépített GEMMA – Első Magyar Űrmisszió Szimulátor.

2004. január 19-ére újabb rendkívüli közgyűlést kellett összehívni, amelyen Szentpéteri László főtítkár lemondott tisztéről. Helyére a tagok Kelemen János csillagászt, addigi főtítkárhelyettest, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete munkatársát választották meg főtítkárnak.

A MANT 2006. május 25-én tartotta soron következő tisztújító közgyűlését, melyen a tagok megerősítették tisztségükben a MANT előző ciklusban működött vezetőit. A közgyűlésen megemlékeztünk Társaságunk megalakulásának ötvenedik évfordulójáról is.

## Díjazottak

A MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztálya 1978-ban az asztronautika és a vele kapcsolatos tudományok jeles magyar művelőiről elnevezett emlékérmeket alapított. Az emlékérmek adományozásának jogköre a MTESZ Országos Elnökségétől 1986-ban, az önálló egyesületté váláskor a MANT-ra szállt. A Társaság a későbbiekben az emlékérmek mellett emlékplaketteket, valamint A Magyar Asztronautikai Társaságért Oklevelet is alapított.

Az 1997–2006-os időszakban *Fonó Albert Emlékérem* kitüntetést kaptak: Szabó László (1997), Jéki László (1998), Both Előd (1999), Varga András (2000), Erdős Géza (2001), Illés Erzsébet (2002), Greguss Pál (2003), Szentpéteri László (2004), Pozsgai Attila (2005). *Fonó Albert Emlékplakettet* vehetett át Franz Viehböck osztrák űrhajós is (2001).

Az 1997–2006-os időszakban *Nagy Ernő Emlékérem* kitüntetést kaptak: Benkó György (1997), Roósz András (1998), Karmos György (1999), Rimócziné Paál Anikó (2000), Borza Tibor (2001), Szalai Sándor (2002), Mészáros István (2003), Gödör Éva (2004), Frey Sándor (2005). *Nagy Ernő Emlékplakett* a beszámolási időszakban nem került kiosztásra.



7.8. ábra. Szentpéteri László, a MANT korábbi főtitkára a 2004-es Űrnapon átveszi a *Fonó Albert* emlékérmeket Kovács Kálmán informatikai minisztertől és Magyarai Bélától, a MANT elnökétől

2001 óta *A Magyar Asztronautikai Társaságért Oklevelet* kaptak: Horvai Ferenc és Taracsák Gábor (2001), Trupka Zoltán (2002), Kovács Zsuzsa, Meichl Géza és Pintér József (2003), Bacsaárdi László, Balogh István és Gados György (2004), valamint Bardi Béla, Csengeri Tímea, Endrédi Dávid Gábor, Horváth Márk, Sándor Ferenc és Várhegyi Zsolt (2005).

A MTESZ 2004. december 15-én az általa alapított legnagyobb kitüntetésben, MTESZ-Díjban részesítette Detrekői Ákost, a MANT tiszteleti tagját és Major Györgyöt, a MANT korábbi elnökét.

## Szaksztályok, területi szervezetek

A MANT-nak története során számos szaksztálya volt, amelyek a KASZ idejében még munkabizottságként működtek. Ezek közül azonban napjainkban csak néhány tart előadói üléseket, rendezvényeket. Közülük az elmúlt évtizedben minden bizonnyal a Tudománytörténeti és Dokumentációs (DATA) Szaksztály volt legeredményesebb, mely – elsősorban Horváth András MANT alelnök szervezésében – évente több alkalommal tartott előadásokat az érdeklődők számára a Kossuth Klubban.

Jelentős sikereket könyvelhet el az Ifjúsági Csoport is (amely az alapszabályban Ifjúsági Bizottság néven szerepel). Tagjai közül sokan bekapcsolódtak a Csengeri Tímea és Sik András által megalapított Mars Society Magyar Tagozatába és a GEMMA – Első Magyar Űrmisszió Szimulátor munkájába. A MANT az évek során egyre szorosabb kapcsolatot alakított ki ezzel a két kezdeményezéssel. A több száz résztvevő érdeklődésére számot tartó, és a Fiksz Rádió műsorán élőben közvetített Első Magyar Mars-találkozót, valamint a TIT Uránia Csillagvizsgálóban helyet kapott űrszimulátor fejlesztését a MANT anyagilag is támogatta. A Mars Society Magyar Tagozata és a Gemma Űrszimulátor várhatóan a MANT Ifjúsági Csoportjának részeként működik tovább a jövőben.

A területi szervezetek közül a székesfehérvárit, a kecskeméti, a miskolci, a debreceni és a sopronit kell kiemelni. A székesfehérvári helyi csoport minden évben társszervezője a Szkeptikusok Országos Találkozójának, emellett évente néhány alkalommal előadásokat is szervez az űrtevékenység témakörében. A székesfehérvári és más sikeres vidéki csoportok eredményességének az egyik titka, hogy a rendezvények szervezése során hatékonyan tudnak együttműködni más helyi vagy országos szervezetekkel.

## Rendezvények

A KASZ alapvető feladatának tekintette a szakmai szemináriumok szervezését. Ezeknek az volt a célja, hogy a magyar kutatók megoszthassák egymással a legújabb tudományos eredményeket, hiszen a nyugati szaklapok csak korlátozottan jutottak el Magyarországra, nyugati országban tartott konferenciára kiutazni pedig kisebb csodának számított. A szemináriumok a szakterületen belüli információcsere mellett azt is lehetővé tették, hogy a társtudományok művelői megismerhessék egymás eredményeit. Eredetileg három nagy szeminárium sorozat indult: a Kozmikus Geodéziai Szeminárium, a Földfelszíni és Meteorológiai Megfigyelések a Világűrben (Földfotó) Szeminárium és az Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium. Ezek előadásai külön kiadványokban is megjelentek.

A MANT megalakulása után ezen a téren is tovább folytatta a KASZ hagyományait. Az 1997–2006-os időszakban mindhárom szemináriumot megrendezték, az ezredfordulót azonban csak Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium élte túl. Ez érthető is, hiszen megszűntek azok az okok, amik annakidején e rendezvények létét indolták: a határok nyitottak, a szaklapok beszerezhetőek, és szinte minden információ megtalálható az interneten. A megszűnés irányába hatott az is, hogy a MANT tevékenységének súlypontja a szakmai programokról az ismeretterjesztés felé tolódott el.

A legnagyobb múltra visszatekintő, jelenleg is minden második évben rendezésre kerülő rendezvény az Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium. A nagy szakmai érdeklődésre számot tartó, több napos eseményre az ország különböző városaiban került sor. A szeminárium megszervezésében elévülhetetlen érdemei vannak Bencze Pálnak, a soproni MTA GGKI (Geodéziai és Geofizikai Kutatóintézet) geofizikusának.

#### *Földfotó Szeminárium*

---

VII. 1997.03.13–14. MTA Székház, Budapest

---

#### *Kozmikus Geodéziai Szeminárium*

---

12. 1999.10.14–15. Földmérési és Földrendezési Főiskola, Székesfehérvár

---

#### *Ionoszféra-Magnetoszféra Szeminárium*

---

XXI. 1997.11.17–19. MTA Veszprémi Bizottság Székháza, Veszprém  
 XXII. 1999.11.9–11. MTESZ Esztergomi Területi Szervezet Székháza, Esztergom  
 XXIII. 2002.11.11. Művésztelep, Tihany  
 XXIV. 2004.11.16–18. MTA KTM CSKI Napfizikai Observatórium, Debrecen

---

Igyekeztünk más szervezetekkel is együttműködni a programok szervezése, lebonyolítása tekintetében. Minderre az egyik legjobb példa az 1999. március 3-án a Boeinggal közösen megszervezett *Nemzetközi Űrállomás – az új évezred küszöbén* konferencia és kiállítás. Legkomolyabb együttműködő partnerünk a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI). A MŰI 1992-es megalakulása óta minden évben a MANT-tal közösen rendezi *Űrnap* konferenciáját. A rendezvény neve 1992-ben még *HUNISY '92* volt, 1993–1997 között *Űrkutatási Nap*, 1998-tól kezdve lett *Űrnap*.

