

# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 1986

Lambda



Betelgeuse



NGC-2024



Rigel



Saiph



Gondolat



# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV



# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV az 1986. évre

Szerkesztette:

a TIT csillagászati és űrkutatási szakosztályainak  
országos választmánya  
az Eötvös Loránd Fizikai Társulat csillagászati csoportjának  
és  
a MTESZ központi asztronautikai szakosztályának  
közreműködésével

GONDOLAT · BUDAPEST, 1985

Címképünkön: az Orion-vidék infravörös képe

**TÖRÖLVE**  
Intézet könyvtár  
17.676\_1986

ISSN 0526—233 X

© Gondolat Könyvkiadó, 1985

## Tartalom

<i>I. Csillagászati adatok az 1986. évre</i> . . . . .	7
A Nap és a Hold kelete és fontosabb adatai . . . . .	8
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong közép- pontjának heliografikus koordinátái (0 <sup>h</sup> világidőkor) . . . . .	34
Bolygókorongok megvilágítása és a Szaturnusz gyűrűje . . . . .	35
A szabad szemmel látható bolygók adatai . . . . .	36
A bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 <sup>h</sup> világidőkor	44
A Jupiter-holdak helyzete (világidőben) . . . . .	46
A Mars és a Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága . . . . .	64
Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4 <sup>m</sup> 0) . . . . .	67
Magyarázat a táblázatokhoz . . . . .	76
A csillagos ég 1986-ban . . . . .	78
<i>II. Beszámolók</i> . . . . .	95
Szeidl Béla: Az MTA Csillagászati Kutató Intézete 1984. évi tevékenységéről . . . . .	97
Marik Miklós: Az ELTE Csillagászati Tanszékének működése az 1984. évben . . . . .	105
Horváth András — Zombori Ottó: Beszámoló a TIT Buda- pesti Planetárium és Uránia Csillagvizsgáló 1984. évi tevé- kenységéről. . . . .	113
Schalk Gyula: Beszámoló a TIT csillagászati és űrkutatási választmánya 1984. évi tevékenységéről. . . . .	123
Almár Iván — Balázs Lajos: Beszámoló az MTA III. osztálya	

csillagászati bizottságának 1980—1984. években végzett munkájáról.....	128
Láng Tamásné Varga Márta: Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat csillagászati csoportjának működése 1980—1985 .	130

### *III. Cikkek*

Szécsényi-Nagy Gábor: A csillagászat újabb eredményeiből	135
Almár Iván — Kun Mária: Az IRAS eredményei — az infravörös égbolt .....	152
Horváth András—Szabó László: A Vega-program .....	171
Paparó Margit: A $\delta$ Scuti csillagok .....	193
Barcza Szabolcs: A gömbhalmazok és a Tejútrendszer szerkezetének megismerése .....	209
Nuspl János: A gravitációs mező .....	223
Dankó Sándor: Amatőrmozgalom II. ....	244
Marik Miklós: Évfordulók 1986-ban .....	256
A Csillagászati Évkönyv 1970—1985. évi köteteiben megjelent cikkek jegyzéke .....	259



# I. CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1985. ÉVRE

Az adatokat összeállították  
az MTA Csillagászati Kutató Intézete  
napfizikai obszervatóriumának  
kutatói

## FIGYELEM!

A közép-európai zónaidőben (KözEI) megadott időadatokhoz  
a nyári időszámítás tartama alatt  
*1<sup>h</sup>-t hozzá kell adni!*



## **I. A Nap és a Hold kelte és fontosabb adatai**

A naptári táblázatok alján a Holdnak a földközeli, földtávoli, illetve a Földnek a napközeli, naptávoli időadatai, továbbá az évszakok kezdete — tévedésből — efemeris időben szerepelnek. A közép-európai időben kifejezett adatok ezekből úgy kaphatók meg, hogy egy órát hozzájuk kell adni és egy percet le kell vonni.

1986. JANUÁR

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz		1	431.5	7 32	11 48	16 03	21 37	10 46	
2	Cs		2	432.5	7 32	11 48	16 04	22 53	11 04	
3	P		3	433.5	7 32	11 49	16 05	-- --	11 21	20 49 C
4	Szo		4	434.5	7 32	11 49	16 06	0 08	11 39	
5	V		5	435.5	7 32	11 49	16 07	1 28	11 59	
6	H	1	6	436.5	7 32	11 50	16 08	2 51	12 23	
7	K		7	437.5	7 31	11 50	16 09	4 16	12 54	
8	Sz		8	438.5	7 31	11 51	16 10	5 40	13 37	
9	Cs		9	439.5	7 31	11 51	16 12	6 57	14 35	
10	P		10	440.5	7 30	11 52	16 13	7 58	15 47	13 23 0
11	Szo		11	441.5	7 30	11 52	16 14	8 44	17 08	
12	V		12	442.5	7 30	11 52	16 15	9 17	18 29	
13	H	2	13	443.5	7 29	11 53	16 17	9 42	19 47	
14	K		14	444.5	7 28	11 53	16 18	10 01	21 01	
15	Sz		15	445.5	7 28	11 54	16 19	10 17	22 11	
16	Cs		16	446.5	7 27	11 54	16 21	10 33	23 19	
17	P		17	447.5	7 27	11 54	16 22	10 48	-- --	23 14 D
18	Szo		18	448.5	7 26	11 55	16 23	11 04	0 26	
19	V		19	449.5	7 25	11 55	16 25	11 22	1 33	
20	H	3	20	450.5	7 24	11 55	16 26	11 44	2 40	
21	K		21	451.5	7 23	11 55	16 28	12 11	3 48	
22	Sz		22	452.5	7 22	11 56	16 29	12 48	4 54	
23	Cs		23	453.5	7 22	11 56	16 31	13 35	5 54	
24	P		24	454.5	7 21	11 56	16 32	14 33	6 47	
25	Szo		25	455.5	7 20	11 57	16 34	15 40	7 30	
26	V		26	456.5	7 18	11 57	16 35	16 54	8 04	01 31 0
27	H	4	27	457.5	7 17	11 57	16 37	18 10	8 30	
28	K		28	458.5	7 16	11 57	16 38	19 27	8 52	
29	Sz		29	459.5	7 15	11 57	16 40	20 43	9 10	
30	Cs		30	460.5	7 14	11 58	16 41	21 60	9 27	
31	P		31	461.5	7 13	11 58	16 43	23 17	9 44	

Hold: 8-án 7<sup>h</sup>-kor földközélen  
20-án 1<sup>h</sup>-kor földtávolban

1986. JANUÁR

0<sup>n</sup> világitdör

Csillagidő (λ=0 <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látszó sugár	RA	D	látszó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m s	° ' "	° ' "	földsg.
6 41 24.0	18 44.7	-23 03	16 18	10 34.3	+13 48	15 32	60.289
6 45 20.6	18 49.1	-22 58	16 18	11 23.1	+ 8 06	15 41	59.706
6 49 17.1	18 53.5	-22 52	16 18	12 11.3	+ 1 56	15 51	59.108
6 53 13.7	18 57.9	-22 47	16 18	13 00.2	- 4 26	16 00	58.516
6 57 10.2	19 02.3	-22 40	16 18	13 50.8	-10 44	16 10	57.962
7 01 06.8	19 06.7	-22 33	16 18	14 44.6	-16 35	16 18	57.487
7 05 03.3	19 11.1	-22 26	16 18	15 42.4	-21 37	16 24	57.141
7 08 59.9	19 15.4	-22 19	16 17	16 44.5	-25 20	16 26	56.971
7 12 56.5	19 19.8	-22 11	16 17	17 49.8	-27 21	16 26	57.015
7 16 53.0	19 24.2	-22 02	16 17	18 56.0	-27 27	16 21	57.288
7 20 49.6	19 28.5	-21 53	16 17	20 00.3	-25 38	16 13	57.785
7 24 46.1	19 32.9	-21 44	16 17	21 00.7	-22 13	16 01	58.470
7 28 42.7	19 37.2	-21 34	16 17	21 56.2	-17 37	15 48	59.290
7 32 39.2	19 41.5	-21 24	16 17	22 47.1	-12 17	15 34	60.175
7 36 35.8	19 45.8	-21 13	16 17	23 34.4	- 6 35	15 21	61.053
7 40 32.3	19 50.1	-21 02	16 17	0 19.3	- 8 46	15 09	61.857
7 44 28.9	19 54.4	-20 51	16 17	1 02.9	+ 4 55	14 59	62.531
7 48 25.5	19 58.7	-20 39	16 17	1 46.4	+10 20	14 52	63.035
7 52 22.0	20 02.9	-20 27	16 17	2 30.8	+15 18	14 47	63.345
7 56 18.6	20 07.2	-20 14	16 17	3 16.9	+19 41	14 46	63.454
8 00 15.1	20 11.4	-20 01	16 17	4 05.4	+23 17	14 47	63.372
8 04 11.7	20 15.6	-19 48	16 17	4 56.6	+25 56	14 50	63.120
8 08 08.2	20 19.8	-19 34	16 17	5 50.3	+27 25	14 56	62.730
8 12 04.8	20 24.0	-19 20	16 16	6 45.6	+27 35	15 03	62.240
8 16 01.4	20 28.2	-19 05	16 16	7 41.5	+26 21	15 11	61.690
8 19 57.9	20 32.4	-18 50	16 16	8 36.6	+23 45	15 20	61.119
8 23 54.5	20 36.6	-18 35	16 16	9 30.1	+19 53	15 28	60.558
8 27 51.0	20 40.7	-18 20	16 16	10 21.5	+14 08	15 36	60.032
8 31 47.6	20 44.8	-18 04	16 16	11 11.3	+ 9 19	15 44	59.554
8 35 44.1	20 48.9	-17 48	16 16	12 00.0	+ 3 08	15 50	59.129
8 39 40.7	20 53.0	-17 31	16 16	12 48.8	- 3 15	15 57	58.758

Földi: 2-án 5<sup>n</sup>-kor napközben(KözE1)

1986. FEBRUÁR

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446 _	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	Szo		32	462.5	7 11	11 58	16 44	-- --	10 03	
2	V		33	463.5	7 10	11 50	16 46	8 37	10 25	05 42 C
3	H	5	34	464.5	7 09	11 58	16 47	2 00	18 53	
4	K		35	465.5	7 08	11 58	16 49	3 23	11 30	
5	Sz		36	466.5	7 06	11 58	16 50	4 40	12 21	
6	Cs		37	467.5	7 05	11 58	16 52	5 45	13 25	
7	P		38	468.5	7 03	11 50	16 54	6 37	14 41	
8	Szo		39	469.5	7 02	11 59	16 55	7 15	16 02	
9	V		40	470.5	7 00	11 59	16 57	7 42	17 22	01 57 B
10	H	6	41	471.5	6 59	11 59	16 58	8 03	18 30	
11	K		42	472.5	6 57	11 59	17 00	8 21	19 52	
12	Sz		43	473.5	6 56	11 59	17 01	8 37	21 01	
13	Cs		44	474.5	6 54	11 59	17 03	6 52	22 10	
14	P		45	475.5	6 53	11 59	17 05	9 07	23 17	
15	Szo		46	476.5	6 51	11 59	17 06	9 24	-- --	
16	V		47	477.5	6 49	11 58	17 08	9 45	8 26	20 56 D
17	H	7	48	478.5	6 48	11 58	17 09	10 10	1 34	
18	K		49	479.5	6 46	11 58	17 11	10 42	2 41	
19	Sz		50	480.5	6 44	11 58	17 12	11 24	3 44	
20	Cs		51	481.5	6 42	11 58	17 14	12 17	4 40	
21	P		52	482.5	6 41	11 58	17 15	13 21	5 26	
22	Szo		53	483.5	6 39	11 58	17 17	14 33	6 02	
23	V		54	484.5	6 37	11 58	17 19	15 50	6 31	
24	H	8	55	485.5	6 35	11 58	17 20	17 08	6 55	16 03 O
25	K		56	486.5	6 33	11 58	17 22	18 27	7 15	
26	Sz		57	487.5	6 32	11 57	17 23	19 45	7 32	
27	Cs		58	488.5	6 30	11 57	17 25	21 05	7 50	
28	P		59	489.5	6 28	11 57	17 26	22 26	8 08	

Hold: 4-én 16<sup>n</sup>-kor földközélen  
16-án 22<sup>n</sup>-kor földtávolban

1984. FEBRUÁR

8<sup>n</sup> világtérszék

Csillagidő ( $\lambda - \theta^h - \text{nél}$ )	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	távolság
h a s	h a	° °	° °	h a	° °	° °	földszög.
8 43 37.2	20 57.1	-17 15	16 16	13 38.6	- 9 34	16 02	58.439
8 47 33.0	21 01.2	-16 50	16 15	14 30.7	-15 20	16 04	58.174
8 51 30.4	21 05.3	-16 40	16 15	15 26.1	-20 36	16 09	57.973
8 55 26.9	21 09.3	-16 23	16 15	16 25.3	-24 35	16 11	57.852
8 59 23.5	21 13.4	-16 05	16 15	17 27.8	-27 04	16 12	57.832
9 03 20.8	21 17.4	-15 46	16 15	18 32.1	-27 45	16 10	57.937
9 07 16.6	21 21.4	-15 20	16 15	19 35.9	-26 36	16 06	58.104
9 11 13.1	21 25.4	-15 09	16 14	20 36.9	-23 45	15 59	58.580
9 15 09.7	21 29.4	-14 50	16 14	21 33.8	-19 34	15 51	59.116
9 19 06.2	21 33.4	-14 31	16 14	22 26.5	-14 26	15 40	59.765
9 23 02.0	21 37.3	-14 11	16 14	23 15.5	- 8 44	15 29	60.486
9 26 59.4	21 41.3	-13 52	16 14	0 01.7	- 2 50	15 18	61.225
9 30 55.9	21 45.2	-13 32	16 14	0 46.4	+ 3 03	15 08	61.927
9 34 52.5	21 49.1	-13 12	16 13	1 30.4	+ 8 41	14 59	62.535
9 38 49.0	21 53.0	-12 51	16 13	2 14.9	+13 54	14 52	63.002
9 42 45.6	21 56.9	-12 31	16 13	3 00.7	+18 32	14 48	63.292
9 46 42.1	22 00.8	-12 10	16 13	3 48.5	+22 26	14 47	63.302
9 50 38.7	22 04.7	-11 49	16 13	4 38.7	+25 24	14 48	63.267
9 54 35.3	22 08.5	-11 27	16 12	5 31.4	+27 16	14 53	62.956
9 58 31.0	22 12.4	-11 06	16 12	6 26.0	+27 52	14 60	62.473
10 02 28.4	22 16.2	-10 45	16 12	7 21.6	+27 06	15 09	61.859
10 06 24.9	22 20.0	-10 23	16 12	8 17.1	+24 55	15 19	61.162
10 10 21.5	22 23.8	-10 01	16 12	9 11.4	+21 25	15 30	60.437
10 14 18.0	22 27.6	- 9 39	16 11	10 04.1	+16 45	15 41	59.738
10 18 14.6	22 31.4	- 9 17	16 11	10 55.3	+11 09	15 51	59.115
10 22 11.1	22 35.2	- 8 54	16 11	11 45.3	+ 4 54	15 59	58.604
10 26 07.7	22 39.0	- 8 32	16 11	12 35.1	- 1 39	16 05	58.220
10 30 04.3	22 42.8	- 8 09	16 10	13 25.6	- 8 12	16 09	57.993