2003-ban szerveztük meg először *Űrtanítás* című munkaműhelyünket. A rendezvény célja, hogy a csillagászatot, űrkutatást a tanárok (elsősorban fizika és

földrajz szakosok), illetve tanár szakos egyetemi, főiskolai hallgatók számára érthetőbbé és persze vonzóbbá tegyük. Ezzel talán a téma nagyobb hangsúlyt kaphat a tanórákon. Az Űrtanítás munkaműhely előadásai az űrtudományok, az űrtan teljes területét át kívánják fogni. 2003 óta négy ilyen rendezvényünk volt, de a várt siker egyelőre elmaradt. A beszámolási időszak végéig sajnos nem sikerült elérni, hogy a rendezvényt az oktatási tárca akkreditálja. A pedagógusok érdeklődése igen csekély. Mindezek ellenére bízunk abban, hogy a látogatottság a jövőben növekedni fog.

### *Űrnap konferencia*

Űrkutatási Nap '97	1997.09.24.	Budapesti Műszaki Egyetem
Űrnap '98	1998.10.20.	Budapesti Műszaki Egyetem
Űrnap '99	1999.10.11.	Budapesti Műszaki Egyetem
Űrnap 2000	2000.10.05.	Budapesti Műszaki és Gazdaságtud. Egy.
Űrnap 2001	2001.11.08.	Budapesti Műszaki és Gazdaságtud. Egy.
Űrnap 2002	2002.11.20.	Eötvös Loránd Tudományegyetem
Űrnap 2003	2003.10.16.	Eötvös Loránd Tudományegyetem
Űrnap 2004	2004.10.15.	Eötvös Loránd Tudományegyetem
Űrnap 2005	2005.10.18.	Budapesti Műszaki és Gazdaságtud. Egy.

### *Űrtanítás munkaműhely*

2003	2003.12.06.	Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest
2004	2004.04.17.	Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest
2004/II.	2004.12.04.	Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest
2005	2005.04.16.	Puskás Tivadar Távközlési Technikum, Budapest

A MANT 1986-os megalakulása óta kétségkívül a legnagyobb és legsikeresebb rendezvényünk a 2005. március 15–19 között tartott *Impact of Space on Society* (A világűr hatása a társadalomra) című IAA<sup>4</sup> konferencia volt. Az ötletgazda és fő szervező Almár Iván volt. A feladat megoldásához felhasználtuk az 1983-ban a KASZ által sikeresen megrendezett IAF<sup>5</sup> kongresszus tapasztalatait. A 2005-ös IAA konferencia megrendezéséhez számos társszervező csatlakozott: a MANT mellett az IAA, az Európai Űrügynökség, az EURISY Szövetség<sup>6</sup>, a Nemzetközi Űregyetem, Magyar Tudományos Akadémia, a Magyar Űrkutatási Iroda, az Informatikai és Hírközlési Minisztérium, valamint a Japán Űrügynökség voltak a hivatalos rendezők.

4. International Academy of Astronautics – Nemzetközi Asztronautikai Akadémia

5. International Astronautical Federation – Nemzetközi Asztronautikai Szövetség

6. European Association for the International Space Year





7.9. ábra. A MANT elmúlt tíz évének legnagyobb rendezvénye, az *Impact of Space on Society* (Az űrkutatás hatása a társadalomra) című nemzetközi konferencia résztvevői (Budapest, 2005)

A MANT a 2004. augusztus 9–10. között lezajlott Sziget Fesztiválon önálló sátorral – és persze előadásokkal, programokkal – vett részt. Az érdeklődés a várakozásoknak megfelelő volt, a fesztiválon való megjelenésünk azonban mégsem vált hagyománnyá.

## Ifjúsági sikereink, űrtáborok

Abonyi Ivánné korábbi ügyvezető javaslatára a MANT 1994 óta minden évben megrendezi a Magyar Ifjúsági Űrtáborot. Az űrtáborhoz esszéíró pályázat kapcsolódik, melyet két korosztályban, az általános iskolák felső tagozatosai (10–14 évesek) és középiskolások (15–18 évesek) számára hirdetünk meg. A pályázatokat a MANT által létrehozott Magyar Űrkutatásért Alapítvánnyal és az oktatási tárccával közösen hirdetjük meg. A MANT ifjúsági pályázatán legjobb helyezést elért fiatalok jelentős kedvezménnyel vehetnek részt az Ifjúsági Űrtáborban. Emellett a középiskolás korosztályban legjobb helyezést elérő angolul is beszélő fiú és lány – egy felnőtt kísérő felügyeletével – térítésmentesen részt vehet a NASA Nemzetközi Űrtáborában, Huntsville-ben.



7.10. abra. A 10. Ifjusági Űrtábor résztvevői (Budapest, Csilleberc, 2003)

### Magyar Ifjúsági Űrtábor

	Helye	ideje	létszám
4.	Veszprém	1997.08.17–22.	53 fő
5.	Győr	1998.08.17–22.	78 fő
6.	Kecskemét	1999.08.16–22.	44 fő
7.	Sopron	2000.08.14–20.	45 fő
8.	Debrecen	2001.08.13–18.	50 fő
9.	Székesfehérvár	2002.08.12–17.	38 fő
10.	Budapest	2003.08.04–09.	27 fő
11.	Kiskunhalas	2004.08.09–14.	20 fő
12.	Gyulaháza	2005.08.08–17.	13 fő
13.	Szentlélek	2006.06.17–26.	15 fő

A MANT éves pályázataira történő felkészítés a célja az *Ifjúsági Konzultáció* címen elkezdett programsorozatnak. Az elsőre 1997. január 9-én került sor, azóta minden évben megszervezzük ezt a tájékoztatósi formát. A tapasztalatok azt mutatták, hogy a középiskolások és egyetemisták számára érdemes egy külön konferenciát rendezni, ahol az előadások során az űrtevékenység egy-egy aktuális kérdése mellett egymás kutatási eredményeivel is jobban megismerkedhetnek. Így született meg az Ifjúsági Fórum gondolata.



7.11. ábra. Rakétaindítás „Oveges módra” a 2005-ös úrtáborban

Az első Ifjúsági Fórumot 1999. február 23-án tartottuk az MTA Pszichológiai Intézetében. Sikerén felbuzdulva egy évvel később, 2000. február 2-án sor kerülhetett a következő Ifjúsági Fórumra, amit még az év április 11-én egy újabb követett, amelyen Bob Stewart űrhajós is tartott előadást *Űrhajós tapasztalataim* címmel.

#### *Esszéíró pályázat*

Év	a pályázat címe	pályázó
1997.	Automaták vagy emberek a világűrben?	125 fő
1998.	A kedvenc bolygóm	170 fő
1999.	A jövő Apollói	104 fő
2000.	Találkozunk a Nemzetközi Űrállomáson	60 fő
2001.	Jövünk a Naprendszerben	111 fő
2002.	Magyarország és a világűr	77 fő
2003.	Száz éves a repülés és az űrrepülés	72 fő
2004.	Té mit kutatnál a bolygórendszerünkben?	34 fő
2005.	Én és a világűr	64 fő
2006.	Kedvenc égitestem	26 fő

*A pályázatok Huntsville-be utazott nyertesei*

Év	diákok	kísérő
1997.	Zakariás Ildikó, Sipos Dániel	Szentpéteri László
1998.	Döme Veronika, Fülep Dániel	Mészáros István
1999.	Bognár Zsófia, Bicsák Mátyás	Borbás Éva
2000.	Apagy Katinka, Oroszlány László	Kelemen János
2001.	Csengeri Tímea, Giber Kristóf	Neizer Zita
2002.	Bodó Zsófia, Kozma László	Magyari Béla
2003.	Papp Vera, Vincze Miklós	Sajtos Zoltán
2004.	Buza Ágnes Kinga, Fórika Előd	Sik András
2005.	Ducz Erzsébet, Magyari Gábor	Szabady Zsolt
2006.	Orgel Csilla, Megyesi Dániel	Horváth Márk

Ezután a Magyar Űrkutatási Iroda (MŰI) és tanácsadó testülete, sőt egy időre az Űrkutatási Tudományos Tanács (ÚTT) is bekapcsolódott a Fórum megszervezésébe. Az évek során a MŰI lett a rendezvény fő szervezője, és az Ifjúsági Fórumok őszi időpontját az ENSZ Világűrhet (október 4–10.) időszakához igazította.

*A MŰI-vel közösen rendezett Ifjúsági Fórumok*

I.	2001.10.09.	Informatikai és Hírközlési Minisztérium
II.	2002.10.04.	Informatikai és Hírközlési Minisztérium
III.	2003.10.09.	Informatikai és Hírközlési Minisztérium
IV.	2004.10.29.	Informatikai és Hírközlési Minisztérium
V.	2005.10.21.	Informatikai és Hírközlési Minisztérium

A MANT nemzetközi pályázatok magyarországi elbírálásában is részt vesz. A Társaság a magyarországi szervezője a Planetary Society és az EURISY Szövetség űrkutatási diák-pályázatainak. A magyar pályázók is megállták a helyüket a nemzetközi mezőnyben. Mindez az űrkutatási ismeretek terjesztése mellett együtt járt a MANT nemzetközi kapcsolatainak bővülésével, és lehetőséget adott külföldi előadók részvételével tartott közös rendezvények szervezésére.



7.12. ábra. A 2005-ös űrtábor résztvevői egy An-2-es repülőgépen

Az EURISY *Európai Fiatalok Hatodik Információs Fórumán*, 1997-ben Fülep Dániel harmadik helyezést ért el, és jutalomképpen ellátogathatott Toulouse-ba, a Francia Űrügynökség központjába. Ugyanezen a fórumon 1998-ban Bacsárdi László és Bicsák Mátyás előadásukkal második helyezést értek el, és a következő évben is sikeresen szerepeltek, így mindkét évben meghívást kaptak az űrközpontba.

2004-ben Joó Noémi első helyezést ért el az EURISY gyerekeknek meghirdetett rajzpályázatán. 2005-ben a szintén az EURISY által meghirdetett *A Földtől az X bolygóig* című esszéíró pályázaton két magyar diák is kiemelkedő eredményt ért el tudományos-fantasztikus novellájával a nemzetközi mezőnyben. A 12–14 éves korosztályban Nagy Krisztián első helyezést, a 15–17 évesek között Tóth András harmadik helyezést ért el.

A Planetary Society diákpályázatán is remekeltek tagjaink. 2001-ben, San Diegóban Bodó Zsófia és Gaál Bernadett a *Red Rover Goes to Mars* pályázatra beküldött dolgozatuk elismeréseképpen részt vehettek a Mars Global Surveyor űrszonda irányításában. A pályázat mellett meghirdetett rajzpályázaton 2001-ben Együd Márk különdíjat nyert. Turczy Dávid 2004-ben ugyanezen a pályázaton való sikeres részvételével már a Mars-roverek irányításának folyamatába is betekintést nyerhetett.

Sokan vettek részt azon az ötletpályázaton is, amit az Európai Űrügynökség írt ki a Rosetta űrszonda leszállóegységének elnevezésére. A 40 pályázó 42 ötletéből a MANT öt javaslatot küldött tovább az ESA zsűrijének (Paramour, Surpass, Toscanelli, Snowflake, Cleopatra), ám végül nem magyar pályázó lett a nemzetközi győztes.

## Kiadványok

A MANT tagjainak minden hónapban illetményként jár az egyesületi híreket tartalmazó *Körlevél*, és az űrkutatási vonatkozású híreket közlő információs lap, az *Űrkaleidoszkóp*. Emellett évente megkapják az előző évi tevékenységéről és aktuális, űrkutatási témakörű kérdésekről szóló évkönyvet, az *Asztronautikai Tájékoztatót*. Az elmúlt évtizedben azonban ezeknek a kiadványoknak a megjelentetése nem volt teljesen zökkenőmentes.

Az Asztronautikai Tájékoztató 52. száma 1997-ben jelent meg, az 1998-as kötetre azonban – elsősorban pénzügyi okokból – sokat kellett várni. Végül az 1998–1999-es évkönyvek egyben jelentek meg 53–54. kettős számaként. Mindkét kötet 550 példányban jelent meg. Ezt követően azonban évekig nem jelent meg új Tájékoztató. Szentpéteri László főtítkári terve az volt, hogy az Asztronautikai Tájékoztató rövid fejlődési szakasz után – a Csillagászati évkönyvhöz hasonlóan – űrkutatási évkönyvként a könyvesboltok polcaira ke-

rülhessen, és évek múltán már ismert űrkutatói kézikönyvként forgathassák az érdeklődők. Ennek megfelelően a Tájékoztató mérete az A4-es formátumról jelentősen lecsökkent, az Internet segítségével már a weben is könnyen elérhető éves űreszköz-indítási táblázatok kimaradtak belőle, és a kiadvány színes borítót kapott. Végül 2004-ben a kitűzött cél felé vezető út első állomásaként „Az Asztronautikai Tájékoztató 55. száma” alcímmel megjelent az *Űrtan évkönyv 2004*, majd 2005-ben az újabb kötet. Az évkönyvek kiadásához Horváth László, a Puskás Tivadar Távközlési Technikum igazgatója nyújtott segítséget.

Az Űrkaleidoszkóp szerkesztési feladatait gyakorlatilag a folyóirat létezésétől fogva Abonyi Ivánné látta el. 2001-es nyugdíjazásától Simon Tamás tudományos újságíró, földrajztanár segítette a lap elkészítésében. Az Űrkaleidoszkóp két hasábosszá vált, s néhány kép is megjelent benne. Pár hónappal később a MANT új ügyvezetője, Bán András vette át a szerkesztést. 2006 januárjától a munkát Frey Sándor főtítkárhelyettes vállalta el, aki egyben az *Űrvilág* űrkutatói hírportál szerkesztője is.

## 50 éve kezdődött

A beszámoló záró soraiban emlékezzünk meg a MANT első jogelődjének, az Asztronautikai Bizottságnak a megalapításáról, ami 50 évvel ezelőtt, 1956. május 26-án történt. Almár Iván, a bizottság titkára akkor így köszöntötte a Kossuth Klubban megjelent tagokat és érdeklődőket:

*„A Társadalom- és Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat Központi Csillagászati és Matematikai Szakosztályának elnöksége valamennyi érdekelt tudományág képviselőinek bevonásával széles körű asztronautikai munkabizottság megalakítását határozta el. Minthogy Magyarországon ilyen intézmény vagy szervezet még sohasem volt, érthető, hogy ez a gondolat eleinte számos ellenvetéssel találkozott. Az »űrhajózás« szónak nálunk mind ez ideig a legtöbb ember számára kizárólag regényes-fantasztikus jelentése volt, és széles körben elterjedt a vélemény, hogy ez a témakör Verne Gyulával kezdődött és fejeződött be.*

*»Érdeemes egyáltalán ilyen utópisztikus dolgokkal komolyan foglalkozni?« – ez az első és leggyakoribb ellenvetés, melyet egyesek lekicsinylő kézlegyintés kíséretében hangoztattak, mihelyt a bizottság megalakításának gondolata felmerült. Érdeemes; sőt éppen ezek a kérdések bizonyították be, hogy szükséges és nélkülözhetetlen immár egy szakemberekből álló, felelős szervezet létrehozása, amely mindenkihez eljuttatná a világszerte nagy lendülettel folyó tudományos kutatómunka eredményeit. Ismerje meg a rakétarepülés úttörőinek nevét és korszakalkotó munkásságát az is, aki eddig csak Verne fantasztikus ágyújáról olvasott; népszerűsítsük*

az űrhajózás tudományát mindaddig, amíg elhangozhatnak ilyen ellenvetések! Ez lenne egyben az Asztronautikai Bizottság egyik legfőbb célkitűzése.”

### Honlapajánló:

Magyar Asztronautikai Társaság: [www.mant.hu](http://www.mant.hu)

Ionoszféra-Magnetoszféra Szemináriumok:

[fenyi.solarobs.unideb.hu/ionmagnszem/ionmagnszem.html](http://fenyi.solarobs.unideb.hu/ionmagnszem/ionmagnszem.html)

Magyar Ifjúsági Űrtábor: [www.urtabor.fw.hu](http://www.urtabor.fw.hu)

A Mars Society Magyar Tagozata: [www.marssociety.hu](http://www.marssociety.hu)

Gemma Űrszimulátor: [gemma.elte.hu](http://gemma.elte.hu)

### Irodalom

A MANT történetével kapcsolatos korábbi beszámolók a Csillagászati évkönyvben:

- [1.] RÓKA GEDEON: A TTIT Csillagászati és Matematikai Szakosztályainak munkájáról. *Csillagászati évkönyv 1957*, Budapest, 1956, Gondolat, 74. o.
- [2.] RÓKA GEDEON–SVÉKUS OLIVÉR: A TTIT átszervezett csillagászati szakosztályainak munkájáról. *Csillagászati évkönyv 1958*, Budapest, 1957, Gondolat, 69. o.
- [3.] SVÉKUS OLIVÉR: A TIT Csillagászati-Űrhajózási Szakosztályának munkája. *Csillagászati évkönyv 1959*, Budapest, 1958, Gondolat, 80. o.
- [4.] RÓKA GEDEON: A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak 1958/59. évi működése. *Csillagászati évkönyv 1960*, Budapest, 1960, Gondolat, 84. o.
- [5.] RÓKA GEDEON: A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak 1959/1960. évi működése. *Csillagászati évkönyv 1961*, Budapest, 1960, Gondolat, 81. o.
- [6.] RÓKA GEDEON: A TIT csillagászati és űrhajózási szakosztályainak 1960/61. évi működése. *Csillagászati Évkönyv 1962*, Budapest, 1961, Gondolat, 103. o.
- [7.] ALMÁR IVÁN: A MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztályának története és jelenlegi működése. *Csillagászati évkönyv 1976*, Budapest, 1975, Gondolat, 109. o.
- [8.] ALMÁR IVÁN: Világűr és emberiség. *Csillagászati évkönyv 1983*, Budapest, 1982, Gondolat, 131. o.
- [9.] ALMÁR IVÁN: A Magyar Asztronautikai Társaság, *Csillagászati évkönyv 1996*, Budapest, 1995, Magyar Csillagászati Egyesület, 199. o.