1986. MÁRCIUS

Dátum	A hét napjai	Ev hányadik hete	Ev hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	Szo		60	490.5	6 26	11 57	17 28	23 49	8 29	
2	V		61	491.5	6 24	11 57	17 29	-- --	8 55	
3	H	9	62	492.5	6 22	11 56	17 31	1 13	9 29	13 18 C
4	K		63	493.5	6 20	11 56	17 32	2 31	10 14	
5	Sz		64	494.5	6 18	11 56	17 34	3 40	11 14	
6	Cs		65	495.5	6 16	11 56	17 35	4 34	12 25	
7	P		66	496.5	6 14	11 56	17 37	5 15	13 43	
8	Szo		67	497.5	6 13	11 55	17 38	5 45	15 01	
9	V		68	498.5	6 11	11 55	17 40	6 07	16 18	
10	H	10	69	499.5	6 09	11 55	17 41	6 26	17 32	15 52 0
11	K		70	500.5	6 07	11 55	17 42	6 42	18 44	
12	Sz		71	501.5	6 05	11 54	17 44	6 57	19 53	
13	Cs		72	502.5	6 03	11 54	17 45	7 12	21 01	
14	P		73	503.5	6 01	11 54	17 47	7 28	22 10	
15	Szo		74	504.5	5 59	11 53	17 48	7 46	23 19	
16	V		75	505.5	5 57	11 53	17 50	8 09	-- --	
17	H	11	76	506.5	5 55	11 53	17 51	8 38	0 27	
18	K		77	507.5	5 53	11 53	17 53	9 16	1 31	17 39 D
19	Sz		78	508.5	5 51	11 52	17 54	10 04	2 30	
20	Cs		79	509.5	5 49	11 52	17 56	11 02	3 20	
21	P		80	510.5	5 47	11 52	17 57	12 10	4 00	
22	Szo		81	511.5	5 45	11 51	17 58	13 25	4 31	
23	V		82	512.5	5 43	11 51	18 00	14 42	4 57	
24	H	12	83	513.5	5 40	11 51	18 01	16 01	5 18	
25	K		84	514.5	5 38	11 51	18 03	17 21	5 37	
26	Sz		85	515.5	5 36	11 50	18 04	18 42	5 53	04 03 0
27	Cs		86	516.5	5 34	11 50	18 05	20 05	6 12	
28	P		87	517.5	5 32	11 50	18 07	21 30	6 32	
29	Szo		88	518.5	5 30	11 49	18 08	22 57	6 56	
30	V		89	519.5	5 28	11 49	18 10	-- --	7 28	
31	H	13	90	520.5	5 26	11 49	18 11	0 21	8 10	

Hold: 1-én 10<sup>h</sup>-kor földközélen  
 16-án 19<sup>h</sup>-kor földtávolban  
 28-án 14<sup>h</sup>-kor földközélen



1986. MÁRCIUS

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Csillagidő (λ=0 <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látózó sugár	RA	D	látózó sugár	távolság
h m s	h m	° °	° °	h m s	° °	° °	földszög.
10 34 00.0	22 46.5	- 7 47	16 10	14 10.0	-14 22	16 11	57.889
10 37 57.4	22 50.3	- 7 24	16 10	15 13.2	-19 46	16 11	57.900
10 41 53.9	22 54.0	- 7 01	16 10	16 11.6	-24 03	16 09	58.005
10 45 50.5	22 57.7	- 6 38	16 09	17 12.9	-26 51	16 06	58.107
10 49 47.0	23 01.5	- 6 15	16 09	18 16.0	-27 57	16 02	58.433
10 53 43.6	23 05.2	- 5 52	16 09	19 10.7	-27 15	15 57	58.739
10 57 40.2	23 08.9	- 5 29	16 09	20 19.1	-24 53	15 51	59.105
11 01 36.7	23 12.6	- 5 05	16 08	21 16.0	-21 07	15 44	59.534
11 05 33.3	23 16.3	- 4 42	16 08	22 00.9	-16 18	15 36	60.023
11 09 29.8	23 20.0	- 4 18	16 08	22 58.4	-10 47	15 28	60.565
11 13 26.4	23 23.7	- 3 55	16 08	23 45.1	- 4 55	15 19	61.142
11 17 22.9	23 27.4	- 3 31	16 07	0 30.2	+ 1 03	15 11	61.726
11 21 19.5	23 31.0	- 3 00	16 07	1 14.5	+ 6 51	15 02	62.282
11 25 16.0	23 34.7	- 2 44	16 07	1 59.0	+12 10	14 55	62.760
11 29 12.6	23 38.4	- 2 20	16 07	2 44.6	+17 13	14 50	63.146
11 33 09.2	23 42.0	- 1 57	16 06	3 31.0	+21 24	14 47	63.377
11 37 05.7	23 45.7	- 1 33	16 06	4 21.3	+24 43	14 46	63.431
11 41 02.3	23 49.3	- 1 09	16 06	5 13.0	+26 50	14 48	63.291
11 44 58.0	23 53.0	- 0 45	16 06	6 06.6	+28 00	14 53	62.951
11 48 55.4	23 56.6	- 0 22	16 05	7 01.3	+27 43	15 00	62.423
11 52 51.9	0 00.3	+ 0 02	16 05	7 56.2	+26 04	15 10	61.733
11 56 48.5	0 03.9	+ 0 26	16 05	8 50.4	+23 04	15 22	60.926
12 00 45.1	0 07.6	+ 0 49	16 04	9 43.3	+10 50	15 36	60.061
12 04 41.6	0 11.2	+ 1 13	16 04	10 34.9	+13 33	15 49	59.202
12 08 38.2	0 14.9	+ 1 37	16 04	11 25.5	+ 7 27	16 02	58.422
12 12 34.7	0 18.5	+ 2 00	16 04	12 16.0	+ 0 50	16 13	57.702
12 16 31.3	0 22.1	+ 2 24	16 03	13 07.3	- 5 57	16 20	57.331
12 20 27.0	0 25.8	+ 2 47	16 03	14 00.4	-12 30	16 24	57.096
12 24 24.4	0 29.4	+ 3 11	16 03	14 56.3	-10 24	16 25	57.079
12 28 20.9	0 33.0	+ 3 34	16 02	15 55.5	-23 11	16 22	57.259
12 32 17.5	0 36.7	+ 3 57	16 02	16 57.7	-26 29	16 16	57.600

Föld: 20-án 22<sup>n</sup> 4-kor a tavasz kezdete(KözEI)

1986. ÁPRILIS

Dátum	A hét napjai	Ev hányadik hete	Ev hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446 =	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	K		91	521.5	5 24	11 48	18 13	1 34	9 06	20 31 C
2	Sz		92	522.5	5 22	11 48	18 14	2 33	10 14	
3	Cs		93	523.5	5 20	11 48	18 15	3 17	11 30	
4	P		94	524.5	5 18	11 48	18 17	3 49	12 49	
5	Szo		95	525.5	5 16	11 47	18 18	4 13	14 05	
6	V		96	526.5	5 14	11 47	18 20	4 32	15 19	
7	H	14	97	527.5	5 12	11 47	18 21	4 48	16 30	
8	K		98	528.5	5 10	11 46	18 22	5 03	17 30	
9	Sz		99	529.5	5 08	11 46	18 24	5 18	18 47	07 09 0
10	Cs			530.5	5 06	11 46	18 25	5 33	19 56	
11	P		101	531.5	5 05	11 46	18 27	5 51	21 05	
12	Szo		102	532.5	5 03	11 45	18 28	6 12	22 14	
13	V		103	533.5	5 01	11 45	18 29	6 38	23 20	
14	H	15	104	534.5	4 59	11 45	18 31	7 12	-- --	
15	K		105	535.5	4 57	11 45	18 32	7 55	0 21	
16	Sz		106	536.5	4 55	11 44	18 34	8 49	1 14	
17	Cs		107	537.5	4 53	11 44	18 35	9 52	1 58	11 35 D
18	P		108	538.5	4 51	11 44	18 36	11 03	2 31	
19	Szo		109	539.5	4 49	11 44	18 38	12 17	2 59	
20	V		110	540.5	4 48	11 43	18 39	13 34	3 20	
21	H	16	111	541.5	4 46	11 43	18 41	14 52	3 39	
22	K		112	542.5	4 44	11 43	18 42	16 12	3 57	
23	Sz		113	543.5	4 42	11 43	18 43	17 34	4 14	
24	Cs		114	544.5	4 40	11 43	18 45	19 00	4 33	13 18 0
25	P		115	545.5	4 39	11 42	18 46	20 30	4 55	
26	Szo		116	546.5	4 37	11 42	18 48	21 59	5 24	
27	V		117	547.5	4 35	11 42	18 49	23 20	6 03	
28	H	17	118	548.5	4 33	11 42	18 50	-- --	6 55	
29	K		119	549.5	4 32	11 42	18 52	0 27	8 01	
30	Sz		120	550.5	4 30	11 42	18 53	1 17	9 18	

Hold: 13-án 12<sup>n</sup>-kor földtávolban  
25-én 18<sup>n</sup>-kor földközélnél

1986. ÁPRILIS

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Csillagidő (λ=0 <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "	° ' "	földszög.
12 36 14.1	0 48.3	+ 4 21	16 02	18 01.5	-28 01	16 00	58.056
12 40 10.6	0 44.0	+ 4 44	16 02	19 04.9	-27 42	15 59	58.585
12 44 07.2	0 47.6	+ 5 07	16 01	20 05.8	-25 41	15 50	59.150
12 48 03.7	0 51.3	+ 5 30	16 01	21 02.9	-22 13	15 41	59.724
12 52 00.3	0 54.9	+ 5 53	16 01	21 56.0	-17 41	15 32	60.293
12 55 56.8	0 58.6	+ 6 15	16 01	22 45.4	-12 23	15 24	60.846
12 59 53.4	1 02.2	+ 6 38	16 00	23 32.0	- 6 39	15 16	61.380
13 03 50.0	1 05.9	+ 7 01	15 60	0 16.0	- 0 45	15 00	61.890
13 07 46.5	1 09.6	+ 7 23	15 60	1 00.8	+ 5 06	15 01	62.365
13 11 43.1	1 13.2	+ 7 45	15 59	1 44.9	+10 40	14 55	62.793
13 15 39.6	1 16.9	+ 8 08	15 59	2 30.0	+15 47	14 50	63.151
13 19 36.2	1 20.6	+ 8 30	15 59	3 16.0	+20 15	14 46	63.416
13 23 32.7	1 24.3	+ 8 52	15 59	4 05.6	+23 52	14 44	63.561
13 27 29.3	1 28.0	+ 9 13	15 58	4 56.6	+26 28	14 44	63.559
13 31 25.8	1 31.6	+ 9 35	15 58	5 49.4	+27 54	14 47	63.398
13 35 22.4	1 35.3	+ 9 56	15 58	6 43.4	+28 03	14 52	63.041
13 39 19.0	1 39.1	+10 18	15 58	7 37.5	+26 52	14 59	62.508
13 43 15.5	1 42.8	+10 39	15 57	8 31.0	+24 22	15 09	61.806
13 47 12.1	1 46.5	+10 60	15 57	9 23.2	+20 39	15 22	60.963
13 51 08.6	1 50.2	+11 21	15 57	10 14.2	+15 52	15 36	60.028
13 55 05.2	1 53.9	+11 41	15 56	11 04.2	+10 09	15 52	59.064
13 59 01.7	1 57.7	+12 01	15 56	11 54.0	+ 3 47	16 07	58.147
14 02 58.3	2 01.4	+12 22	15 56	12 44.7	- 2 59	16 20	57.355
14 06 54.8	2 05.2	+12 42	15 56	13 37.4	- 9 45	16 30	56.761
14 10 51.4	2 08.9	+13 01	15 55	14 33.1	-16 06	16 36	56.417
14 14 48.0	2 12.7	+13 21	15 55	15 32.6	-21 32	16 37	56.350
14 18 44.5	2 16.5	+13 40	15 55	16 35.8	-25 33	16 34	56.553
14 22 41.1	2 20.3	+13 59	15 55	17 41.5	-27 45	16 26	56.993
14 26 37.6	2 24.0	+14 10	15 54	18 47.3	-27 60	16 15	57.614
14 30 34.2	2 27.9	+14 37	15 54	19 50.7	-26 22	16 03	58.351

1986. MÁJUS

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julian dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446 -	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs		121	551.5	4 28	11 41	18 55	1 53	10 38	04 23 C
2	P		122	552.5	4 27	11 41	18 56	2 19	11 55	
3	Szo		123	553.5	4 25	11 41	18 57	2 40	13 09	
4	V		124	554.5	4 24	11 41	18 59	2 57	14 21	
5	H	18	125	555.5	4 22	11 41	19 00	3 12	15 29	
6	K		126	556.5	4 20	11 41	19 01	3 26	16 37	23 10 0
7	Sz		127	557.5	4 19	11 41	19 03	3 41	17 45	
8	Cs		128	558.5	4 18	11 41	19 04	3 57	18 53	
9	P		129	559.5	4 16	11 41	19 05	4 17	20 02	
10	Szo		130	560.5	4 15	11 41	19 07	4 40	21 09	
11	V	19	131	561.5	4 13	11 41	19 08	5 11	22 13	
12	H		132	562.5	4 12	11 41	19 09	5 52	23 08	
13	K		133	563.5	4 11	11 41	19 11	6 41	23 55	
14	Sz		134	564.5	4 09	11 41	19 12	7 41	-- --	
15	Cs		135	565.5	4 08	11 41	19 13	8 49	0 32	02 01 D
16	P		136	566.5	4 07	11 41	19 15	10 00	1 01	
17	Szo		137	567.5	4 05	11 41	19 16	11 14	1 23	
18	V		138	568.5	4 04	11 41	19 17	12 29	1 43	
19	H	20	139	569.5	4 03	11 41	19 18	13 45	2 00	
20	K		140	570.5	4 02	11 41	19 20	15 04	2 17	
21	Sz		141	571.5	4 01	11 41	19 21	16 27	2 35	21 46 0
22	Cs		142	572.5	4 00	11 41	19 22	17 54	2 55	
23	P		143	573.5	3 59	11 41	19 23	19 25	3 20	
24	Szo		144	574.5	3 58	11 41	19 24	20 52	3 54	
25	V		145	575.5	3 57	11 41	19 25	22 09	4 40	
26	H	21	146	576.5	3 56	11 41	19 26	23 09	5 42	
27	K		147	577.5	3 55	11 41	19 28	23 52	6 58	
28	Sz		148	578.5	3 54	11 41	19 29	-- --	8 19	
29	Cs		149	579.5	3 53	11 42	19 30	0 22	9 41	
30	P		150	580.5	3 53	11 42	19 31	0 45	10 58	
31	Szo		151	581.5	3 52	11 42	19 32	1 03	12 11	13 56 C

Hold: 10-én 23<sup>h</sup>-kor földtávolban  
24-én 3<sup>h</sup>-kor földközélen

## 1986. MÁJUS

0<sup>n</sup> világidőkor

Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	A NAP			A HOLD			távolság földszg.
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	
h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "	' "	
14 34 30.7	2 31.7	+14 55	15 54	20 49.8	-23 10	15 50	59.141
14 38 27.3	2 35.5	+15 13	15 54	21 44.2	-18 40	15 38	59.929
14 42 23.9	2 39.3	+15 31	15 53	22 34.4	-13 39	15 26	60.676
14 46 20.4	2 43.2	+15 49	15 53	23 21.3	- 0 01	15 16	61.356
14 50 17.0	2 47.0	+16 06	15 53	0 06.0	- 2 11	15 07	61.957
14 54 13.5	2 50.9	+16 24	15 53	0 49.7	+ 3 30	14 60	62.473
14 58 10.1	2 54.7	+16 40	15 53	1 33.3	+ 9 14	14 53	62.903
15 02 06.6	2 58.6	+16 57	15 52	2 17.8	+14 27	14 49	63.247
15 06 03.2	3 02.5	+17 13	15 52	3 03.9	+19 05	14 45	63.501
15 09 59.7	3 06.4	+17 29	15 52	3 52.0	+22 57	14 43	63.659
15 13 56.3	3 10.3	+17 45	15 52	4 42.5	+25 50	14 42	63.710
15 17 52.9	3 14.2	+18 00	15 51	5 34.8	+27 35	14 43	63.648
15 21 49.4	3 18.1	+18 15	15 51	6 28.4	+28 05	14 46	63.434
15 25 46.0	3 22.1	+18 30	15 51	7 22.2	+27 17	14 51	63.079
15 29 42.5	3 26.0	+18 45	15 51	8 15.2	+25 11	14 50	62.569
15 33 39.1	3 30.0	+18 59	15 51	9 06.9	+21 53	15 00	61.905
15 37 35.6	3 33.9	+19 13	15 50	9 57.0	+17 32	15 20	61.101
15 41 32.2	3 37.9	+19 26	15 50	10 45.9	+12 17	15 34	60.190
15 45 28.8	3 41.9	+19 39	15 50	11 34.3	+ 6 10	15 49	59.219
15 49 25.3	3 45.9	+19 52	15 50	12 23.2	- 0 09	16 05	58.256
15 53 21.9	3 49.9	+20 05	15 50	13 13.0	- 6 50	16 20	57.377
15 57 18.4	3 53.9	+20 17	15 49	14 07.5	-13 20	16 32	56.663
16 01 15.0	3 57.9	+20 29	15 49	15 05.2	-19 13	16 40	56.105
16 05 11.5	4 01.9	+20 40	15 49	16 07.6	-23 57	16 44	55.993
16 09 08.1	4 05.9	+20 51	15 49	17 13.9	-27 01	16 42	56.106
16 13 04.7	4 10.0	+21 02	15 49	18 21.9	-28 04	16 35	56.500
16 17 01.2	4 14.0	+21 13	15 49	19 28.6	-27 03	16 23	57.152
16 20 57.8	4 18.1	+21 23	15 48	20 31.3	-24 14	16 10	57.969
16 24 54.3	4 22.1	+21 32	15 48	21 28.9	-20 03	15 54	58.003
16 28 50.9	4 26.2	+21 42	15 48	22 21.4	-14 50	15 40	59.010
16 32 47.4	4 30.3	+21 51	15 48	23 09.0	- 9 20	15 26	60.713

1986. JÚNIUS

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julian dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446 -	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	V		152	582.5	3 51	11 42	19 33	1 19	13 21	
2	H	22	153	583.5	3 51	11 42	19 34	1 33	14 29	
3	K		154	584.5	3 50	11 42	19 34	1 48	15 37	
4	Sz		155	585.5	3 50	11 42	19 35	2 04	16 44	
5	Cs		156	586.5	3 49	11 43	19 36	2 22	17 53	
6	P		157	587.5	3 49	11 43	19 37	2 45	19 00	
7	Szo		158	588.5	3 48	11 43	19 38	3 14	20 06	15 01 0
8	V		159	589.5	3 48	11 43	19 39	3 50	21 04	
9	H	23	160	590.5	3 47	11 43	19 39	4 37	21 53	
10	K		161	591.5	3 47	11 44	19 40	5 34	22 33	
11	Sz		162	592.5	3 47	11 44	19 41	6 40	23 04	
12	Cs		163	593.5	3 47	11 44	19 41	7 49	23 28	
13	P		164	594.5	3 46	11 44	19 42	9 01	23 48	
14	Szo		165	595.5	3 46	11 44	19 42	10 14	-- --	
15	V		166	596.5	3 46	11 45	19 43	11 27	0 06	13 01 D
16	H	24	167	597.5	3 46	11 45	19 43	12 42	0 22	
17	K		168	598.5	3 46	11 45	19 44	14 01	0 38	
18	Sz		169	599.5	3 46	11 45	19 44	15 23	0 56	
19	Cs		170	600.5	3 46	11 45	19 45	16 50	1 18	
20	P		171	601.5	3 46	11 46	19 45	18 19	1 46	
21	Szo		172	602.5	3 47	11 46	19 45	19 42	2 25	
22	V		173	603.5	3 47	11 46	19 45	20 52	3 20	04 42 0
23	H	25	174	604.5	3 47	11 46	19 46	21 44	4 30	
24	K		175	605.5	3 47	11 47	19 46	22 21	5 53	
25	Sz		176	606.5	3 48	11 47	19 46	22 47	7 17	
26	Cs		177	607.5	3 48	11 47	19 46	23 08	8 39	
27	P		178	608.5	3 48	11 47	19 46	23 24	9 56	
28	Szo		179	609.5	3 49	11 47	19 46	23 39	11 09	
29	V		180	610.5	3 49	11 48	19 46	23 54	12 18	01 54 C
30	H	26	181	611.5	3 50	11 48	19 46	-- --	13 27	

Hold: 7-én 2<sup>n</sup>-kor földtávolban  
21-én 13<sup>n</sup>-kor földközéiben

1986. JÚNIUS

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Csillagidő (λ=0 <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "	° ' "	földszg.
16 36 44.0	4 34.4	+21 59	15 48	23 55.3	- 3 30	15 14	61.521
16 40 40.5	4 38.5	+22 07	15 48	0 39.3	+ 2 21	15 03	62.213
16 44 37.1	4 42.6	+22 15	15 48	1 22.8	+ 8 00	14 55	62.775
16 48 33.7	4 46.7	+22 22	15 47	2 06.0	+13 17	14 49	63.203
16 52 30.2	4 50.8	+22 29	15 47	2 52.3	+18 02	14 45	63.583
16 56 26.0	4 54.9	+22 36	15 47	3 39.0	+22 04	14 43	63.681
17 00 23.3	4 59.0	+22 42	15 47	4 29.6	+25 11	14 42	63.745
17 04 19.9	5 03.2	+22 48	15 47	5 21.6	+27 13	14 42	63.781
17 08 16.4	5 07.3	+22 53	15 47	6 15.0	+28 00	14 44	63.551
17 12 13.0	5 11.5	+22 58	15 47	7 08.9	+27 38	14 48	63.293
17 16 09.6	5 15.6	+23 03	15 47	8 02.1	+25 41	14 53	62.924
17 20 06.1	5 19.7	+23 07	15 47	8 53.0	+22 41	15 00	62.439
17 24 02.7	5 23.9	+23 11	15 46	9 43.7	+18 37	15 09	61.838
17 27 59.2	5 28.0	+23 14	15 46	10 32.0	+13 40	15 19	61.124
17 31 55.8	5 32.2	+23 17	15 46	11 19.3	+ 8 01	15 32	60.315
17 35 52.3	5 36.4	+23 20	15 46	12 06.5	+ 1 52	15 46	59.441
17 39 48.9	5 40.5	+23 22	15 46	12 54.9	- 4 32	15 60	58.548
17 43 45.4	5 44.7	+23 24	15 46	13 45.7	-10 56	16 14	57.699
17 47 42.0	5 48.8	+23 25	15 46	14 40.2	-16 57	16 27	56.965
17 51 38.6	5 53.0	+23 26	15 46	15 39.4	-22 06	16 36	56.419
17 55 35.1	5 57.1	+23 26	15 46	16 43.6	-25 53	16 41	56.122
17 59 31.7	6 01.3	+23 27	15 46	17 51.4	-27 49	16 42	56.113
18 03 28.2	6 05.5	+23 26	15 46	18 59.9	-27 39	16 37	56.399
18 07 24.8	6 09.6	+23 25	15 46	20 05.9	-25 28	16 27	56.955
18 11 21.3	6 13.8	+23 24	15 46	21 07.2	-21 30	16 14	57.727
18 15 17.9	6 17.9	+23 23	15 46	22 03.1	-16 39	15 58	58.640
18 19 14.5	6 22.1	+23 21	15 45	22 54.2	-11 00	15 43	59.615
18 23 11.0	6 26.2	+23 18	15 45	23 41.7	- 5 03	15 20	60.576
18 27 07.6	6 30.4	+23 15	15 45	0 26.9	+ 8 56	15 14	61.460
18 31 04.1	6 34.5	+23 12	15 45	1 11.0	+ 6 43	15 03	62.220

Földi 21-én 16h31--kor a nyár kezdete(KözEI)

1986. JÚLIUS

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	K		182	612.5	3 51	11 48	19 45	0 10	14 35	
2	Sz		183	613.5	3 51	11 48	19 45	0 27	15 44	
3	Cs		184	614.5	3 52	11 48	19 45	0 49	16 51	
4	P		185	615.5	3 52	11 49	19 45	1 15	17 58	
5	Szo		186	616.5	3 53	11 49	19 44	1 50	18 58	
6	V		187	617.5	3 54	11 49	19 44	2 33	19 50	
7	H	27	188	618.5	3 55	11 49	19 44	3 27	20 33	05 56 0
8	K		189	619.5	3 55	11 49	19 43	4 31	21 06	
9	Sz		190	620.5	3 56	11 49	19 43	5 40	21 32	
10	Cs		191	621.5	3 57	11 50	19 42	6 53	21 54	
11	P		192	622.5	3 58	11 50	19 41	8 05	22 12	
12	Szo		193	623.5	3 59	11 50	19 41	9 18	22 28	
13	V		194	624.5	4 00	11 50	19 40	10 31	22 44	
14	H	28	195	625.5	4 01	11 50	19 39	11 46	23 00	21 41 D
15	K		196	626.5	4 02	11 50	19 39	13 04	23 20	
16	Sz		197	627.5	4 03	11 50	19 38	14 26	23 45	
17	Cs		198	628.5	4 04	11 50	19 37	15 52	-- --	
18	P		199	629.5	4 05	11 50	19 36	17 16	0 17	
19	Szo		200	630.5	4 06	11 51	19 35	18 31	1 02	
20	V		201	631.5	4 07	11 51	19 34	19 31	2 04	
21	H	29	202	632.5	4 08	11 51	19 33	20 15	3 21	11 41 D
22	K		203	633.5	4 09	11 51	19 32	20 46	4 46	
23	Sz		204	634.5	4 10	11 51	19 31	21 09	6 12	
24	Cs		205	635.5	4 11	11 51	19 30	21 28	7 33	
25	P		206	636.5	4 13	11 51	19 29	21 44	8 50	
26	Szo		207	637.5	4 14	11 51	19 28	21 59	10 03	
27	V		208	638.5	4 15	11 51	19 27	22 15	11 13	
28	H	30	209	639.5	4 16	11 51	19 25	22 32	12 23	16 35 C
29	K		210	640.5	4 17	11 51	19 24	22 52	13 32	
30	Sz		211	641.5	4 19	11 51	19 23	23 16	14 40	
31	Cs		212	642.5	4 20	11 51	19 22	23 48	15 48	

Hold: 4-én 8<sup>n</sup>-kor földtávolban  
 19-én 20<sup>n</sup>-kor földközélszélben  
 31-én 21<sup>n</sup>-kor földtávolban



1986. JÚLIUS

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Csillagidő (λ=0 <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látszó sugár	RA	D	látszó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "	° ' "	földszug.
18 35 00.7	6 38.7	+23 09	15 45	1 55.2	+12 00	14 55	62.020
18 38 57.2	6 42.0	+23 05	15 45	2 40.4	+17 02	14 48	63.269
18 42 53.0	6 46.9	+23 00	15 45	3 27.4	+21 14	14 44	63.544
18 46 50.3	6 51.1	+22 55	15 45	4 16.7	+24 34	14 43	63.664
18 50 46.9	6 55.2	+22 50	15 45	5 08.2	+26 51	14 43	63.644
18 54 43.5	6 59.3	+22 45	15 45	6 01.5	+27 56	14 45	63.502
18 58 40.0	7 03.4	+22 39	15 45	6 55.6	+27 42	14 48	63.256
19 02 36.6	7 07.5	+22 32	15 45	7 49.3	+26 09	14 53	62.922
19 06 33.1	7 11.6	+22 25	15 45	8 41.7	+23 22	14 59	62.509
19 10 29.7	7 15.7	+22 18	15 45	9 32.1	+19 29	15 06	62.027
19 14 26.2	7 19.0	+22 11	15 45	10 20.7	+14 41	15 14	61.479
19 18 22.8	7 23.9	+22 03	15 45	11 07.8	+ 9 12	15 23	60.860
19 22 19.3	7 27.9	+21 54	15 45	11 54.4	+ 3 13	15 34	60.203
19 26 15.9	7 32.0	+21 46	15 46	12 41.4	- 3 02	15 45	59.497
19 30 12.5	7 36.1	+21 36	15 46	13 30.0	- 9 18	15 56	58.777
19 34 09.0	7 40.1	+21 27	15 46	14 21.7	-15 16	16 00	58.000
19 38 05.6	7 44.1	+21 17	15 46	15 17.5	-20 34	16 10	57.457
19 42 02.1	7 48.2	+21 07	15 46	16 18.1	-24 45	16 27	56.963
19 45 58.7	7 52.2	+20 56	15 46	17 23.1	-27 21	16 32	56.656
19 49 55.2	7 56.2	+20 46	15 46	18 30.6	-28 01	16 33	56.500
19 53 51.8	8 00.2	+20 34	15 46	19 37.5	-26 37	16 30	56.757
19 57 48.4	8 04.2	+20 23	15 46	20 41.2	-23 22	16 23	57.106
20 01 44.9	8 08.2	+20 11	15 46	21 40.1	-18 43	16 12	57.035
20 05 41.5	8 12.1	+19 59	15 46	22 34.1	-13 08	15 58	58.649
20 09 38.0	8 16.1	+19 46	15 46	23 23.9	- 7 05	15 44	59.550
20 13 34.6	8 20.0	+19 33	15 46	0 10.9	- 0 55	15 29	60.400
20 17 31.1	8 24.0	+19 20	15 46	0 56.3	+ 5 06	15 16	61.360
20 21 27.7	8 27.9	+19 06	15 47	1 41.2	+10 46	15 04	62.140
20 25 24.2	8 31.0	+18 52	15 47	2 26.6	+15 53	14 56	62.760
20 29 20.0	8 35.0	+18 38	15 47	3 13.5	+20 20	14 49	63.201
20 33 17.4	8 39.7	+18 24	15 47	4 02.4	+23 55	14 46	63.455

Földi 5-én 10<sup>n</sup>-kor naptávolban(KözEI)

1986. AUGUSZTUS

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446 _	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	P		213	643.5	4 21	11 51	19 20	-- --	16 51	
2	Szo		214	644.5	4 22	11 51	19 19	0 20	17 46	
3	V		215	645.5	4 24	11 51	19 17	1 19	18 32	
4	H	31	216	646.5	4 25	11 50	19 16	2 21	19 08	
5	K		217	647.5	4 26	11 50	19 15	3 29	19 37	19 36 0
6	Sz		218	648.5	4 27	11 50	19 13	4 41	19 59	
7	Cs		219	649.5	4 29	11 50	19 12	5 55	20 18	
8	P		220	650.5	4 30	11 50	19 10	7 08	20 35	
9	Szo		221	651.5	4 31	11 50	19 08	8 22	20 51	
10	V		222	652.5	4 33	11 50	19 07	9 36	21 07	
11	H	32	223	653.5	4 34	11 50	19 05	10 53	21 24	
12	K		224	654.5	4 35	11 49	19 04	12 13	21 47	
13	Sz		225	655.5	4 37	11 49	19 02	13 35	22 15	03 22 D
14	Cs		226	656.5	4 38	11 49	19 00	14 59	22 54	
15	P		227	657.5	4 39	11 49	18 59	16 15	23 48	
16	Szo		228	658.5	4 41	11 49	18 57	17 19	-- --	
17	V		229	659.5	4 42	11 49	18 55	18 09	0 57	
18	H	33	230	660.5	4 43	11 48	18 53	18 44	2 18	
19	K		231	661.5	4 45	11 48	18 52	19 10	3 43	19 55 0
20	Sz		232	662.5	4 46	11 48	18 50	19 31	5 07	
21	Cs		233	663.5	4 47	11 48	18 48	19 48	6 25	
22	P		234	664.5	4 49	11 47	18 46	20 04	7 41	
23	Szo		235	665.5	4 50	11 47	18 44	20 19	8 54	
24	V		236	666.5	4 51	11 47	18 42	20 35	10 06	
25	H	34	237	667.5	4 53	11 47	18 41	20 54	11 16	
26	K		238	668.5	4 54	11 46	18 39	21 16	12 26	
27	Sz		239	669.5	4 55	11 46	18 37	21 45	13 35	09 39 C
28	Cs		240	670.5	4 57	11 46	18 35	22 22	14 40	
29	P		241	671.5	4 58	11 45	18 33	23 09	15 39	
30	Szo		242	672.5	4 59	11 45	18 31	-- --	16 28	
31	V		243	673.5	5 01	11 45	18 29	0 07	17 08	

Hold: 16-án 17<sup>h</sup>-kor földközélpben  
28-án 15<sup>h</sup>-kor földtávolban