Horváth András

## A TIT Budapesti Planetárium működése 2005-ben

Pénzügyi mérlegünk a 2005. évben is pozitív volt. 82 millió Ft-os összbevételeinknek 76%-a belépődíjból és a könyvárusításból, 6%-a a különféle cégekkel végrehajtott közös rendezvényekből, 4%-a pályázati forrásokból, 3%-a a Lézerszínházzal és a CompuDrug Standard Kft.-vel folytatott együttműködésünkből eredt. A TIT Elnökség határozata alapján 2005-ben összbevételeinknek csak 1.2%-át kaptuk meg (ezt 2006 elején további 1.3 millió forinttal egészítették ki). 2005-ös záráskor az összbevétel kb. 10%-a maradt meg tartalékként. Sajnálatos, hogy a Kincstári Vagyongazgatóság 2005-ös ellenőrzésének következményeként a TIT felmondta a bérleti szerződést a büfével, a CompuDrug Standard Kft.-vel és az együttműködési megállapodást a Lézerszínházzal. Utóbbi a negyedszázados együttműködés felmondását nem fogadta el, tevékenységét folytatta a Planetáriumban, és bírósághoz fordult.

### Új műsorok, látogatottság, kiállítások

2005-ben nem készülhetett új műsor, mert a *Csillagtüzek* elkészítésére, és a *Napfogyatkozás* felújítására – a pénzügyi források megléte ellenére – nem kaptunk engedélyt a TIT Szövetségi Iroda vezetőjétől. Ősszel az Iroda pályázatot írt ki új planetáriumi műsor írására, azonban e beszámoló lezárásáig – 2006 márciusáig – nem született döntés a beküldött, mintegy fél tucat anyag további sorsáról (csillagász szakértői vélemény szerint komolyabb átdolgozás nélkül egyik pályázati munka sem alkalmas a Budapesti Planetáriumban való megvalósításra).

A TIT Budapesti Planetáriumában, 2005-ben 1216 iskolai és nagyközönségi előadáson 77 049 fő vett részt (az átlagos nézettség az év összes előadására vetítve 63 fő). Csillagászati műsorainkon a legtöbb néző az iskolai kirándulások időszakában, áprilistól júniusig volt (30 000 fő).

A magyar űrrepülés 25. évfordulójára felújítottuk a Szaljut–6 fedélzetén 1980-ban végrehajtott űrutazással és magyar űrkísérletekkel foglalkozó vitrinünket. A vitrinben az űrállomáson használt ruhákat, űrételeket, gyógyszereket is bemutatunk. Az évforduló kapcsán, júniustól augusztusig a Bélyegmű-



zeum állított ki a körfolyosón a magyar űrkutatással és űrrepüléssel kapcsolatos grafikai terveket és bélyegeket. Az év folyamán látogatóink megtekinthették a Mars Society Magyar Tagozata által meghirdetett *Az első emberes Mars-expedíciók* című iskolai pályázat legszebb munkáit.

Júliusban egy héten keresztül a Spirit és az Opportunity amerikai marsautó 1:1-es léptékű modelljét mutattuk be a Planetáriumban a Maxon Motor cég szívességéből. Ez szolgált a Jövő Háza marsautójának mintájául. A Millenáris Parkban, megnyílt Jövő Háza kiállítás Mars-bázisán a marsi életre vonatkozó magyar hipotézis is helyet kapott, melynek kidolgozásában a Planetárium vezetői is részt vettek.

Januárban a Magyar Csillagászati Egyesület ünnepi ülésen emlékezett Kulin György születésének 100. évfordulójára a kupolateremben, melyet Tóth József, a TIT akkori alelnöke nyitott meg.

Könyvtárunk 2005-ben 2 db külföldi és 4 db magyar nyelvű könyvet, 8 külföldi és 10 magyar folyóirat számait szerezte be. A TIT Szövetségi Iroda igazgatója 2006-ra nem engedélyezte külföldi csillagászati-űrkutatási ismeretterjesztő folyóiratok megrendelését.



7.13. ábra. A magyar űrkutatással foglalkozó vitrin

## Pályázatok, műszaki fejlesztés, egyéb tevékenység

2005 pályázati szempontból a Budapesti Planetárium egyik legsikeresebb éve volt. A budapesti Pro Cultura Urbis 2 millió Ft, a Nemzeti Civil Alap 1.2 millió Ft, a Budapest Bank Budapestért 200 000 Ft támogatást ítélt meg pályázatainkra. A Fővárosi Közművelődési és Tudományos Alaptól kapott 200 000 Ft-os támogatásból 2005 szeptemberétől két hónapra felújíthattuk a budapesti iskolások kedvezményes planetáriumlátogatási akcióját. Sajnos a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal Mecenatúra—4 pályázatán elnyert, új műsorok készítésére fordítható 5.6 millió forintot 2006 márciusáig — különféle pénzügytechnikai problémák miatt — a TIT Szövetségi Irodának nem sikerült felhasználhatóvá tennie. A Stiefel Eurocart Kft.-vel kötött szerződés alapján a szervezett iskolai csoportoknak 2005 októberétől 25%-os kedvezményt biztosított a cég, és vállalta műsorfüzeteink évi kétszeri postázását.



7.14. ábra. A marsautó modellje a Planetárium körfolyosóján

2005 szeptemberében a műszaki fejlesztés keretében elvégeztük a planetáriumi vetítógép éves karbantartását. Tavasszal sikerült beüzemelni a planetáriumi kupola hűtőrendszerét. Az utómunkák, a hűtőelem szigetelése azonban 2006 elejéig sem készült el. Október-november folyamán a Planetárium saját helyiségeiben elvégeztettük a 2004-es villamos biztonságtechnikai felülvizsgálat által feltárt hiányosságok javítási munkáit.

Horváth András igazgató 2005-ben is részt vett a TIT Szövetség Közgyűlésének, a Magyar Asztronautikai Társaságnak, az akadémiai Csillagászati Kutatóintézetnek a tevékenységében és az Aeromagazin folyóirat űrrepülési rovatának szerkesztésében. Az űrkutatásban és az ismeretterjesztésben végzett tevékenységéért március 15-e alkalmából a Magyar Köztársasági Érdemrend Tisztikeresztjével tüntették ki. Mátis András csillagászati szakelőadó továbbra is részt vett az MCSE munkájában. Horváth András, Gesztesi Albert és Mátis András az újságokban, rádiókban, televíziókban és külső előadásokon is folytatott csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztést.

A Planetárium egyik legfőbb gondja a megfelelő csillagász-ismeretterjesztő utánpótlás kinevelése. Szakembereink közül Gesztesi Albert 2006 májusától nyugdíjba vonult, Mátis András pedig 2007 augusztusában tervezi ezt. A TIT Szövetségi Iroda a 2004-ben meghirdetett új planetáriumi csillagászati ismeretterjesztő munkatársi helyre 2005. január 1-jével Lorencz Kinga fizikussal kötött szerződést, aki a 90 napos próbaidő végén a további munkát nem vállalta. A TIT elnöksége 2006. augusztus 12-ével – nyugdíjassága miatt – rendes felmondással megszüntette Horváth András igazgató munkaviszonyát. A Planetárium vezetésével – májustól Lorencz Kingát bízta meg a szövetségi igazgató.

Planetáriumi pénztárunkban folytattuk a csillagászati és űrkutatási könyvek árusítását. Újdonságként űrfelvételek alapján készített Föld- és Európa-posztterekkel, csillagsgömbökkel, csillagtérképpel, Merkúr-, Vénusz-, Hold- és Mars-térképekkel egészítettük ki a választékot. A planetáriumi körfolyosót és a kupolatermet 2005-ben is több alkalommal használtuk különféle cégekkel, többletbevételt biztosító közös rendezvényekre.