## 1986. AUGUSZTUS

8<sup>n</sup> világtidőkor

Csillagidő ( $\lambda - \theta^h - n \Delta t$ )	A NAP			A HOLD			távolság földszug.
	RA	D	látszó sugár	RA	D	látszó sugár	
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "	° ' "	
20 37 13.9	8 43.6	+18 09	15 47	4 53.4	+26 29	14 45	63.524
20 41 10.5	8 47.4	+17 54	15 47	5 46.4	+27 53	14 46	63.425
20 45 07.0	8 51.3	+17 38	15 47	6 40.4	+27 59	14 50	63.181
20 49 03.6	8 55.2	+17 23	15 47	7 34.6	+26 44	14 55	62.823
20 53 00.1	8 59.0	+17 07	15 47	8 27.7	+24 13	15 01	62.381
20 56 56.7	9 02.9	+16 51	15 48	9 19.1	+20 31	15 00	61.003
21 00 53.3	9 06.7	+16 34	15 48	10 08.7	+15 58	15 16	61.356
21 04 49.0	9 10.5	+16 17	15 48	10 56.5	+10 24	15 24	60.817
21 08 46.4	9 14.3	+16 00	15 48	11 43.5	+ 4 26	15 32	60.279
21 12 42.9	9 18.1	+15 43	15 48	12 30.4	- 1 58	15 41	59.748
21 16 39.5	9 21.9	+15 25	15 48	13 18.4	- 8 06	15 49	59.232
21 20 36.0	9 25.7	+15 08	15 48	14 08.6	-14 07	15 57	58.738
21 24 32.6	9 29.5	+14 50	15 49	15 02.3	-19 31	16 04	58.280
21 28 29.1	9 33.3	+14 31	15 49	16 00.1	-23 55	16 11	57.800
21 32 25.7	9 37.0	+14 13	15 49	17 02.1	-26 55	16 16	57.568
21 36 22.3	9 40.8	+13 54	15 49	18 07.2	-28 10	16 19	57.379
21 40 18.0	9 44.5	+13 35	15 49	19 12.9	-27 20	16 20	57.346
21 44 15.4	9 48.2	+13 16	15 49	20 16.7	-24 53	16 18	57.495
21 48 11.9	9 52.0	+12 57	15 50	21 16.7	-20 44	16 12	57.835
21 52 08.5	9 55.7	+12 37	15 50	22 12.3	-15 27	16 03	58.357
21 56 05.0	9 59.4	+12 17	15 50	23 03.9	- 9 20	15 52	59.030
22 00 01.6	10 03.1	+11 57	15 50	23 52.4	- 3 12	15 40	59.806
22 03 58.2	10 06.8	+11 37	15 50	0 30.9	+ 3 02	15 27	60.625
22 07 54.7	10 10.4	+11 17	15 51	1 24.6	+ 8 59	15 15	61.424
22 11 51.3	10 14.1	+10 56	15 51	2 10.6	+14 25	15 04	62.141
22 15 47.8	10 17.8	+10 36	15 51	2 57.6	+19 11	14 56	62.727
22 19 44.4	10 21.4	+10 15	15 51	3 46.2	+23 06	14 50	63.142
22 23 40.9	10 25.1	+ 9 54	15 51	4 36.9	+26 01	14 47	63.364
22 27 37.5	10 28.7	+ 9 33	15 52	5 29.4	+27 46	14 47	63.386
22 31 34.0	10 32.4	+ 9 11	15 52	6 23.2	+28 16	14 49	63.216
22 35 30.6	10 36.0	+ 8 50	15 52	7 17.4	+27 25	14 54	62.876

## 1986. SZEPTEMBER

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446 -	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h a	h a	h a	h a	h a	h a
1	H	35	244	674.5	5 02	11 45	18 27	1 13	17 39	
2	K		245	675.5	5 03	11 44	18 25	2 25	18 04	
3	Sz		246	676.5	5 05	11 44	18 23	3 39	18 23	
4	Cs		247	677.5	5 06	11 44	18 21	4 54	18 41	08 11 0
5	P		248	678.5	5 07	11 43	18 19	6 08	18 57	
6	Szo		249	679.5	5 09	11 43	18 17	7 24	19 13	
7	V		250	680.5	5 10	11 43	18 15	8 41	19 30	
8	H	36	251	681.5	5 11	11 42	18 13	10 01	19 51	
9	K		252	682.5	5 13	11 42	18 11	11 24	20 17	
10	Sz		253	683.5	5 14	11 42	18 09	12 47	20 52	
11	Cs		254	684.5	5 15	11 41	18 07	14 06	21 40	08 42 D
12	P		255	685.5	5 17	11 41	18 05	15 13	22 43	
13	Szo		256	686.5	5 18	11 41	18 03	16 06	23 59	
14	V		257	687.5	5 19	11 40	18 01	16 44	-- --	
15	H	37	258	688.5	5 21	11 40	17 59	17 13	1 20	
16	K		259	689.5	5 22	11 39	17 57	17 34	2 44	
17	Sz		260	690.5	5 23	11 39	17 55	17 52	4 03	
18	Cs		261	691.5	5 25	11 39	17 53	18 08	5 20	06 35 D
19	P		262	692.5	5 26	11 38	17 51	18 23	6 34	
20	Szo		263	693.5	5 27	11 38	17 49	18 39	7 46	
21	V		264	694.5	5 29	11 38	17 47	18 57	8 58	
22	H	38	265	695.5	5 30	11 37	17 45	19 17	10 09	
23	K		266	696.5	5 31	11 37	17 43	19 44	11 20	
24	Sz		267	697.5	5 33	11 37	17 40	20 16	12 27	
25	Cs		268	698.5	5 34	11 36	17 38	21 00	13 29	
26	P		269	699.5	5 35	11 36	17 36	21 53	14 23	04 18 C
27	Szo		270	700.5	5 37	11 36	17 34	22 56	15 06	
28	V		271	701.5	5 38	11 35	17 32	-- --	15 39	
29	H	39	272	702.5	5 39	11 35	17 30	0 05	16 06	
30	K		273	703.5	5 41	11 35	17 28	1 18	16 27	

Hold: 12-én 0<sup>h</sup>-kor földközélpben  
25-én 10<sup>h</sup>-kor földtávolban

1986. SZEPTEMBER

0 <sup>h</sup> világidőkor							
Csillagidő (λ-0 <sup>h</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "	° ' "	földug.
22 39 27.2	10 39.7	+ 0 20	15 52	0 18.9	+25 15	15 01	62.398
22 43 23.7	10 43.3	+ 8 06	15 53	9 03.1	+21 52	15 09	61.025
22 47 20.3	10 46.9	+ 7 45	15 53	9 53.5	+17 24	15 18	61.200
22 51 16.0	10 50.5	+ 7 23	15 53	10 42.3	+12 04	15 28	60.569
22 55 13.4	10 54.1	+ 7 00	15 53	11 30.2	+ 6 05	15 37	59.969
22 59 09.9	10 57.0	+ 6 38	15 53	12 17.8	- 0 16	15 46	59.431
23 03 06.5	11 01.4	+ 6 16	15 54	13 06.2	- 6 42	15 53	58.975
23 07 03.1	11 05.0	+ 5 53	15 54	13 56.5	-12 55	15 59	58.607
23 10 59.6	11 08.6	+ 5 31	15 54	14 49.7	-18 33	16 04	58.328
23 14 56.2	11 12.2	+ 5 08	15 54	15 46.6	-23 13	16 07	58.132
23 18 52.7	11 15.0	+ 4 45	15 55	16 47.2	-26 33	16 09	58.014
23 22 49.3	11 19.3	+ 4 23	15 55	17 50.7	-28 12	16 09	57.974
23 26 45.8	11 22.9	+ 3 60	15 55	18 55.0	-27 60	16 09	58.015
23 30 42.4	11 26.5	+ 3 37	15 55	19 57.9	-25 50	16 07	58.148
23 34 38.9	11 30.1	+ 3 14	15 56	20 57.6	-22 28	16 03	58.383
23 38 35.5	11 33.7	+ 2 51	15 56	21 53.4	-17 27	15 57	58.730
23 42 32.1	11 37.3	+ 2 27	15 56	22 45.3	-11 44	15 50	59.108
23 46 28.6	11 40.9	+ 2 04	15 56	23 34.3	- 5 33	15 41	59.746
23 50 25.2	11 44.5	+ 1 41	15 57	0 21.3	+ 0 45	15 31	60.300
23 54 21.7	11 48.0	+ 1 18	15 57	1 07.4	+ 6 53	15 21	61.054
23 58 18.3	11 51.6	+ 0 54	15 57	1 53.5	+12 36	15 11	61.721
0 02 14.0	11 55.2	+ 0 31	15 58	2 40.5	+17 42	15 02	62.332
0 06 11.4	11 58.0	+ 0 08	15 58	3 29.0	+21 59	14 54	62.030
0 10 08.0	12 02.4	- 0 16	15 58	4 19.4	+25 10	14 49	63.190
0 14 04.5	12 06.0	- 0 39	15 58	5 11.6	+27 28	14 47	63.370
0 18 01.1	12 09.6	- 1 02	15 59	6 05.0	+28 23	14 47	63.360
0 21 57.6	12 13.2	- 1 26	15 59	6 58.9	+27 59	14 50	63.140
0 25 54.2	12 16.0	- 1 49	15 59	7 52.4	+26 17	14 56	62.727
0 29 50.7	12 20.4	- 2 12	15 59	8 44.6	+23 19	15 04	62.150
0 33 47.3	12 24.0	- 2 36	15 60	9 35.3	+19 13	15 15	61.450

Földi: 23-án 0<sup>h</sup> 0<sup>h</sup>-kor az ősz kezdete(KözEI)

## 1986. OKTÓBER

♁ világitdők							
Csillagidő ( $\lambda = \theta^h - \alpha_1$ )	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látászó sugár	RA	D	látászó sugár	távolság
h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "	' "	földszög
0 37 43.8	12 27.6	- 2 59	15 60	10 24.5	+14 10	15 26	60.600
0 41 40.4	12 31.2	- 3 22	16 00	11 12.0	+ 8 21	15 38	59.098
0 45 37.0	12 34.9	- 3 46	16 01	12 00.9	+ 2 01	15 50	59.166
0 49 33.5	12 38.5	- 4 09	16 01	12 49.7	- 4 34	16 00	58.536
0 53 30.1	12 42.1	- 4 32	16 01	13 40.4	-11 03	16 00	58.051
1 07 26.6	12 45.8	- 4 55	16 01	14 34.0	-17 04	16 13	57.732
1 01 23.2	12 49.4	- 5 18	16 02	15 31.2	-22 11	16 16	57.586
1 05 19.7	12 53.1	- 5 41	16 02	16 32.2	-25 59	16 16	57.598
1 09 16.3	12 56.7	- 6 04	16 02	17 36.0	-20 05	16 13	57.744
1 13 12.9	13 00.4	- 6 27	16 02	18 40.7	-28 10	16 09	57.995
1 17 09.4	13 04.1	- 6 50	16 03	19 43.8	-26 40	16 04	58.324
1 21 06.0	13 07.8	- 7 12	16 03	20 43.6	-23 24	15 57	58.700
1 25 02.5	13 11.5	- 7 35	16 03	21 39.3	-18 52	15 50	59.134
1 28 59.1	13 15.2	- 7 57	16 04	22 31.1	-13 27	15 43	59.595
1 32 55.6	13 18.9	- 8 19	16 04	23 19.7	- 7 20	15 35	60.000
1 36 52.2	13 22.6	- 8 42	16 04	0 06.4	- 1 17	15 27	60.610
1 40 48.7	13 26.3	- 9 04	16 04	0 52.1	+ 4 52	15 19	61.151
1 44 45.3	13 30.1	- 9 26	16 05	1 37.7	+10 44	15 11	61.697
1 48 41.9	13 33.8	- 9 48	16 05	2 24.3	+16 04	15 03	62.225
1 52 38.4	13 37.6	-10 09	16 05	3 12.4	+20 40	14 56	62.705
1 56 35.0	13 41.3	-10 31	16 06	4 02.4	+24 20	14 51	63.102
2 00 31.5	13 45.1	-10 52	16 06	4 54.2	+26 54	14 47	63.300
2 04 28.1	13 48.9	-11 13	16 06	5 47.4	+20 15	14 45	63.507
2 08 24.6	13 52.7	-11 34	16 06	6 41.1	+20 17	14 46	63.457
2 12 21.2	13 56.5	-11 55	16 07	7 34.3	+27 01	14 49	63.214
2 16 17.8	14 00.3	-12 16	16 07	8 26.3	+24 30	14 55	62.776
2 20 14.3	14 04.2	-12 36	16 07	9 16.7	+20 52	15 04	62.154
2 24 10.9	14 08.0	-12 57	16 07	10 05.6	+16 14	15 16	61.300
2 28 07.4	14 11.9	-13 17	16 08	10 53.4	+10 47	15 29	60.501
2 32 04.0	14 15.8	-13 37	16 08	11 40.9	+ 4 42	15 43	59.570
2 36 00.5	14 19.7	-13 56	16 08	12 29.1	- 1 40	15 58	58.605

1986. OKTÓBER

Dátum	A hét napjai	Ev hányadik hete	Ev hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Sz		274	704.5	5 42	11 34	17 26	2 32	16 46	
2	Cs		275	705.5	5 44	11 34	17 24	3 47	17 02	
3	P		276	706.5	5 45	11 34	17 22	5 04	17 18	19 55 0
4	Szo		277	707.5	5 46	11 33	17 20	6 22	17 35	
5	V		278	708.5	5 48	11 33	17 18	7 43	17 55	
6	H	40	279	709.5	5 49	11 33	17 16	9 08	18 19	
7	K		280	710.5	5 51	11 32	17 14	10 33	18 51	
8	Sz		281	711.5	5 52	11 32	17 12	11 55	19 36	
9	Cs		282	712.5	5 53	11 32	17 10	13 08	20 34	
10	P		283	713.5	5 55	11 32	17 08	14 05	21 46	14 30 0
11	Szo		284	714.5	5 56	11 31	17 06	14 47	23 07	
12	V		285	715.5	5 58	11 31	17 04	15 17	-- --	
13	H	41	286	716.5	5 59	11 31	17 02	15 40	0 28	
14	K		287	717.5	6 00	11 31	17 01	15 59	1 47	
15	Sz		288	718.5	6 02	11 30	16 59	16 15	3 03	
16	Cs		289	719.5	6 03	11 30	16 57	16 30	4 16	
17	P		290	720.5	6 05	11 30	16 55	16 45	5 29	20 23 0
18	Szo		291	721.5	6 06	11 30	16 53	17 01	6 40	
19	V		292	722.5	6 08	11 29	16 51	17 20	7 52	
20	H	42	293	723.5	6 09	11 29	16 49	17 45	9 03	
21	K		294	724.5	6 11	11 29	16 48	18 15	10 12	
22	Sz		295	725.5	6 12	11 29	16 46	18 53	11 18	
23	Cs		296	726.5	6 14	11 29	16 44	19 42	12 14	
24	P		297	727.5	6 15	11 29	16 42	20 41	13 02	
25	Szo		298	728.5	6 16	11 28	16 40	21 46	13 38	23 27 C
26	V		299	729.5	6 18	11 28	16 39	22 57	14 08	
27	H	43	300	730.5	6 19	11 28	16 37	-- --	14 30	
28	K		301	731.5	6 21	11 28	16 35	0 09	14 50	
29	Sz		302	732.5	6 22	11 28	16 34	1 23	15 06	
30	Cs		303	733.5	6 24	11 28	16 32	2 38	15 22	
31	P		304	734.5	6 25	11 28	16 30	3 55	15 38	

Hold: 7-én 10<sup>n</sup>-kor földközéleben  
23-án 6<sup>n</sup>-kor földtávolban

## 1986. NOVEMBER

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Csillagidő ( $\lambda=0^h$ -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látszó sugár	RA	D	látszó sugár	távolság
	h m s	h m	° ′	° ′	h m	° ′	° ′
2 39 57.1	14 23.6	-14 16	16 08	13 19.2	- 8 24	16 11	57.896
2 43 53.6	14 27.5	-14 35	16 09	14 12.3	-14 45	16 21	57.278
2 47 50.2	14 31.4	-14 54	16 09	15 09.4	-20 23	16 28	56.880
2 51 46.8	14 35.4	-15 13	16 09	16 10.9	-24 49	16 31	56.729
2 55 43.3	14 39.3	-15 31	16 09	17 16.0	-27 35	16 29	56.822
2 59 39.9	14 43.3	-15 50	16 10	18 22.7	-28 23	16 24	57.129
3 03 36.4	14 47.3	-16 08	16 10	19 28.1	-27 12	16 16	57.605
3 07 33.0	14 51.3	-16 25	16 10	20 29.9	-24 15	16 06	58.195
3 11 29.5	14 55.3	-16 43	16 10	21 27.0	-19 56	15 55	58.845
3 15 26.1	14 59.3	-16 60	16 11	22 19.5	-14 41	15 44	59.513
3 19 22.7	15 03.3	-17 17	16 11	23 08.5	- 8 52	15 34	60.166
3 23 19.2	15 07.4	-17 33	16 11	23 54.9	- 2 47	15 25	60.785
3 27 15.8	15 11.5	-17 50	16 11	0 40.0	+ 3 18	15 16	61.360
3 31 12.3	15 15.5	-18 06	16 12	1 25.0	+ 9 10	15 08	61.888
3 35 08.9	15 19.6	-18 21	16 12	2 10.7	+14 35	15 01	62.365
3 39 05.4	15 23.7	-18 37	16 12	2 58.0	+19 22	14 55	62.788
3 43 02.0	15 27.9	-18 52	16 12	3 47.3	+23 18	14 50	63.145
3 46 58.6	15 32.0	-19 06	16 12	4 38.6	+26 12	14 46	63.423
3 50 55.1	15 36.2	-19 20	16 13	5 31.5	+27 54	14 44	63.602
3 54 51.7	15 40.3	-19 34	16 13	6 25.1	+28 19	14 43	63.659
3 58 48.2	15 44.5	-19 48	16 13	7 18.4	+27 25	14 44	63.573
4 02 44.8	15 48.7	-20 01	16 13	8 10.4	+25 17	14 48	63.324
4 06 41.3	15 52.9	-20 14	16 13	9 00.6	+22 01	14 53	62.901
4 10 37.9	15 57.1	-20 27	16 14	9 49.0	+17 47	15 02	62.302
4 14 34.4	16 01.3	-20 39	16 14	10 35.9	+12 43	15 13	61.540
4 18 31.0	16 05.6	-20 51	16 14	11 22.2	+ 7 01	15 27	60.646
4 22 27.6	16 09.8	-21 02	16 14	12 08.7	+ 0 50	15 42	59.669
4 26 24.1	16 14.1	-21 13	16 14	12 56.7	- 5 36	15 58	58.676
4 30 20.7	16 18.4	-21 24	16 14	13 47.6	-11 59	16 13	57.746
4 34 17.2	16 22.7	-21 34	16 15	14 42.6	-17 57	16 27	56.964



1986. NOVEMBER

Dátum	A hét napja	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>n</sup> UT) 2446 -	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Szo		305	735.5	6 27	11 28	16 29	5 15	15 57	
2	V		306	736.5	6 28	11 28	16 27	6 40	16 20	07 03 0
3	H	44	307	737.5	6 30	11 28	16 26	8 07	16 49	
4	K		308	738.5	6 32	11 28	16 24	9 35	17 29	
5	Sz		309	739.5	6 33	11 28	16 23	10 55	18 23	
6	Cs		310	740.5	6 35	11 28	16 21	12 00	19 34	
7	P		311	741.5	6 36	11 28	16 20	12 47	20 54	
8	Szo		312	742.5	6 38	11 28	16 19	13 21	22 17	22 12 D
9	V		313	743.5	6 39	11 28	16 17	13 46	23 37	
10	H	45	314	744.5	6 41	11 28	16 16	14 06	-- --	
11	K		315	745.5	6 42	11 28	16 15	14 22	0 53	
12	Sz		316	746.5	6 44	11 28	16 13	14 37	2 06	
13	Cs		317	747.5	6 45	11 29	16 12	14 52	3 17	
14	P		318	748.5	6 47	11 29	16 11	15 08	4 27	
15	Szo		319	749.5	6 48	11 29	16 10	15 25	5 38	
16	V		320	750.5	6 50	11 29	16 08	15 47	6 49	13 13 0
17	H	46	321	751.5	6 51	11 29	16 07	16 15	7 59	
18	K		322	752.5	6 52	11 29	16 06	16 51	9 06	
19	Sz		323	753.5	6 54	11 30	16 05	17 36	10 07	
20	Cs		324	754.5	6 55	11 30	16 04	18 31	10 57	
21	P		325	755.5	6 57	11 30	16 03	19 34	11 38	
22	Szo		326	756.5	6 58	11 30	16 02	20 42	12 08	
23	V		327	757.5	7 00	11 31	16 01	21 53	12 33	
24	H	47	328	758.5	7 01	11 31	16 01	23 04	12 53	17 51 C
25	K		329	759.5	7 02	11 31	16 00	-- --	13 10	
26	Sz		330	760.5	7 04	11 31	15 59	0 15	13 26	
27	Cs		331	761.5	7 05	11 32	15 58	1 29	13 42	
28	P		332	762.5	7 06	11 32	15 58	2 45	13 59	
29	Szo		333	763.5	7 08	11 32	15 57	4 06	14 18	
30	V		334	764.5	7 09	11 33	15 57	5 32	14 44	

Hold: 4-én 2<sup>n</sup>-kor földközélen  
19-én 22<sup>n</sup>-kor földtávolban

## 1986. DECEMBER

B <sup>n</sup> világitókor							
Csillagidő (λ=B <sup>n</sup> -nál)	A NAP			A HOLD			
	RA	D	látszó sugár	RA	D	látszó sugár	távolság
h m s	h m .	° ' "	' " "	h m	° ' "	' " "	földszug.
4 30 13.8	16 27.8	-21 43	16 15	15 42.6	-22 59	16 36	56.483
4 42 18.3	16 31.3	-21 53	16 15	16 47.5	-26 34	16 41	56.120
4 46 06.9	16 35.6	-22 02	16 15	17 55.7	-20 13	16 41	56.137
4 50 03.4	16 40.8	-22 10	16 15	19 04.2	-27 44	16 36	56.443
4 54 00.8	16 44.3	-22 18	16 15	20 09.7	-25 15	16 26	56.997
4 57 56.6	16 48.7	-22 26	16 16	21 10.3	-21 11	16 13	57.732
5 01 53.1	16 53.1	-22 33	16 16	22 05.6	-15 40	15 59	58.575
5 05 49.7	16 57.4	-22 40	16 16	22 56.4	-10 18	15 45	59.453
5 09 46.2	17 01.8	-22 46	16 16	23 43.9	- 4 04	15 32	60.308
5 13 42.8	17 06.2	-22 52	16 16	8 29.4	+ 2 03	15 20	61.095
5 17 39.3	17 10.6	-22 57	16 16	1 14.2	+ 7 56	15 10	61.700
5 21 35.9	17 15.0	-23 02	16 16	1 59.4	+13 25	15 01	62.373
5 25 32.5	17 19.4	-23 07	16 16	2 45.9	+10 19	14 54	62.850
5 29 29.0	17 23.8	-23 11	16 16	3 34.3	+22 25	14 49	63.220
5 33 25.6	17 28.2	-23 15	16 17	4 24.8	+25 33	14 45	63.489
5 37 22.1	17 32.7	-23 18	16 17	5 17.3	+27 32	14 43	63.659
5 41 18.7	17 37.1	-23 20	16 17	6 10.8	+28 15	14 42	63.731
5 45 15.2	17 41.5	-23 23	16 17	7 04.3	+27 39	14 42	63.780
5 49 11.0	17 45.9	-23 24	16 17	7 56.8	+25 48	14 44	63.557
5 53 08.3	17 50.4	-23 25	16 17	8 47.3	+22 40	14 40	63.292
5 57 04.9	17 54.8	-23 26	16 17	9 35.8	+18 49	14 54	62.894
6 01 01.5	17 59.3	-23 27	16 17	10 22.4	+14 01	15 01	62.356
6 04 58.0	18 03.7	-23 26	16 17	11 07.7	+ 8 35	15 11	61.677
6 08 54.6	18 08.1	-23 26	16 17	11 52.0	+ 2 42	15 23	60.070
6 12 51.1	18 12.6	-23 25	16 17	12 38.7	- 3 20	15 37	59.964
6 16 47.7	18 17.0	-23 23	16 17	13 26.7	- 9 41	15 53	59.004
6 20 44.2	18 21.5	-23 21	16 17	14 18.2	-15 39	16 00	58.056
6 24 40.8	18 25.9	-23 19	16 17	15 14.5	-20 58	16 23	57.196
6 28 37.4	18 30.3	-23 16	16 17	16 16.2	-25 10	16 35	56.500
6 32 33.9	18 34.8	-23 12	16 17	17 22.8	-27 42	16 42	56.063
6 36 30.5	18 39.2	-23 08	16 18	18 32.1	-20 11	16 45	55.915

Földi: 22-én 4<sup>n</sup> 3<sup>n</sup>-kor a tél kezdete (KözEI)

## 1986. DECEMBER

Dátum	A hét napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Julián dátum (0 <sup>h</sup> UT) 2446 -	Közép-európai zónaidőben Budapesten					
					A NAP			A HOLD		
					kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	fázisai
					h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	H	48	335	765.5	7 10	11 33	15 56	7 01	15 18	17 44 0
2	K		336	766.5	7 11	11 33	15 56	8 28	16 07	
3	Sz		337	767.5	7 13	11 34	15 55	9 43	17 13	
4	Cs		338	768.5	7 14	11 34	15 55	10 40	18 33	
5	P		339	769.5	7 15	11 35	15 54	11 20	19 59	
6	Szo		340	770.5	7 16	11 35	15 54	11 49	21 22	
7	V		341	771.5	7 17	11 35	15 54	12 11	22 42	
8	H	49	342	772.5	7 18	11 36	15 54	12 29	23 57	09 03 D
9	K		343	773.5	7 19	11 36	15 53	12 44	-- --	
10	Sz		344	774.5	7 20	11 37	15 53	12 59	1 08	
11	Cs		345	775.5	7 21	11 37	15 53	13 14	2 19	
12	P		346	776.5	7 22	11 38	15 53	13 31	3 28	
13	Szo		347	777.5	7 23	11 38	15 53	13 52	4 38	
14	V		348	778.5	7 24	11 39	15 53	14 17	5 49	
15	H	50	349	779.5	7 25	11 39	15 54	14 50	6 56	
16	K		350	780.5	7 26	11 40	15 54	15 32	7 59	08 06 D
17	Sz		351	781.5	7 26	11 40	15 54	16 24	8 53	
18	Cs		352	782.5	7 27	11 41	15 54	17 26	9 36	
19	P		353	783.5	7 28	11 41	15 55	18 32	10 10	
20	Szo		354	784.5	7 28	11 42	15 55	19 42	10 37	
21	V		355	785.5	7 29	11 42	15 55	20 51	10 57	
22	H	51	356	786.5	7 29	11 43	15 56	22 01	11 15	
23	K		357	787.5	7 30	11 43	15 56	23 12	11 31	
24	Sz		358	788.5	7 30	11 44	15 57	-- --	11 46	10 18 C
25	Cs		359	789.5	7 31	11 44	15 57	0 24	12 01	
26	P		360	790.5	7 31	11 45	15 58	1 40	12 19	
27	Szo		361	791.5	7 31	11 45	15 59	3 00	12 40	
28	V		362	792.5	7 32	11 46	16 00	4 26	13 09	
29	H	52	363	793.5	7 32	11 46	16 00	5 53	13 50	
30	K		364	794.5	7 32	11 47	16 01	7 15	14 47	
31	Sz		365	795.5	7 32	11 47	16 02	8 22	16 01	04 11 0

Hold: 2-án 11<sup>h</sup>-kor földközéleben  
17-én 5<sup>h</sup>-kor földtávolban  
30-án 23<sup>h</sup>-kor földközéleben

II. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái

0 <sup>n</sup> világidőkor							
Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>
	°	'	''		°	'	''
I. 1	+ 2.2	-3.0	173.5	VII. 5	- 1.0	+3.3	251.0
6	- 0.3	-3.6	107.6	10	+ 1.3	+3.8	185.6
11	- 2.7	-4.1	41.8	15	+ 3.5	+4.3	119.4
16	- 5.0	-4.7	335.9	20	+ 5.7	+4.8	53.3
21	- 7.3	-5.1	270.1	25	+ 7.8	+5.2	347.1
26	- 9.6	-5.6	204.3	30	+ 9.9	+5.6	281.0
31	-11.7	-6.0	138.4	VIII. 4	+11.9	+6.0	214.9
II. 5	-13.7	-6.3	72.6	9	+13.8	+6.3	148.7
10	-15.6	-6.6	6.8	14	+15.6	+6.6	82.6
15	-17.3	-6.8	300.9	19	+17.2	+6.8	16.5
20	-19.0	-7.0	235.1	24	+18.8	+7.0	310.5
25	-20.4	-7.2	169.2	29	+20.2	+7.1	244.4
III. 2	-21.7	-7.2	103.4	IX. 3	+21.5	+7.2	178.4
7	-22.9	-7.3	37.5	8	+22.7	+7.3	112.3
12	-23.9	-7.2	331.6	13	+23.7	+7.2	46.3
17	-24.7	-7.1	265.7	18	+24.5	+7.2	340.3
22	-25.4	-7.0	199.8	23	+25.2	+7.0	274.3
27	-25.9	-6.8	133.9	28	+25.8	+6.9	208.3
IV. 1	-26.2	-6.6	67.9	X. 3	+26.1	+6.6	142.3
6	-26.3	-6.3	2.0	8	+26.3	+6.4	76.4
11	-26.3	-5.9	296.0	13	+26.3	+6.0	10.5
16	-26.0	-5.5	230.0	18	+26.1	+5.7	304.4
21	-25.6	-5.1	163.9	23	+25.7	+5.2	238.5
26	-25.0	-4.7	97.9	28	+25.2	+4.8	172.6
V. 1	-24.2	-4.2	31.8	XI. 2	+24.4	+4.3	106.6
6	-23.3	-3.7	325.7	7	+23.5	+3.8	40.7
11	-22.1	-3.1	259.6	12	+22.3	+3.2	334.8
16	-20.8	-2.6	193.5	17	+21.0	+2.6	268.9
21	-19.3	-2.0	127.3	22	+19.4	+2.0	202.9
26	-17.7	-1.4	61.2	27	+17.7	+1.4	137.0
31	-15.9	-0.8	355.0	XII. 2	+15.8	+0.8	71.1
VI. 5	-14.0	-0.2	288.9	7	+13.8	+0.1	5.3
10	-12.0	+0.4	222.7	12	+11.7	-0.5	299.4
15	- 9.9	+1.0	156.5	17	+ 9.4	-1.2	233.5
20	- 7.8	+1.6	90.3	22	+ 7.1	-1.8	167.6
25	- 5.5	+2.2	24.1	27	+ 4.7	-2.4	101.8
30	- 3.3	+2.8	318.0				

P: A Nap forgási tengelyének helyzetét a napkorong geocentrikus Észak-Dél irányától számítjuk, pozitívnak véve a keleti irányú elhajlást.