## Kutatási eredmények

A mai marsi biogén-jeleket feltételező DDS–MSO hipotézis modelljét elméleti megfontolások és földi analógiák alapján tovább finomítottuk, elsősorban az UV-szűrés szempontjából fontos réteges felépítés tekintetében. Megvizsgáltunk több mint 700 db lefolyás-jelenséget, melyek a marsi poláris sötét dűnefoltokból (DDS) indulnak ki. Ezek statisztikai vizsgálata azt jelezte, hogy valószínűleg időszakos vízfolyás-szivárgás nyomait látjuk.

A marsi sötét dűnefoltok és feltételezett organizmusok (MSO) kutatásáról Horváth előadásokat tartott az akadémiai Csillagászati Kutatóintézetben és Geonómiai Bizottságban, valamint a Biológiai Tudományok Osztálya és a Collegium Budapest által közösen tartott „Az élet lehetősége a Marson” című akadémiai tudományos ülésen. A marsi kutatásokkal kapcsolatosan összesen 14 előadás és poszter készült nemzetközi és hazai konferenciákra (LPSC–39, Houston; Mars Express–1, ESTEC, Noordwijk; Antarctic Meteorites–29, Tokió; MTA Geonómiai Bizottsága és Mars-ülése, EANA–5, Budapest).



7.15. ábra. A bekeretezett, világos színű lejtőn sötét dűnefoltokból kiinduló lefolyásnyomok láthatók. A bal alsó sarokban lévő fehér méretvonal 500 m hosszúságnak felel meg

## Szerzőink

- ALMÁR IVÁN, a fizikai tudomány doktora, tudományos tanácsadó, MTA KTM CSKI.  
BALÁZS LAJOS, az MTA doktora, igazgató, MTA KTM CSKI.  
BARCZA SZABOLCS, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI.  
BENDA KLÁRA, Magyar Telekom Nyrt. Képzési és Tudásmenedzsment Igazgatóság.  
CSÁK BALÁZS, tudományos segédmunkatárs, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék.  
ÉRDI BÁLINT, az MTA doktora, tanszékvezető egyetemi tanár, ELTE Csillagászati Tanszék.  
FARKAS GÁBOR FARKAS, osztályvezető, ELTE Egyetemi Könyvtár.  
FREY SÁNDOR, PhD, főtanácsos, Földmérési és Távérzékelési Intézet, Kozmikus Geodéziai Observatórium.  
FŰRÉSZ GÁBOR, predoktori ösztöndíjas, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Amerikai Egyesült Államok.  
HEGEDŰS TIBOR, PhD, igazgató, Bács-Kiskun Megyei Önkormányzat Csillagvizsgáló Intézete, Baja.  
HORVAI FERENC, munkatárs, Magyar Űrkutatási Iroda.  
HORVÁTH ANDRÁS, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI; Collegium Budapest Asztrobiológiai Csoport.  
ILLÉS ERSZÉBET, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI.  
KÁLMÁN BÉLA, a fizikai tudomány kandidátusa, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI Napfizikai Observatóriuma, Debrecen.  
KISS LÁSZLÓ, PhD, posztdoktori ösztöndíjas, School of Physics, University of Sydney, Ausztrália.  
KŐVÁRI ZSOLT, PhD, tudományos főmunkatárs, MTA KTM CSKI, a Mindentudás Egyeteme szerkesztője.  
KRIVÁN MIKLÓS, Magyar Telekom Nyrt. Képzési és Tudásmenedzsment Igazgatóság.  
KUN MÁRIA, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA KTM CSKI.  
MIZSER ATTILA, a Magyar Csillagászati Egyesület főtitkára.  
PETROVAY KRISTÓF, az MTA doktora, egyetemi docens, ELTE Csillagászati Tanszék.  
SÁRNECZKY KRISZTIÁN, PhD hallgató, SZTE Fizika Doktori Iskola.  
SZABADOS LÁSZLÓ, az MTA doktora, tudományos tanácsadó, MTA KTM CSKI.  
SZATMÁRY KÁROLY, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, SZTE Kísérleti Fizikai Tanszék.  
VINKÓ JÓZSEF, a fizikai tudomány kandidátusa, egyetemi docens, SZTE Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék.

**Rövidítések:** ELTE – Eötvös Loránd Tudományegyetem; MTA KTM CSKI – Magyar Tudományos Akadémia Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete; SZTE – Szegedi Tudományegyetem

# A Magyar Csillagászati Egyesület tájékoztatója

Egyesületünk várja tagjai sorába mindazokat, akiket a csillagászat bármely területe érdekel! Kiadványokkal, rendezvényekkel, tanácsokkal segítjük tagjainkat és az érdeklődőket, hogy csillagászati ismereteket sajátíthassanak el, megfigyeléseket végezhessenek, távcsöveket építhessenek és kapcsolatot teremthessenek a hasonló érdeklődésűekkel.

## Meteor – a Magyar Csillagászati Egyesület lapja

A *Meteor* havonta tájékoztat a csillagászat legújabb eredményeiről, az égbolton megfigyelhető jelenségekről, az egyesület programjairól. Tanácsokat ad csillagászati megfigyelések végzéséhez, csillagászati fotózáshoz, távcsőépítéshez, számítógépes programok készítéséhez. Kérjen ingyenes mutatóványszámot!

## Csillagászati évkönyv

Egyesületünk adja ki a *Meteor csillagászati évkönyvet*, melynek köteteit az amatőr és szakcsillagászok mellett haszonnal forgathatják a kezdő érdeklődők, az ismeretterjesztők, a szakkör- és klubvezetők, valamint a pedagógusok is. Az évkönyvek táblázatos része az aktuális év csillagászati jelenségeiről, az égitestek láthatóságáról közöl előrejelzéseket és magyarázatokat. Cikkei megkönnyítik az olvasók eligazodását korunk szinte követhetetlen információáradataiban, a beszámolók pedig a hazai csillagászati intézmények munkájáról adnak tömör áttekintést.

## Csillagászati táborok, észlelőhétvégék

Nyári táborainkat zavaró fényektől távoli megfigyelőhelyeken tartjuk. Táboraink kitűnő lehetőséget biztosítanak a csillagászat elméleti és gyakorlati alapjainak elsajátítására. Ifjúsági táborainkat a csillagászat iránt érdeklődő középiskolás korosztály számára szervezzük. Évente megtartott észlelő-távcsőépítő találkozónk az ország amatőrcsillagászai számára kiváló lehetőséget nyújt megfigyelések végzésére, tapasztalatszerzésre. Újholdas hétvégeken tartjuk megfigyelő-hétvégeinket Agasváron (Mátra), melyeken – időpont-egyeztetés után – iskolai csoportok, szakkörök is részt vehetnek.

## Ügyelet, távcsőépítési szaktanácsadás

Budapesten keddenként 18 órától tartunk ügyeletet az óbudai Polaris Csillagvizsgálóban. Előadás-sorozatainkat is az ügyeleti napokra szervezzük. Részletes információt a *Meteor* folyóiratban találhat, vagy az egyesület telefonszámán kérhet.

## A Magyar Csillagászati Egyesület az Interneten

Amennyiben van módja használni az Internetet, tekintse meg egyesületünk honlapját:  
<http://www.mcse.hu>

## Csillagászati előadások, távcsöves bemutatások

Egyesületünk kihelyezett távcsöves bemutatásokat és ismeretterjesztő előadásokat vállal iskolák és művelődési intézmények számára.

*Támogassa egyesületünket személyi jövedelemadója 1%-ával!*

**Adószámunk: 19009162-2-43**

# Csillagászati kiadványaink

A felsorolt kiadványokat az **MCSE postacímén** (1461 Budapest, Pf. 219.) rendelheti meg rózsaszín postautalványon. Az utalvány hátoldalán, a közlemény rovatban sorolja fel a megrendelt kiadványokat. Áraink a postaköltséget is tartalmazzák. A zárójelben lévő összegek az MCSE tagjaira vonatkozó, kedvezményes árak.