### III. Bolygókorongok megvilágítása és a Szaturnusz gyűrűje

Dátum	Merkur		Vénusz		Mars		Szaturnusz	
	K	I	K	I	K	I	a	b
	%	°	%	°	%	°	"	"
I. 1	88	41	100	6	93	31	34.88	14.94
11	94	28	100	3	92	33	35.23	15.15
21	98	16	100	1	91	34	35.65	15.38
31	100	5	100	4	91	36	36.14	15.63
II. 10	97	19	100	7	90	37	36.68	15.89
20	81	51	99	10	90	38	37.20	16.16
III. 2	42	100	99	14	89	39	37.90	16.44
12	6	153	98	17	89	39	38.55	16.72
22	5	155	97	21	88	40	39.19	16.99
IV. 1	25	120	96	24	88	40	39.81	17.23
11	43	98	94	28	89	39	40.39	17.45
21	58	80	92	32	89	39	40.89	17.64
V. 1	72	63	90	36	90	37	41.30	17.77
11	88	41	88	40	91	35	41.60	17.85
21	99	8	86	44	92	32	41.77	17.87
31	92	33	83	49	94	28	41.80	17.84
VI. 10	70	66	80	53	96	23	41.69	17.74
20	50	90	77	57	98	17	41.45	17.60
30	32	111	74	62	99	10	41.09	17.41
VII. 10	15	134	70	66	100	4	40.63	17.19
20	2	163	66	71	99	10	40.09	16.95
30	6	152	62	76	98	18	39.50	16.71
VIII. 9	31	112	58	81	95	25	38.87	16.46
19	69	68	53	87	93	31	38.23	16.22
29	95	25	48	93	91	35	37.59	16.00
IX. 8	100	7	42	99	89	39	36.98	15.79
18	96	24	36	107	88	41	36.41	15.61
28	89	38	28	116	87	43	35.89	15.46
X. 8	81	51	20	127	86	44	35.42	15.33
18	69	67	11	142	85	45	35.02	15.23
28	48	92	3	160	85	45	34.69	15.16
XI. 7	13	138	0	173	85	45	34.43	15.12
17	6	151	5	155	85	45	34.25	15.10
27	50	90	13	138	86	44	34.15	15.11
XII. 7	79	55	22	124	86	44	34.13	15.15
17	91	34	31	113	87	43	34.19	15.22
27	97	21	38	104	87	42	34.33	15.31

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada  
 I: a bolygó centrumából nézve a Nap és a Föld látszólagos szögtávolsága  
 a és b: a Szaturnusz gyűrűjének látszólagos nagy- és kistengelye

## IV. A szabad szemmel

## Merkur

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	" "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	17 29.1	-22 58	2.62	1.27	-0.3	6 19	10 33	14 47
6	18 00.9	-23 47	2.51	1.33	-0.3	6 36	10 45	14 55
11	18 34.0	-24 06	2.44	1.37	-0.4	6 51	10 59	15 07
16	19 07.9	-23 54	2.38	1.40	-0.5	7 04	11 13	15 22
21	19 42.4	-23 07	2.36	1.42	-0.6	7 14	11 28	15 42
26	20 17.3	-21 44	2.35	1.42	-0.8	7 22	11 43	16 05
31	20 52.4	-19 44	2.37	1.41	-1.0	7 26	11 59	16 31
II. 5	21 27.5	-17 06	2.42	1.38	-1.1	7 28	12 14	17 00
10	22 02.3	-13 52	2.51	1.33	-1.1	7 27	12 29	17 31
15	22 36.2	-10 06	2.65	1.26	-1.1	7 24	12 43	18 02
20	23 07.9	- 6 00	2.89	1.16	-1.0	7 17	12 54	18 32
25	23 34.9	- 1 57	3.24	1.03	-0.6	7 06	13 01	18 56
III. 2	23 53.5	+ 1 22	3.75	0.89	0.0	6 50	12 58	19 07
7	0 00.0	+ 3 15	4.39	0.76	+0.9	9 02	17 49	2 39
12	23 53.7	+ 3 13	5.02	0.67	+2.0	6 01	12 17	18 33
17	23 39.0	+ 1 27	5.44	0.61	+2.9	5 35	11 43	17 51
22	23 24.0	- 1 07	5.48	0.61	+2.2	5 12	11 09	17 06
27	23 15.6	- 3 22	5.23	0.64	+1.6	4 54	10 42	16 29
IV. 1	23 16.0	- 4 41	4.83	0.69	+1.1	4 41	10 23	16 05
6	23 24.2	- 4 58	4.42	0.76	+0.9	4 31	10 12	15 54
11	23 38.6	- 4 18	4.04	0.83	+0.7	4 23	10 07	15 52
16	23 57.5	- 2 52	3.71	0.90	+0.5	4 16	10 07	15 58
21	0 19.9	- 0 46	3.43	0.98	+0.3	4 09	10 10	16 10
26	0 45.2	+ 1 52	3.18	1.05	+0.2	4 03	10 15	16 28
V. 1	1 13.3	+ 4 59	2.98	1.12	-0.1	3 58	10 24	16 50
6	1 44.4	+ 8 27	2.80	1.19	-0.4	3 54	10 36	17 17
11	2 18.9	+12 10	2.67	1.25	-0.8	3 52	10 51	17 50
16	2 57.1	+15 58	2.57	1.30	-1.3	3 52	11 10	18 28
21	3 39.4	+19 33	2.53	1.32	-1.8	3 56	11 33	19 10
26	4 24.7	+22 31	2.55	1.31	-1.7	4 05	11 59	19 52
31	5 10.9	+24 32	2.64	1.27	-1.3	4 19	12 25	20 30
VI. 5	5 55.0	+25 25	2.80	1.19	-0.8	4 38	12 49	21 00
10	6 35.2	+25 17	3.01	1.11	-0.3	4 59	13 09	21 19
15	7 10.2	+24 21	3.29	1.02	+0.1	5 20	13 24	21 27
20	7 39.5	+22 52	3.61	0.93	+0.4	5 39	13 33	21 27
25	8 02.9	+21 04	3.97	0.84	+0.7	5 52	13 36	21 19
30	8 19.9	+19 10	4.39	0.76	+1.0	6 00	13 32	21 05

## látható bolygók adatai

## Merkur

Dátum	0 <sup>n</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
VII. 5	8 29.9	+17 23	4.83	0.69	+1.3	5 59	13 21	20 44
10	8 32.3	+15 56	5.26	0.63	+1.6	5 48	13 03	20 18
15	8 27.0	+15 04	5.61	0.59	+2.1	5 28	12 38	19 48
20	8 15.4	+14 55	5.77	0.58	+2.7	4 57	12 06	19 16
25	8 01.4	+15 28	5.63	0.59	+2.9	4 21	11 33	18 45
30	7 50.7	+16 30	5.22	0.64	+2.2	3 46	11 04	18 22
VIII. 4	7 48.5	+17 42	4.64	0.72	+1.4	3 18	10 43	18 07
9	7 57.3	+18 39	4.03	0.83	+0.6	3 02	10 33	18 03
14	8 17.5	+19 00	3.49	0.96	-0.1	3 01	10 34	18 07
19	8 47.4	+18 23	3.07	1.09	-0.7	3 15	10 45	18 15
24	9 23.6	+16 37	2.77	1.21	-1.1	3 41	11 02	18 23
29	10 02.1	+13 51	2.58	1.29	-1.4	4 13	11 20	18 28
IX. 3	10 39.7	+10 22	2.47	1.35	-1.5	4 48	11 38	18 29
8	11 15.2	+ 6 32	2.42	1.38	-1.3	5 21	11 54	18 27
13	11 48.3	+ 2 34	2.40	1.39	-0.9	5 52	12 07	18 22
18	12 19.4	- 1 20	2.42	1.38	-0.6	6 20	12 18	18 16
23	12 48.8	- 5 06	2.46	1.36	-0.4	6 46	12 28	18 09
28	13 17.1	- 8 39	2.52	1.32	-0.2	7 11	12 36	18 02
X. 3	13 44.5	-11 58	2.61	1.28	-0.1	7 33	12 44	17 54
8	14 10.9	-14 58	2.73	1.22	0.0	7 54	12 51	17 47
13	14 36.4	-17 37	2.89	1.16	0.0	8 13	12 56	17 39
18	15 00.3	-19 50	3.09	1.08	+0.1	8 29	13 00	17 31
23	15 21.5	-21 31	3.37	0.99	+0.1	8 39	13 01	17 23
28	15 37.8	-22 32	3.73	0.90	+0.3	8 40	12 57	17 13
XI. 2	15 45.2	-22 36	4.19	0.80	+0.6	8 28	12 43	16 58
7	15 39.0	-21 21	4.67	0.71	+1.3	7 54	12 16	16 37
12	15 18.3	-18 33	4.94	0.68	+2.8	6 59	11 35	16 11
17	14 55.1	-15 18	4.72	0.71	+1.8	6 01	10 54	15 47
22	14 45.4	-13 35	4.15	0.80	+0.5	5 24	10 26	15 28
27	14 52.5	-13 53	3.60	0.93	-0.1	5 13	10 14	15 15
XII. 2	15 10.9	-15 28	3.18	1.05	-0.3	5 20	10 13	15 07
7	15 35.7	-17 32	2.89	1.16	-0.4	5 35	10 19	15 02
12	16 04.0	-19 38	2.68	1.25	-0.5	5 55	10 28	15 00
17	16 34.6	-21 29	2.54	1.31	-0.5	6 16	10 39	15 01
22	17 06.6	-22 59	2.44	1.37	-0.5	6 37	10 51	15 06
27	17 39.9	-24 02	2.38	1.40	-0.5	6 54	11 02	15 09

## IV. A szabad szemmel

## Vénusz

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	18 25.3	-23 39	4.94	1.70	-3.5	7 19	11 29	15 39
6	18 52.8	-23 25	4.93	1.71	-3.5	7 25	11 37	15 48
11	19 20.1	-22 52	4.92	1.71	-3.5	7 29	11 44	15 59
16	19 47.1	-22 03	4.91	1.71	-3.5	7 32	11 52	16 11
21	20 13.7	-20 56	4.91	1.71	-3.5	7 33	11 58	16 24
26	20 39.8	-19 34	4.91	1.71	-3.5	7 32	12 05	16 38
31	21 05.5	-17 58	4.92	1.71	-3.5	7 29	12 11	16 52
II. 5	21 30.6	-16 09	4.92	1.71	-3.5	7 26	12 16	17 06
10	21 55.2	-14 09	4.93	1.70	-3.4	7 21	12 21	17 21
15	22 19.4	-11 59	4.95	1.70	-3.4	7 15	12 25	17 35
20	22 43.1	- 9 42	4.96	1.69	-3.4	7 08	12 29	17 50
25	23 06.4	- 7 18	4.98	1.69	-3.4	7 01	12 33	18 04
III. 2	23 29.5	- 4 49	5.00	1.68	-3.4	6 54	12 36	18 19
7	23 52.3	- 2 17	5.03	1.67	-3.4	6 46	12 39	18 33
12	0 15.0	+ 0 17	5.06	1.66	-3.4	6 37	12 42	18 47
17	0 37.6	+ 2 51	5.09	1.65	-3.4	6 29	12 45	19 01
22	1 00.3	+ 5 24	5.13	1.64	-3.4	6 21	12 48	19 15
27	1 23.1	+ 7 53	5.17	1.63	-3.3	6 13	12 51	19 30
IV. 1	1 46.2	+10 19	5.22	1.61	-3.3	6 05	12 55	19 44
6	2 09.5	+12 38	5.27	1.60	-3.3	5 58	12 58	19 59
11	2 33.2	+14 49	5.33	1.58	-3.3	5 51	13 02	20 13
16	2 57.3	+16 52	5.39	1.56	-3.3	5 45	13 07	20 28
21	3 21.8	+18 44	5.46	1.54	-3.3	5 40	13 12	20 43
26	3 46.8	+20 23	5.54	1.52	-3.3	5 37	13 17	20 57
V. 1	4 12.2	+21 49	5.62	1.50	-3.3	5 34	13 23	21 11
6	4 38.0	+23 01	5.71	1.47	-3.4	5 34	13 29	21 24
11	5 04.1	+23 56	5.81	1.45	-3.4	5 35	13 35	21 36
16	5 30.5	+24 34	5.92	1.42	-3.4	5 37	13 42	21 46
21	5 56.9	+24 54	6.03	1.39	-3.4	5 42	13 49	21 55
26	6 23.4	+24 57	6.16	1.37	-3.4	5 48	13 55	22 02
31	6 49.7	+24 42	6.30	1.34	-3.4	5 57	14 02	22 07
VI. 5	7 15.8	+24 10	6.45	1.30	-3.4	6 06	14 08	22 10
10	7 41.4	+23 21	6.61	1.27	-3.4	6 17	14 14	22 11
15	8 06.6	+22 15	6.79	1.24	-3.4	6 29	14 20	22 10
20	8 31.2	+20 55	6.98	1.21	-3.5	6 41	14 24	22 07
25	8 55.1	+19 22	7.19	1.17	-3.5	6 54	14 29	22 03
30	9 18.5	+17 37	7.41	1.13	-3.5	7 07	14 32	21 57



## látható bolygók adatai

## Vénusz

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
VII. 5	9 41.1	+15 41	7.66	1.10	-3.5	7 20	14 35	21 50
10	10 03.2	+13 36	7.93	1.06	-3.6	7 32	14 37	21 42
15	10 24.6	+11 23	8.22	1.02	-3.6	7 44	14 39	21 33
20	10 45.5	+ 9 04	8.54	0.98	-3.6	7 56	14 40	21 24
25	11 05.8	+ 6 40	8.89	0.95	-3.7	8 08	14 40	21 13
30	11 25.6	+ 4 14	9.27	0.91	-3.7	8 19	14 40	21 02
VIII. 4	11 44.9	+ 1 45	9.69	0.87	-3.8	8 29	14 40	20 51
9	12 03.9	- 0 45	10.16	0.83	-3.8	8 39	14 39	20 39
14	12 22.4	- 3 14	10.67	0.79	-3.9	8 49	14 38	20 27
19	12 40.6	- 5 41	11.24	0.75	-3.9	8 58	14 36	20 15
24	12 58.3	- 8 06	11.87	0.71	-4.0	9 07	14 34	20 02
29	13 15.6	-10 25	12.57	0.67	-4.0	9 15	14 32	19 49
IX. 3	13 32.4	-12 40	13.36	0.63	-4.1	9 22	14 29	19 36
8	13 48.6	-14 47	14.24	0.59	-4.1	9 29	14 25	19 22
13	14 04.0	-16 46	15.24	0.55	-4.2	9 34	14 21	19 08
18	14 18.5	-18 36	16.36	0.51	-4.2	9 38	14 16	18 53
23	14 31.7	-20 14	17.63	0.48	-4.2	9 40	14 09	18 38
28	14 43.2	-21 40	19.05	0.44	-4.3	9 40	14 00	18 21
X. 3	14 52.7	-22 52	20.65	0.41	-4.3	9 36	13 50	18 04
8	14 59.6	-23 46	22.42	0.38	-4.3	9 28	13 37	17 46
13	15 03.3	-24 19	24.34	0.35	-4.2	9 15	13 20	17 26
18	15 03.3	-24 28	26.32	0.32	-4.1	8 56	13 00	17 05
23	14 59.4	-24 06	28.22	0.30	-3.9	8 30	12 36	16 43
28	14 51.9	-23 12	29.84	0.28	-3.6	7 57	12 09	16 21
XI. 2	14 41.9	-21 45	30.90	0.27	-3.2	7 20	11 39	15 59
7	14 31.0	-19 52	31.19	0.27	-3.1	6 39	11 09	15 39
12	14 21.2	-17 49	30.64	0.27	-3.4	5 59	10 40	15 20
17	14 14.0	-15 52	29.38	0.29	-3.8	5 23	10 13	15 04
22	14 10.4	-14 14	27.65	0.30	-4.0	4 52	9 50	14 49
27	14 10.7	-13 04	25.71	0.33	-4.2	4 27	9 31	14 36
XII. 2	14 14.6	-12 23	23.75	0.35	-4.3	4 08	9 16	14 23
7	14 21.7	-12 08	21.89	0.38	-4.4	3 54	9 03	14 12
12	14 31.5	-12 17	20.18	0.42	-4.4	3 45	8 54	14 02
17	14 43.6	-12 44	18.65	0.45	-4.4	3 40	8 46	13 52
22	14 57.7	-13 26	17.29	0.49	-4.3	3 38	8 41	13 44
27	15 13.4	-14 17	16.08	0.52	-4.3	3 37	8 36	13 34

## IV. A szabad szemmel

## Mars

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszík
	h m	°	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	14 34.0	-14 01	2.47	1.90	+1.6	2 36	7 36	12 36
11	14 57.9	-15 53	2.59	1.80	+1.5	2 30	7 21	12 12
21	15 22.1	-17 34	2.74	1.71	+1.4	2 23	7 06	11 48
31	15 46.5	-19 04	2.90	1.61	+1.3	2 16	6 51	11 26
II. 10	16 10.9	-20 21	3.09	1.52	+1.2	2 07	6 36	11 04
20	16 35.3	-21 24	3.30	1.42	+1.0	1 58	6 21	10 43
III. 2	16 59.4	-22 15	3.55	1.32	+0.9	1 48	6 05	10 23
12	17 23.1	-22 52	3.83	1.22	+0.7	1 35	5 50	10 04
22	17 46.2	-23 18	4.16	1.12	+0.5	1 22	5 33	9 45
IV. 1	18 08.4	-23 34	4.54	1.03	+0.3	1 06	5 16	9 26
11	18 29.4	-23 41	4.98	0.94	+0.1	0 48	4 58	9 07
21	18 48.7	-23 43	5.49	0.85	-0.2	0 28	4 38	8 47
V. 1	19 06.0	-23 43	6.09	0.77	-0.4	0 06	4 15	8 25
11	19 20.8	-23 46	6.78	0.69	-0.7	23 39	3 51	8 00
21	19 32.2	-23 57	7.56	0.62	-1.0	23 12	3 23	7 31
31	19 39.7	-24 19	8.44	0.55	-1.3	22 42	2 51	6 56
VI. 10	19 42.3	-24 55	9.37	0.50	-1.6	22 08	2 14	6 16
20	19 39.7	-25 47	10.28	0.46	-2.0	21 31	1 32	5 28
30	19 31.8	-26 47	11.04	0.42	-2.2	20 50	0 45	4 35
VII. 10	19 20.2	-27 44	11.51	0.41	-2.4	20 05	23 49	3 38
20	19 07.6	-28 25	11.57	0.40	-2.4	19 18	22 57	2 42
30	18 57.5	-28 43	11.25	0.42	-2.2	18 31	22 08	1 50
VIII. 9	18 52.3	-28 39	10.63	0.44	-2.0	17 46	21 24	1 06
19	18 53.2	-28 18	9.87	0.47	-1.8	17 06	20 46	0 30
29	19 00.0	-27 44	9.08	0.52	-1.5	16 30	20 14	0 01
IX. 8	19 12.1	-26 58	8.31	0.56	-1.3	15 58	19 47	23 37
18	19 28.2	-26 01	7.60	0.62	-1.0	15 29	19 24	23 20
28	19 47.6	-24 49	6.97	0.67	-0.8	15 02	19 05	23 07
X. 8	20 09.3	-23 23	6.40	0.73	-0.6	14 36	18 47	22 58
18	20 32.5	-21 42	5.89	0.79	-0.4	14 10	18 31	22 52
28	20 56.9	-19 45	5.44	0.86	-0.2	13 44	18 16	22 47
XI. 7	21 21.9	-17 34	5.04	0.93	-0.1	13 19	18 01	22 44
17	21 47.2	-15 09	4.68	1.00	+0.1	12 53	17 47	22 42
27	22 12.6	-12 33	4.36	1.07	+0.3	12 26	17 33	22 41
XII. 7	22 38.0	- 9 48	4.07	1.15	+0.4	12 00	17 19	22 39
17	23 03.4	- 6 56	3.82	1.23	+0.6	11 33	17 05	22 38
27	23 28.8	- 4 00	3.58	1.31	+0.7	11 05	16 50	22 35

látható bolygók adatai

Jupiter

Dátum	0 <sup>n</sup> világitókor					KözEl-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	21 23.8	-16 07	15.92	5.77	-1.6	9 35	14 25	19 14
11	21 32.4	-15 26	15.68	5.86	-1.6	9 01	13 54	18 47
21	21 41.4	-14 42	15.50	5.93	-1.6	8 27	13 24	18 20
31	21 50.5	-13 56	15.38	5.98	-1.5	7 53	12 53	17 54
II. 10	21 59.7	-13 08	15.31	6.00	-1.5	7 19	12 23	17 27
20	22 09.0	-12 18	15.29	6.01	-1.5	6 45	11 53	17 01
III. 2	22 18.1	-11 28	15.33	6.00	-1.5	6 11	11 23	16 35
12	22 27.2	-10 37	15.42	5.96	-1.6	5 37	10 53	16 08
22	22 36.0	- 9 46	15.56	5.91	-1.6	5 03	10 22	15 42
IV. 1	22 44.5	- 8 57	15.75	5.83	-1.6	4 28	9 51	15 15
11	22 52.7	- 8 09	16.00	5.74	-1.6	3 53	9 20	14 47
21	23 00.4	- 7 23	16.31	5.64	-1.7	3 18	8 48	14 19
V. 1	23 07.6	- 6 40	16.66	5.52	-1.7	2 43	8 16	13 50
11	23 14.2	- 6 01	17.08	5.38	-1.8	2 07	7 43	13 20
21	23 20.1	- 5 26	17.54	5.24	-1.8	1 31	7 10	12 49
31	23 25.2	- 4 56	18.06	5.09	-1.9	0 55	6 36	12 17
VI. 10	23 29.4	- 4 32	18.63	4.93	-2.0	0 18	6 01	11 43
20	23 32.6	- 4 15	19.23	4.78	-2.0	23 37	5 24	11 08
30	23 34.8	- 4 04	19.87	4.63	-2.1	22 59	4 47	10 32
VII. 10	23 35.8	- 4 01	20.51	4.48	-2.2	22 20	4 09	9 54
20	23 35.6	- 4 05	21.15	4.35	-2.3	21 41	3 29	9 14
30	23 34.2	- 4 18	21.75	4.23	-2.3	21 01	2 49	8 32
VIII. 9	23 31.7	- 4 37	22.28	4.12	-2.4	20 20	2 07	7 49
19	23 28.2	- 5 01	22.71	4.05	-2.4	19 39	1 24	7 04
29	23 23.9	- 5 31	23.00	4.00	-2.4	18 58	0 40	6 19
IX. 8	23 19.2	- 6 02	23.13	3.97	-2.4	18 16	23 52	5 32
18	23 14.3	- 6 33	23.09	3.98	-2.4	17 34	23 08	4 46
28	23 09.6	- 7 02	22.88	4.02	-2.4	16 52	22 24	3 55
X. 8	23 05.6	- 7 27	22.51	4.08	-2.4	16 11	21 41	3 10
18	23 02.4	- 7 45	22.02	4.17	-2.3	15 30	20 58	2 27
28	23 00.3	- 7 56	21.44	4.29	-2.3	14 49	20 17	1 45
XI. 7	22 59.4	- 7 59	20.81	4.42	-2.2	14 09	19 37	1 04
17	22 59.8	- 7 54	20.15	4.56	-2.2	13 30	18 58	0 26
27	23 01.5	- 7 41	19.50	4.71	-2.1	12 52	18 21	23 49
XII. 7	23 04.3	- 7 21	18.87	4.87	-2.0	12 14	17 44	23 14
17	23 08.2	- 6 54	18.28	5.03	-1.9	11 36	17 09	22 41
27	23 13.2	- 6 21	17.74	5.18	-1.9	10 59	16 34	22 09

IV. A szabad szemmel látható bolygók adatai  
Szaturnusz

Dátum	0 <sup>n</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	16 14.3	-19 23	6.93	10.76	+0.7	4 43	9 16	13 49
11	16 18.5	-19 33	7.00	10.65	+0.8	4 09	8 41	13 13
21	16 22.3	-19 41	7.00	10.53	+0.8	3 34	8 05	12 36
31	16 25.7	-19 48	7.18	10.39	+0.7	2 58	7 29	12 00
II. 10	16 28.5	-19 53	7.29	10.23	+0.7	2 22	6 53	11 23
20	16 30.7	-19 57	7.41	10.07	+0.7	1 46	6 15	10 45
III. 2	16 32.3	-19 59	7.53	9.90	+0.7	1 08	5 38	10 07
12	16 33.2	-19 59	7.66	9.74	+0.6	0 30	4 59	9 29
22	16 33.4	-19 58	7.79	9.58	+0.6	23 46	4 20	8 50
IV. 1	16 32.9	-19 56	7.91	9.43	+0.5	23 06	3 40	8 10
11	16 31.7	-19 52	8.02	9.29	+0.5	22 26	3 00	7 30
21	16 29.9	-19 47	8.12	9.18	+0.4	21 44	2 19	6 49
V. 1	16 27.6	-19 41	8.21	9.09	+0.4	21 02	1 37	6 08
11	16 24.8	-19 35	8.26	9.02	+0.3	20 19	0 55	5 27
21	16 21.8	-19 28	8.30	8.99	+0.2	19 36	0 13	4 45
31	16 18.7	-19 21	8.30	8.98	+0.2	18 53	23 26	4 03
VI. 10	16 15.7	-19 14	8.28	9.00	+0.3	18 10	22 44	3 22
20	16 12.8	-19 08	8.24	9.06	+0.3	17 28	22 02	2 40
30	16 10.3	-19 03	8.16	9.13	+0.4	16 45	21 20	1 59
VII. 10	16 08.2	-19 00	8.07	9.24	+0.5	16 04	20 39	1 17
20	16 06.7	-18 58	7.97	9.36	+0.5	15 23	19 58	0 37
30	16 05.8	-18 58	7.85	9.50	+0.6	14 43	19 18	23 53
VIII. 9	16 05.6	-18 59	7.72	9.66	+0.6	14 03	18 38	23 13
19	16 06.0	-19 03	7.59	9.82	+0.7	13 25	17 59	22 34
29	16 07.1	-19 08	7.47	9.98	+0.7	12 47	17 21	21 55
IX. 8	16 08.8	-19 15	7.35	10.15	+0.7	12 10	16 43	21 17
18	16 11.2	-19 24	7.23	10.31	+0.8	11 34	16 06	20 39
28	16 14.1	-19 33	7.13	10.46	+0.8	10 58	15 30	20 02
X. 8	16 17.5	-19 44	7.04	10.60	+0.8	10 23	14 54	19 25
18	16 21.4	-19 55	6.96	10.72	+0.8	9 48	14 19	18 49
28	16 25.6	-20 06	6.89	10.82	+0.8	9 14	13 43	18 13
XI. 7	16 30.1	-20 17	6.84	10.90	+0.7	8 41	13 09	17 37
17	16 34.9	-20 28	6.80	10.96	+0.7	8 07	12 34	17 01
27	16 39.9	-20 39	6.78	10.99	+0.7	7 34	12 00	16 26
XII. 7	16 44.9	-20 49	6.78	11.00	+0.6	7 00	11 25	15 51
17	16 49.9	-20 58	6.79	10.98	+0.7	6 27	10 51	15 16
27	16 54.8	-21 06	6.82	10.93	+0.7	5 53	10 17	14 40

IVa. Az Uránusz és Neptunusz adatai

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h a	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h a	h a
<b>Uránusz</b>								
I. 1	17 14.3	-23 05	1.71	20.03	+6.1	6 03	10 16	14 28
31	17 21.1	-23 12	1.74	19.75	+6.0	4 12	8 24	12 36
III. 2	17 25.5	-23 16	1.78	19.29	+6.0	2 19	6 31	10 42
IV. 1	17 26.7	-23 18	1.82	18.79	+5.9	0 23	4 34	8 45
V. 1	17 24.6	-23 16	1.87	18.37	+5.9	22 18	2 34	6 46
31	17 20.1	-23 13	1.89	18.15	+5.9	20 16	0 32	4 43
VI. 30	17 14.9	-23 08	1.89	18.18	+5.9	18 12	22 24	2 41
VII. 30	17 10.8	-23 03	1.86	18.46	+5.9	16 10	20 22	0 39
VIII. 29	17 09.3	-23 02	1.81	18.91	+5.9	14 10	18 23	22 36
IX. 28	17 11.1	-23 04	1.77	19.41	+6.0	12 14	16 27	20 40
X. 28	17 15.9	-23 09	1.73	19.85	+6.1	10 21	14 34	18 46
XI. 27	17 22.9	-23 16	1.70	20.12	+6.1	8 31	12 43	16 54
XII. 27	17 30.8	-23 23	1.70	20.14	+6.1	6 42	10 53	15 04
<b>Neptunusz</b>								
I. 1	18 15.5	-22 20	1.17	31.23	+7.8	7 00	11 17	15 34
31	18 20.1	-22 18	1.18	31.04	+7.8	5 06	9 23	13 40
III. 2	18 23.5	-22 15	1.19	30.64	+7.8	3 11	7 29	11 46
IV. 1	18 25.1	-22 14	1.21	30.14	+7.7	1 15	5 32	9 50
V. 1	18 24.5	-22 13	1.23	29.66	+7.7	23 12	3 34	7 51
31	18 22.1	-22 14	1.25	29.33	+7.7	21 12	1 33	5 51
VI. 30	18 18.0	-22 16	1.25	29.23	+7.7	19 11	23 28	3 49
VII. 30	18 15.5	-22 17	1.24	29.39	+7.7	17 10	21 27	1 48
VIII. 29	18 13.5	-22 19	1.23	29.76	+7.7	15 10	19 27	23 44
IX. 28	18 13.4	-22 21	1.21	30.25	+7.8	13 12	17 29	21 46
X. 28	18 15.4	-22 21	1.19	30.73	+7.8	11 16	15 33	19 50
XI. 27	18 19.1	-22 21	1.18	31.09	+7.8	9 22	13 39	17 56
XII. 27	18 23.8	-22 19	1.17	31.22	+7.8	7 28	11 45	16 02

## V. A bolygók heliocentrikus

Dátum	Merkur			Vénusz			Föld	
	$\lambda$	$\beta$	$r$	$\lambda$	$\beta$	$r$	$\lambda$	$r$
	°	°	cs. e.	°	°	cs. e.	°	cs. e.
I. 1	221.6	+0.8	0.45	269.8	-0.8	0.73	100.2	0.98
11	250.1	-1.0	0.46	285.6	-1.2	0.73	110.5	0.98
21	277.8	-2.6	0.47	301.4	-1.7	0.73	120.7	0.98
31	308.4	-4.1	0.47	317.2	-2.0	0.73	130.7	0.99
II. 10	346.3	-5.3	0.46	333.1	-2.4	0.73	141.0	0.99
20	37.0	-6.3	0.45	348.9	-2.7	0.73	151.1	0.99
III. 2	98.8	-6.9	0.43	4.8	-3.0	0.73	161.1	0.99
12	154.5	-6.9	0.40	20.8	-3.2	0.73	171.1	0.99
22	195.7	-6.2	0.37	36.7	-3.3	0.73	181.1	1.00
IV. 1	227.6	-4.4	0.34	52.8	-3.4	0.73	191.0	1.00
11	255.6	-1.4	0.32	68.8	-3.4	0.73	200.8	1.00
21	283.6	+2.3	0.31	85.0	-3.3	0.73	210.6	1.00
V. 1	315.3	+5.4	0.31	101.1	-3.2	0.73	220.3	1.01
11	355.4	+6.9	0.33	117.3	-3.0	0.73	230.0	1.01
21	49.0	+6.7	0.35	133.6	-2.8	0.73	239.7	1.01
31	111.3	+5.5	0.38	149.8	-2.5	0.72	249.3	1.01
VI. 10	164.0	+3.8	0.41	166.1	-2.2	0.72	258.8	1.02
20	202.7	+1.9	0.43	182.3	-1.8	0.72	268.4	1.02
30	233.5	+0.1	0.45	198.4	-1.4	0.72	277.9	1.02
VII. 10	261.2	-1.7	0.46	214.5	-0.9	0.72	287.5	1.02
20	289.6	-3.2	0.47	230.5	-0.5	0.72	297.0	1.02
30	322.6	-4.6	0.46	246.5	0.0	0.72	306.6	1.02
VIII. 9	5.1	-5.8	0.45	262.3	+0.5	0.72	316.1	1.01
19	61.5	-6.6	0.44	278.2	+1.0	0.72	325.7	1.01
29	123.2	-7.0	0.42	294.0	+1.4	0.72	335.4	1.01
IX. 8	172.8	-6.7	0.39	309.8	+1.8	0.72	345.1	1.01
18	209.4	-5.6	0.36	325.6	+2.2	0.72	354.8	1.00
28	239.2	-3.3	0.33	341.5	+2.6	0.72	4.6	1.00
X. 8	266.8	+0.1	0.31	357.4	+2.8	0.72	14.3	1.00
18	295.8	+3.7	0.31	13.3	+3.1	0.72	24.3	1.00
28	330.3	+6.3	0.32	29.2	+3.2	0.72	34.2	0.99
XI. 7	15.4	+7.0	0.34	45.2	+3.4	0.72	44.2	0.99
17	74.3	+6.3	0.37	61.3	+3.4	0.72	54.2	0.99
27	134.5	+4.8	0.39	77.4	+3.4	0.72	64.3	0.99
XII. 7	181.1	+3.0	0.42	93.5	+3.3	0.72	74.6	0.99
17	215.9	+1.2	0.44	109.7	+3.1	0.72	84.7	0.98
27	244.9	-0.7	0.46	125.9	+2.9	0.72	94.8	0.98