Meteor csillagászati évkönyv 1996	500 Ft	(400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1997	600 Ft	(500 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1998	700 Ft	(600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 1999	900 Ft	(800 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2000	1100 Ft	(1000 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2001	1400 Ft	(1200 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2002	1600 Ft	(1400 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2003	1700 Ft	(1600 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2004	1800 Ft	(1700 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2005	1800 Ft	(1700 Ft)
Meteor csillagászati évkönyv 2006	1800 Ft	(1700 Ft)
<b>Meteor csillagászati évkönyv 2007</b>	<b>1950 Ft</b>	

*(tagjaink illetményként kapják!)*

A Meteor 2000-es évfolyama	3200 Ft	(3000 Ft)
A Meteor 2001-es évfolyama	3600 Ft	(3400 Ft)
A Meteor 2002-es évfolyama	3800 Ft	(3600 Ft)
A Meteor 2003-as évfolyama	4000 Ft	(3800 Ft)
A Meteor 2004-es évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
A Meteor 2005-ös évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
A Meteor 2006-ös évfolyama	4200 Ft	(4000 Ft)
<b>A Meteor 2007-es évfolyama</b>	<b>6000 Ft</b>	

*(tagjaink illetményként kapják!)*

<b>Amatőr csillagászok kézikönyve (3. átdolgozott kiadás)</b>	<b>3000 Ft</b>	<b>(2500 Ft)</b>
Csaba Gy. G.: A csillagász Hell Miksa írásaiból	300 Ft	(250 Ft)
Csaba Gy. G.: Szentiványi Márton csillagászati nézetei...	300 Ft	(250 Ft)
Kereszturi Á.–Sárnecky K.: Célpont a Föld?	2000 Ft	(1800 Ft)
Keszthelyiné Sragner M.: Az égbolt mindenkié	1000 Ft	(900 Ft)
Keszthelyi S.: Magyarország napórái (katalógus)	500 Ft	(400 Ft)
Keszthelyi S.–Sragner M.: Napfogyatkozás és honfoglalás	300 Ft	(250 Ft)
Messier keresőtérképek	300 Ft	(250 Ft)
Meteorészlelő térképsorozat	200 Ft	(180 Ft)
Ponori Th. A.: Divina Astronomia	600 Ft	(500 Ft)
Ponori Th. A.: Hajnali szép csillag	600 Ft	(500 Ft)
Pleione csillagatlasz	600 Ft	(500 Ft)
Sárnecky K.: Magyarok a Naprendszerben	1600 Ft	(1500 Ft)
Rezsabek N.: Fejezetek az MCSE történetéből (1946–1949)	1000 Ft	(900 Ft)
Változócsillagok katalógusa és fénygörbéi	600 Ft	(500 Ft)

Részletes árjegyzékünket megtekintheti a Polaris Csillagvizsgáló honlapján:

[polaris.mcse.hu/polaris-bolt/](http://polaris.mcse.hu/polaris-bolt/)

Magyar Csillagászati Egyesület, 1461 Budapest, Pf. 219.

Tel.: (1) 279-0429, E-mail: [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu)

meteor  
csillagászati  
évkönyv 1996



meteor  
csillagászati  
évkönyv



2003

meteor  
csillagászati  
évkönyv



2004

meteor



meteor  
csillagászati  
évkönyv



A Phobos

2006

AMATŐRCSILLAGÁSZOK  
KÉZIKÖNYVE



MATYÁS  
FÜLÖP  
KÉZIRAT

Sárneczky Krisztián  
Magyarok a  
Naprendszerben  
– és azon túl



Kereszturi Ákos – Sárneczky Krisztián

Célpont a Föld?

Kisbolygók a láthatáron



# ...Csak tiszta forrásból...



A mélyég amatőr és profi kutatóinak sokféle "autoguide"-, és képalkotási célú, egészen a valamikori "kisfilmes" méret kétszeresét is megközelítő (4kx4k) formátumig terjedő chipekkel épített hűtött CCD kamerákat kínálunk - minden elképzelhető kiegészítővel: szűrők, szűrőváltók, fényút-váltók, adapterek, adaptív optikai modulok, spektrográfok!

1993 óta a hazai és az európai piacon:

<http://www.astrotech.hu>



**AstroTech KKT**

E-mail: [info@astrotech.hu](mailto:info@astrotech.hu)

mobil: +36-20/9370-042, fax: +36-79/427-001

**Gyártóink NASA űrtávcsövek beszállítói is!**

## Belépési nyilatkozat

Kérem felvételemet a Magyar Csillagászati Egyesületbe 2007-re!

Név: .....

Cím: .....

Születési dátum: ..... év ..... hó ..... nap

Telefonszám: ..... E-mail: .....

Aláírás: .....

*A tagdíj összege 5800 Ft, illetmény: a Meteor csillagászati évkönyv 2007 és a Meteor című havi folyóirat 2007-os évfolyama*

A tagdíjat az MCSE címére (1461 Budapest, Pf. 219.) rózsaszín postautalványon kérjük feladni!

É2007

Ha be szeretne lépni a Magyar Csillagászati Egyesületbe, fénymásolja le a Belépési nyilatkozatot, és kitöltve küldje el az egyesület címére!



## Észlelési élményem – ifjúsági pályázat

A Magyar Csillagászati Egyesület „Észlelési élményem” címmel pályázatot ír ki magyarországi vagy határon túli, 15–19 éves diákok részére. A pályázaton jelenleg iskolába nem járó fiatalok is részt vehetnek.

A pályázat témaköre: egy (vagy több) 2006–2007. évi csillagászati megfigyeléssel, vagy a megfigyelt csillagászati jelenség hátterével kapcsolatos cikk készítése. A cikk legyen érthető a téma iránt érdeklődő, de szakmai végzettség nélküli olvasó számára. A pályaműnek mindenképpen kapcsolódnia kell valamilyen csillagászati megfigyeléshez, ugyanakkor nem szükséges, hogy a megfigyelés tudományosan hasznosítható legyen. A megfigyelések lehetnek távcsöves, szabadszemes, fotografikus vagy CCD-észlelések.

Bármely észlelési területről várunk írásokat. A cikk terjedelme legfeljebb 6000 leütés legyen, legfeljebb 3 ábrát tartalmazhat. A szöveget és a képeket külön fájlban kell elküldeni (tehát a képeket nem a dokumentumba illesztve!), elektronikus levélben. A pályázat szövegét rtf formátumban, a képeket jpg formátumban fogadjuk el. A szöveg és a képek fájlneveinek tartalmazniuk kell a beküldő teljes nevét ékezet nélküli formában. A teljes beküldött pályamunka terjedelme ne haladja meg az 1 Mbyte-ot. A cikk végén, az rtf fájlban fel kell tüntetni a szerző nevét, postacímét és e-mail címét. Egy résztvevő csak egy pályaművet adhat be.

A pályamunkákat az [mcse@mcse.hu](mailto:mcse@mcse.hu) címre kérjük elküldeni, beküldési határidő 2007. április 20. A nyertes pályamunkákat a Meteor 2007/7–8. számában közöljük.

### Díjazás:

1. helyezés: könyvnyeremény 15 000 Ft értékben és ingyenes részvétel az MCSE 2007-es táborán
2. helyezés: ingyenes részvétel az MCSE 2007-es táborán
3. helyezés: könyvnyeremény 10 000 Ft értékben

Csillagvizsgálók, kisplanetáriumok  
építészeti tervezése

Szász-Ház Bt., tel.: (20) 984-4929

# Polaris Csillagvizsgáló

## Bemutató csillagvizsgáló Óbudán

- *Távcsöves bemutatás* kedden, csütörtökön és szombaton, sötétedéstől 22.30-ig. Iskolai csoportokat előzetes egyeztetés alapján más időpontban is fogadunk.
  - *Csillagászati előadás-sorozatok* ősszel és tavasszal, kedd esténként.
  - *Csillagászati szakkör* a középiskolás korosztály számára csütörtökönként.
    - *Könyvek és egyéb kiadványok vásárolhatók* a Polaris-boltban a távcsöves bemutatások ideje alatt.
  - *A Magyar Csillagászati Egyesület ügyelete* minden kedden 18 órától. Várjuk a csillagászati megfigyelések és a távcsőépítés iránt érdeklődőket!

**Magyar Csillagászati Egyesület – ÓMK Barátság Szabadidő Park**

*A Polaris Csillagvizsgáló címe: 1037 Budapest, Laborc u. 2/c.  
Telefon: (1) 279 0429, (70) 548 9124; e-mail: polaris@mcse.hu;  
honlap, részletes programmal: polaris.mcse.hu*



budapesti  
**távcső**  
centrum



# Budapesti Távcső Centrum

- » a legjobb távcsőmárkák képviselete
- » a legnagyobb hazai raktárkészlet
- » csillagászati távcsövek, mechanikák, állványok, kiegészítők  
binokulárok, spektívek, éjjellátók, mikroszkópok  
csillagászatra, természetmegfigyelésre, fotózáshoz

#### elérhetőségünk

(1) 202 5651 | üzlet  
(20) 485 0040 | postai rendelések  
(20) 432 5555 | tanácsadás  
(99) 332 548 | fax

#### nyitva tartás

H-P | 10-18h  
SZOMBAT | 9-12h  
ebédszünet 12-12.30h

#### email

castell.nova@chello.hu  
tavcső@tavcső.com



**XII. Városmajor u. 19/b**  
1 percre a Déli pályaudvartól

a Budapesti Távcső Centrumban  
megtalálhatók:

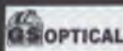


[www.tavcsobelt.hu](http://www.tavcsobelt.hu)

[www.tavcső.com](http://www.tavcső.com)



Sky-Watcher



# meteor

az MCSE  
csillagászati  
folyóirata



útikalauz a Világegyetemhez

A folyóirat honlapja: [meteor.mcse.hu](http://meteor.mcse.hu) — megrendelés: [meteor@mcse.hu](mailto:meteor@mcse.hu)

## Színes képek

### Képek a Magyar Csillagászati Egyesület életéből (belső borító)

1. A Változócsillag Szakcsoport 2006. február 18-i, igen sikeres találkozásának résztvevői a Polaris Csillagvizsgáló teraszán.
2. Napfogyatkozást néző gyerekek 2005. október 3-án a Polarisban.
3. A Fizika Nemzetközi Éve keretében meghirdetett Sky Watch nemzetközi verseny magyar helyezettei Athénban. Balról jobbra: Mohácsi István, Szám Dorottya és Nagy Zsófia, valamint felkészítő tanáraik, Csizmadia Szilárd és Kereszturi Ákos.
4. „Óriás” az MCSE-távcső mellett a Millenáris Park 2006. április 30-i, „Nyakunkon a nyár” című gyermekrendezvényén.
5. Hazánk legnagyobb fali napórája Pécsen, az Alkotmány u. 1. számú ház falán.
6. Csángó kislány az MCSE Kaposvári Csoportja által tartott napbemutatáson.
7. Távcsövesek Zeteváralján, a 2005. augusztus 26–31. között rendezett első erdélyi észlelőtáborban.
8. A győri amatőrcsillagászat 50 éves jubileuma alkalmából, 2005. október 28-án tartott megemlékezés a győri városháza dísztermében.

### A Nemzetközi Héliofizikai Év című cikkhez

9. A TRACE napkutató műhold észleléseiből összekombinált kép egy 2000. június 6-i fleről. A piros szín a fotoszféra és kromoszféra képe, zölddel vannak ábrázolva a magas hőmérsékletű koronahurkok (NASA).
10. A TRACE ultraibolya tartományban készült felvétele az AR 6169 jelzésű napfoltcsoportról. A foltok fölött jól követhető a mágneses tér szerkezete.
11. Kompozit kép a 2006. március 29-i teljes napfogyatkozásról. A Williams College napfogyatkozás expedíciója által készített felvétel (Kasztelórizo, Görögország) fekete-fehérben mutatja a belső napkoronát, míg a külső napkorona és a fotoszféra aktuális képét SOHO-felvételekből állították össze.

### A csillagászati spektroszkópia eszközei című cikkhez

12. Objektívprizmás felvétel egy nyílthalmazról.
13. A jelenleg készíthető legnagyobb rácsok mérete 30×40 cm. A Hectochelle spektrográf 30×80 cm-es színbontó eleme két ilyen rácsból összeillesztett mozaik.
14. A KAOS egy jelenleg még csak tervezés alatt álló többobjektum-spektrográf, melyet a 8 méteres Gemini teleszkóphoz csatlakoztatnak. Az 5000 optika szál a távcső alappilléreinek belsejében lévő 12 spektrográfhoz fut, melyeknek mindegyike több mint 400 színképet rögzít.
15. VLT OzPoz többobjektum-spektrográf pozicionáló berendezése fémkorongokra helyezi a mágnesekkel rögzíthető üvegszalakat. A négy lehetséges látómezőből egy a távcső fókuszában van, míg egy másikon a szálak elrendezése folyik. A négy korongot a sárga vázszerkezet forgatásával lehet cserélni. Az előtérben a Giraffe spektrográf látható, mely egyszerre 130 objektum színképét rögzíti.

## A csillagászat legújabb eredményei című cikkhez

16. a) *A Jupiter fehér oválgainak ütközése a Galileo űrszonda 2000. október 24-i felvételén. b–c) A Kis és Nagy Vörös Folt a Hubble-űrtávcső által 2006 áprilisában készített képeken (NASA, ESA) (Kis Vörös Folt keletkezett a Jupiteren).*
17. *A hőmérséklet modellszámítás alapján kapott (balra) és ténylegesen mért (jobbra) eloszlása a Szaturnusz Enceladus holdjának felszínén (A Cassini-űrszonda eredményeiből).*

## A Kataklizmikus változócsillagok című cikkhez

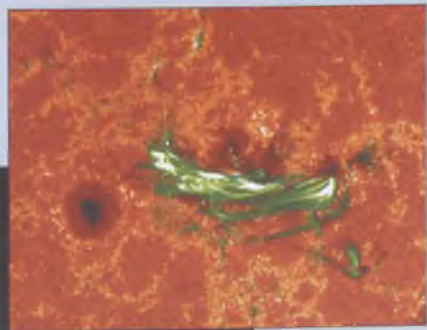
18. *A kataklizmikus változócsillagok általános modellje.*

## További képek

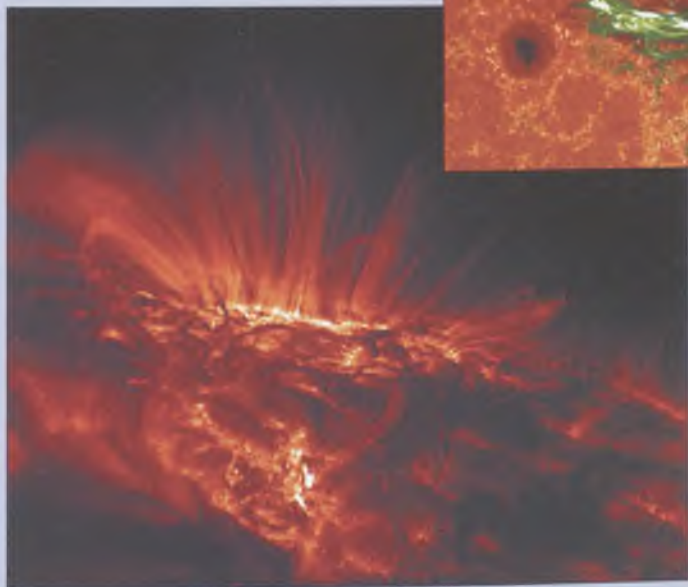
19. ZÁCH JÁNOS FERENC (1754–1832) csillagász emléktáblája a budapesti Városházán. Az emléktáblát 2005-ben avatta fel a Magyar Tudományos Akadémia és Budapest Főváros Önkormányzata.
20. HARGITAI HENRIK útjára indítja a HUSAR „marsautót” 2006 januárjában, a Mars Society Mars-analógia bázisán (Utah-sivatag, USA).

## Magyar amatőr csillagászok felvételei

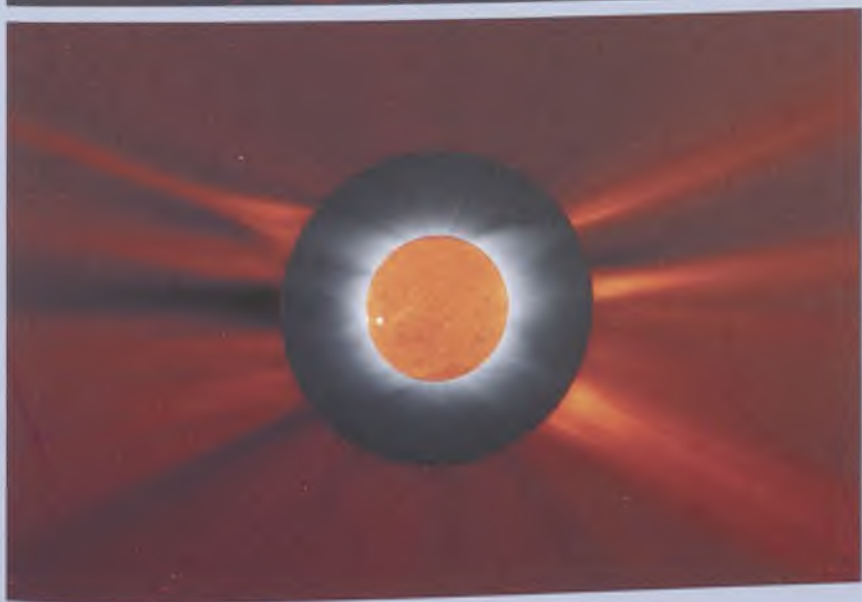
21. *Hazánkból igen ritkán megfigyelhető világító felhőket sikerült megörökítenie PÁPICS PÉTERNEK a pizskés-tetői obszervatóriumból 2006. július 14-én hajnalban.*
22. *Egy Iridium kommunikációs műhold felvillanása az Orion csillagkép irányában, SZENDRŐI GÁBOR 2006. február 5-én készült felvételen.*
23. *A napkorona a 2006. március 29-i teljes napfogyatkozás idején a törökországi Kumköyből. A képet GYENIZSE PÉTER több felvételtől állította össze. Az egyes fotók 10.2 cm-es f18-as Astrophysics refraktorral készültek, Fuji Sensia 100 diára, 1/250 s és 1 s közötti expozíciós idővel.*
24. *A több darabra szakadt 73/P Schwassmann–Wachmann 3-üstökös B komponense 2006. május 10-én hajnalban, a híres kettőscsillag(ok), az  $\epsilon$  Lyrae közelében. ÉDER IVÁN felvétele 130/780-as refraktorral és Canon EOS 350D fényképezőgéppel készült, 30×13 s expozíciós idővel.*
25. *A (23187) 2000PN9 jelzésű földszülő kisbolygó útja a csillagok között 2006. március 7/8-án 23<sup>h</sup> 27<sup>m</sup>–00<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> UT között. A montázst KULI ZOLTÁN és TORDAI TAMÁS készítette a Polaris Csillagvizsgáló 28 cm-es Schmidt–Cassegrain-távcsövével és SBIG ST7/7E CCD-kamerájával.*
26. *„Búcsú” a Plútó bolygótól. HEGYI NORBERT és HORVÁTH TIBOR felvétele a Hegyháti Csillagvizsgáló 50 cm-es távcsövével készült 2006. június 25-én – a Plútót két hónappal később sorolták át a törpebolygók közé.*
27. *Az M27, a Súlyzó-köd a Vulpecula csillagképben. SZITKAY GÁBOR és ÉDER IVÁN felvétele (155/1395 Starfire refraktor, Canon EOS 300D fényképezőgép, 15×10 perc expozíció).*
28. *A VDB 142 por- és gázköd a Cepheusban. SZITKAY GÁBOR és ÉDER IVÁN felvétele (155/1395 Starfire refraktor, Canon EOS 300D fényképezőgép, 27×10 perc expozíció).*



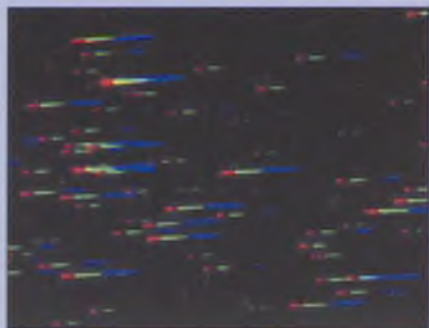
9



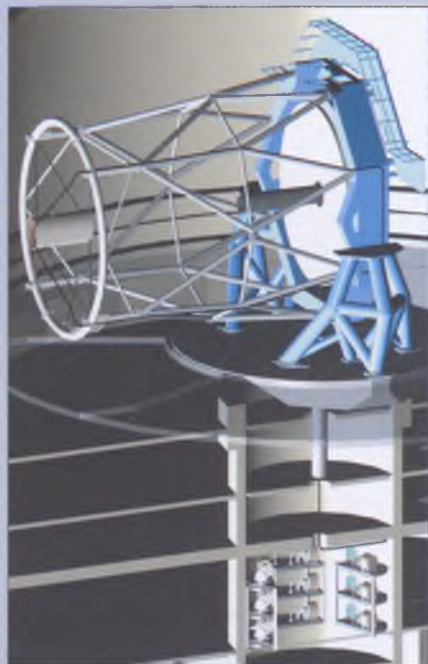
10



11



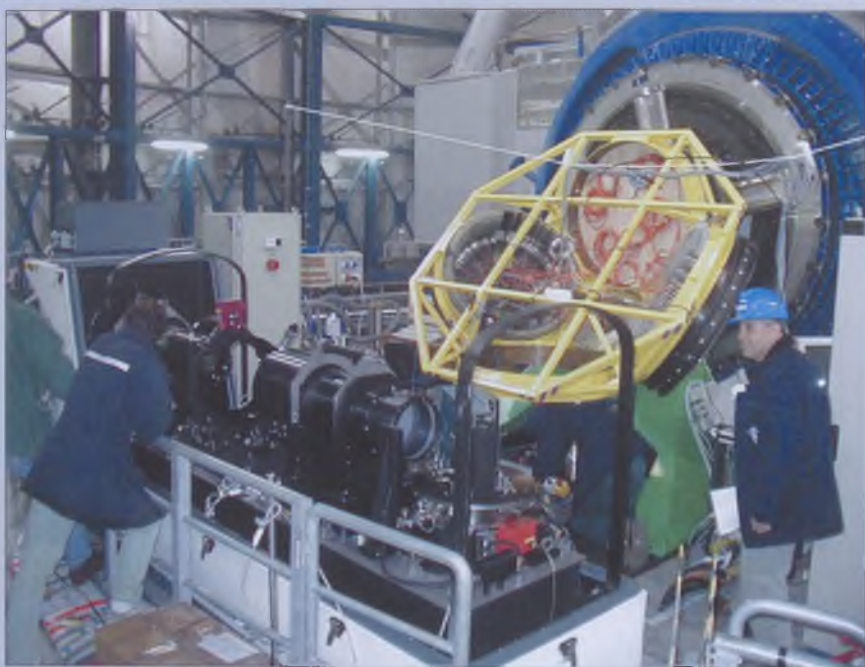
12



14



13

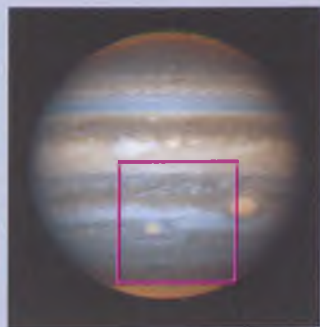


15





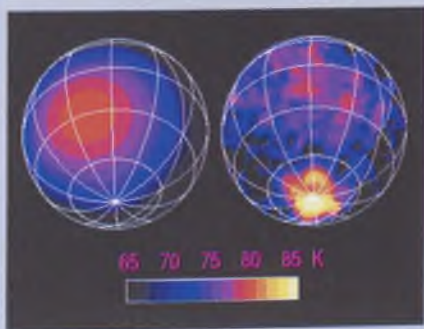
16a



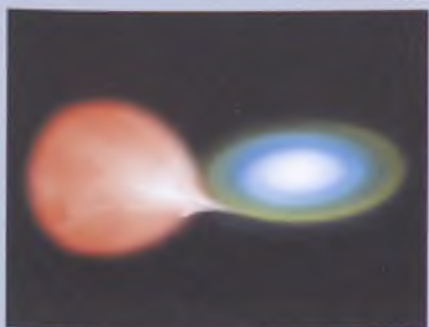
16b



16c



17



18



20



19

21



22



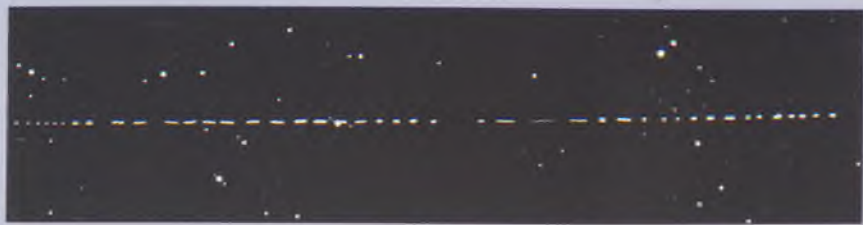
23



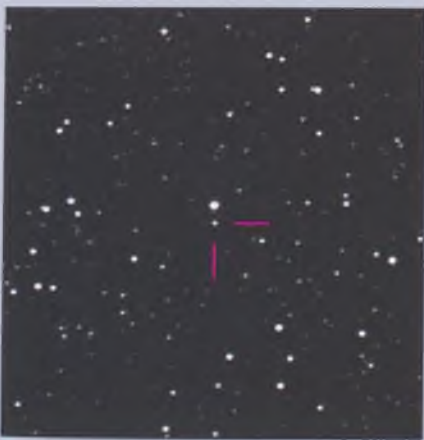
24



25



26



27



28



# A Hyperion



1950 Ft