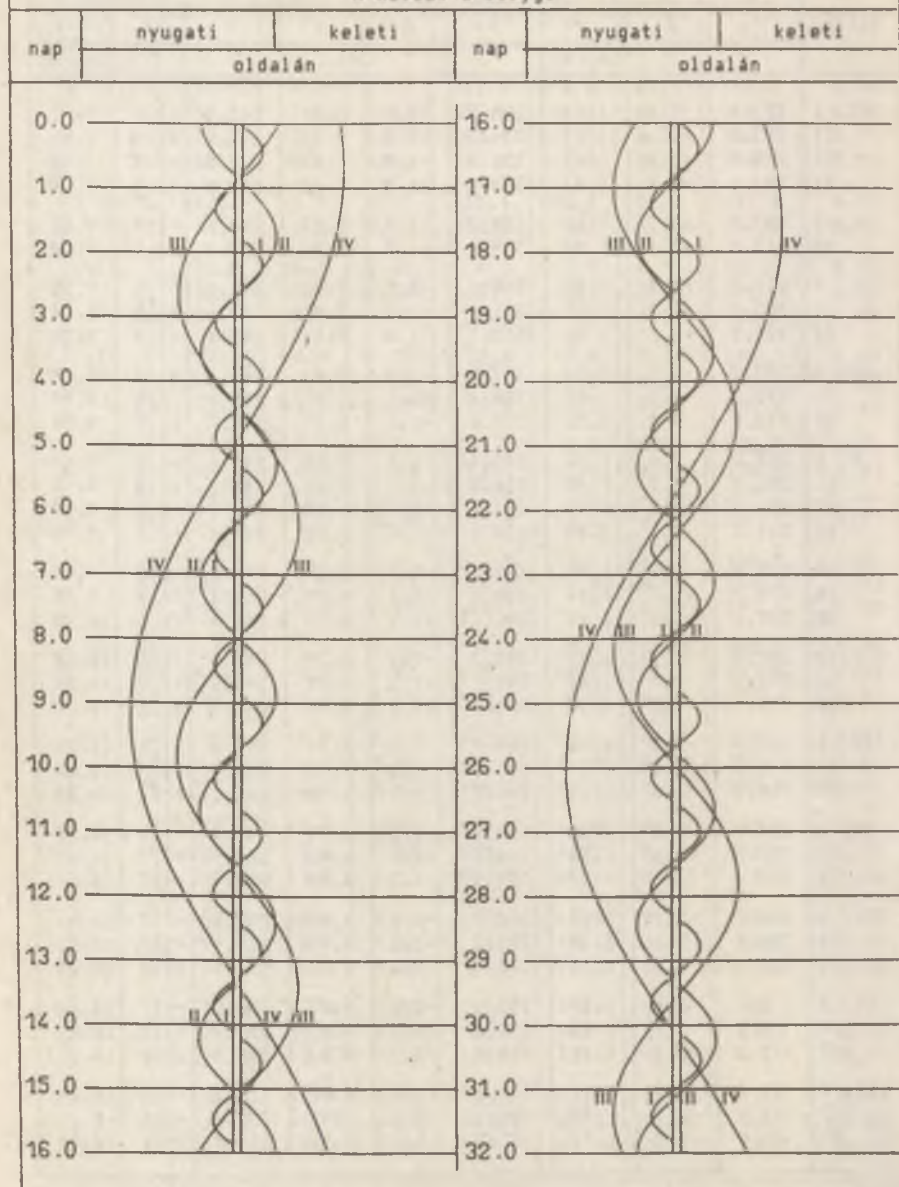
ekliptikai koordinátái  $\odot$  világidőkor

Dátum	Mars			Jupiter			Szaturnusz		
	$\lambda$	$\beta$	$r$	$\lambda$	$\beta$	$r$	$\lambda$	$\beta$	$r$
	°	°	cs. e.	°	°	cs. e.	°	°	cs. e.
I. 1	189.4	+1.2	1.64	325.2	-0.9	5.04	241.9	+1.9	9.97
11	193.9	+1.1	1.63	326.1	-0.9	5.03	242.2	+1.9	9.97
21	198.5	+1.0	1.62	326.9	-1.0	5.03	242.5	+1.9	9.98
31	203.1	+0.8	1.61	327.8	-1.0	5.03	242.8	+1.9	9.98
II. 10	207.8	+0.7	1.60	328.7	-1.0	5.02	243.1	+1.9	9.98
20	212.5	+0.5	1.59	329.6	-1.0	5.02	243.4	+1.9	9.98
III. 2	217.3	+0.4	1.58	330.5	-1.0	5.02	243.8	+1.9	9.98
12	222.2	+0.2	1.57	331.4	-1.0	5.02	244.1	+1.9	9.98
22	227.2	+0.1	1.56	332.3	-1.0	5.01	244.4	+1.9	9.98
IV. 1	232.2	-0.1	1.54	333.2	-1.0	5.01	244.7	+1.9	9.98
11	237.3	-0.3	1.53	334.1	-1.1	5.01	245.0	+1.9	9.99
21	242.5	-0.4	1.52	335.0	-1.1	5.01	245.3	+1.9	9.99
V. 1	247.8	-0.6	1.51	335.9	-1.1	5.00	245.6	+1.8	9.99
11	253.2	-0.7	1.49	336.8	-1.1	5.00	245.9	+1.8	9.99
21	258.7	-0.9	1.48	337.7	-1.1	5.00	246.2	+1.8	9.99
31	264.3	-1.1	1.47	338.6	-1.1	5.00	246.5	+1.8	9.99
VI. 10	270.0	-1.2	1.45	339.5	-1.1	5.00	246.8	+1.8	9.99
20	275.7	-1.3	1.44	340.4	-1.1	4.99	247.1	+1.8	9.99
30	281.6	-1.5	1.43	341.3	-1.1	4.99	247.4	+1.8	10.00
VII. 10	287.5	-1.6	1.42	342.2	-1.2	4.99	247.7	+1.8	10.00
20	293.6	-1.7	1.41	343.1	-1.2	4.99	248.0	+1.8	10.00
30	299.7	-1.7	1.40	344.0	-1.2	4.99	248.3	+1.8	10.00
VIII. 9	305.9	-1.8	1.40	344.9	-1.2	4.98	248.6	+1.8	10.00
19	312.1	-1.8	1.39	345.8	-1.2	4.98	248.9	+1.7	10.00
29	318.4	-1.8	1.39	346.7	-1.2	4.98	249.2	+1.7	10.00
IX. 8	324.7	-1.8	1.38	347.6	-1.2	4.98	249.5	+1.7	10.00
18	331.0	-1.8	1.38	348.5	-1.2	4.98	249.9	+1.7	10.01
28	337.4	-1.8	1.38	349.4	-1.2	4.98	250.2	+1.7	10.01
X. 8	343.7	-1.7	1.38	350.3	-1.2	4.97	250.5	+1.7	10.01
18	350.1	-1.6	1.39	351.2	-1.2	4.97	250.8	+1.7	10.01
28	356.4	-1.5	1.39	352.1	-1.2	4.97	251.1	+1.7	10.01
XI. 7	2.6	-1.4	1.39	353.1	-1.2	4.97	251.4	+1.7	10.01
17	8.8	-1.2	1.40	354.0	-1.3	4.97	251.7	+1.7	10.01
27	15.0	-1.1	1.41	354.9	-1.3	4.97	252.0	+1.7	10.01
XII. 7	21.0	-0.9	1.42	355.8	-1.3	4.97	252.3	+1.6	10.01
17	27.0	-0.7	1.43	356.7	-1.3	4.96	252.6	+1.6	10.01
27	32.9	-0.5	1.44	357.6	-1.3	4.96	252.9	+1.6	10.02

# VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

Április 1986

## A holdak a bolygó





A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Április 1986

d	h	m		hold	jelenség	d	h	m		hold	jelenség
6	4	20	k	II	e	22	4	8	v	I	á
	4	23	k	I	e	29	3	46	k	I	á
15	3	55	v	III	á						
15	4	6	k	III	e						
15	4	38	v	II	m						

A k vagy v betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, illetve végére vonatkozik-e

I = Io

II = Europa

III = Ganymedes

IV = Callisto

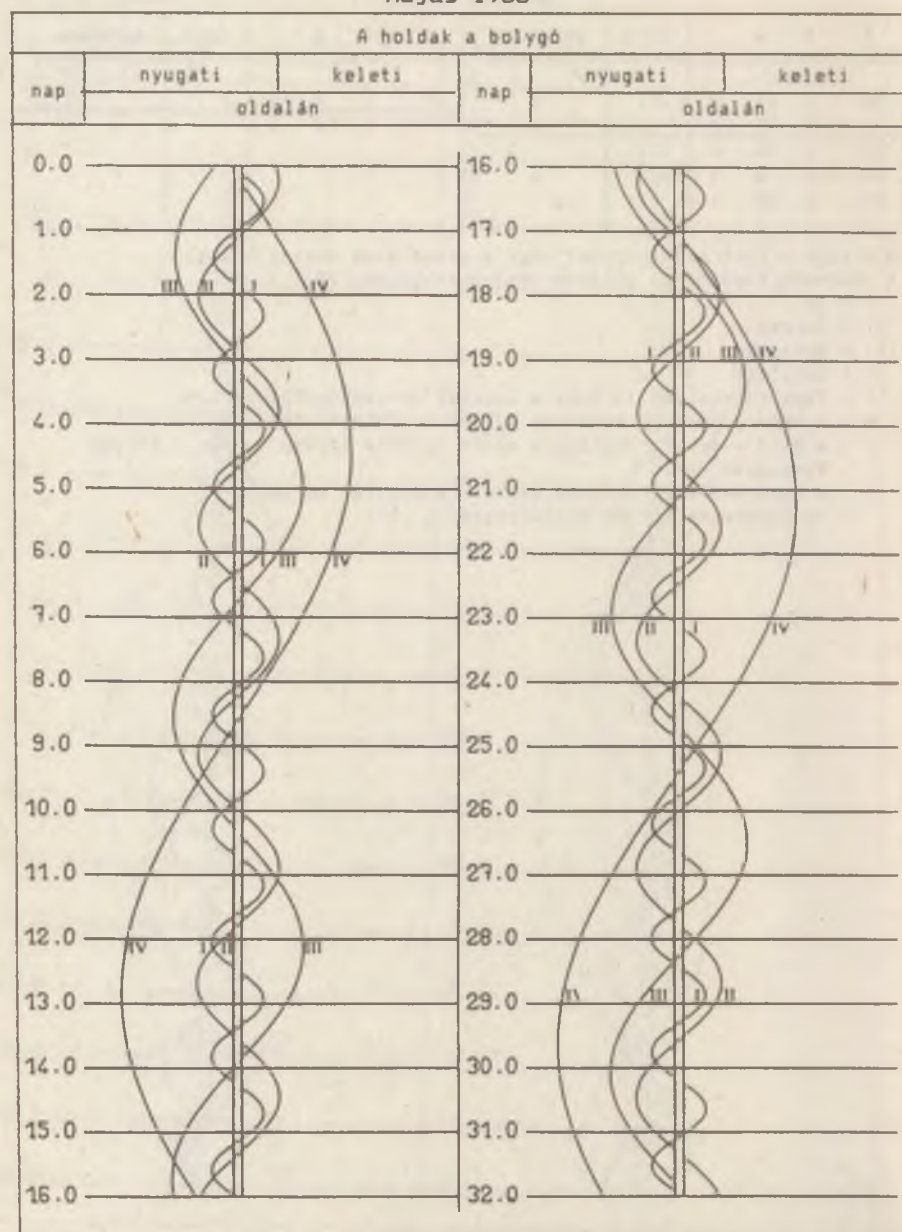
f = fogyatkozás van (a hold a Jupiter árnyékkúpjába került)

m = a hold a Jupiter korongja mögött (a Földről nem látszik)

e = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van)

á = a hold "fekete" árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van)

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
Május 1986

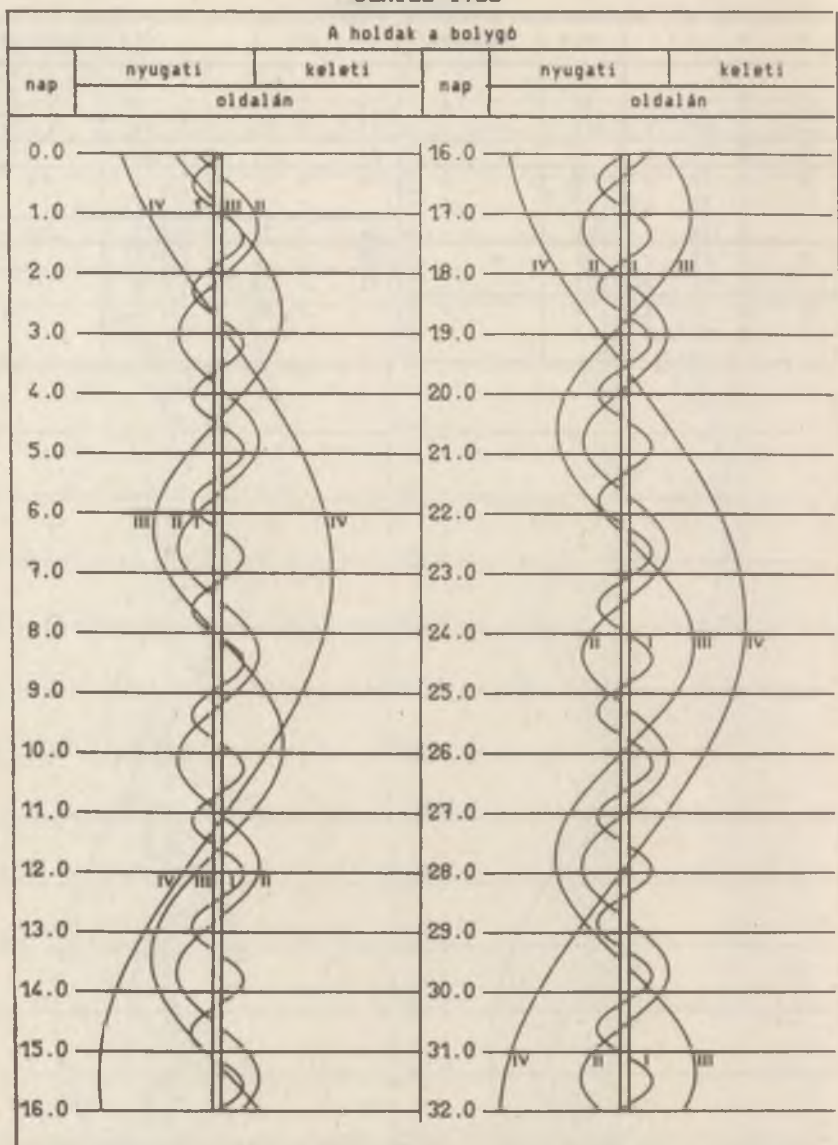


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Május 1986

d	h	m		hold	jelenség	d	h	m		hold	jelenség
1	2	46	v	II	á	16	2	51	v	I	m
3	2	55	k	III	m	17	2	22	v	IV	m
7	2	55	k	I	f	21	1	41	k	III	e
8	2	24	v	I	á	24	1	57	v	I	e
	2	32	k	II	á		2	7	k	II	f
	3	34	v	I	e	26	2	35	v	II	e
10	2	11	v	II	m	30	3	6	k	I	f
	2	16	k	III	f	31	1	38	k	I	e
15	2	2	k	I	á		2	33	v	I	á
	3	16	k	I	e						

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
Június 1986

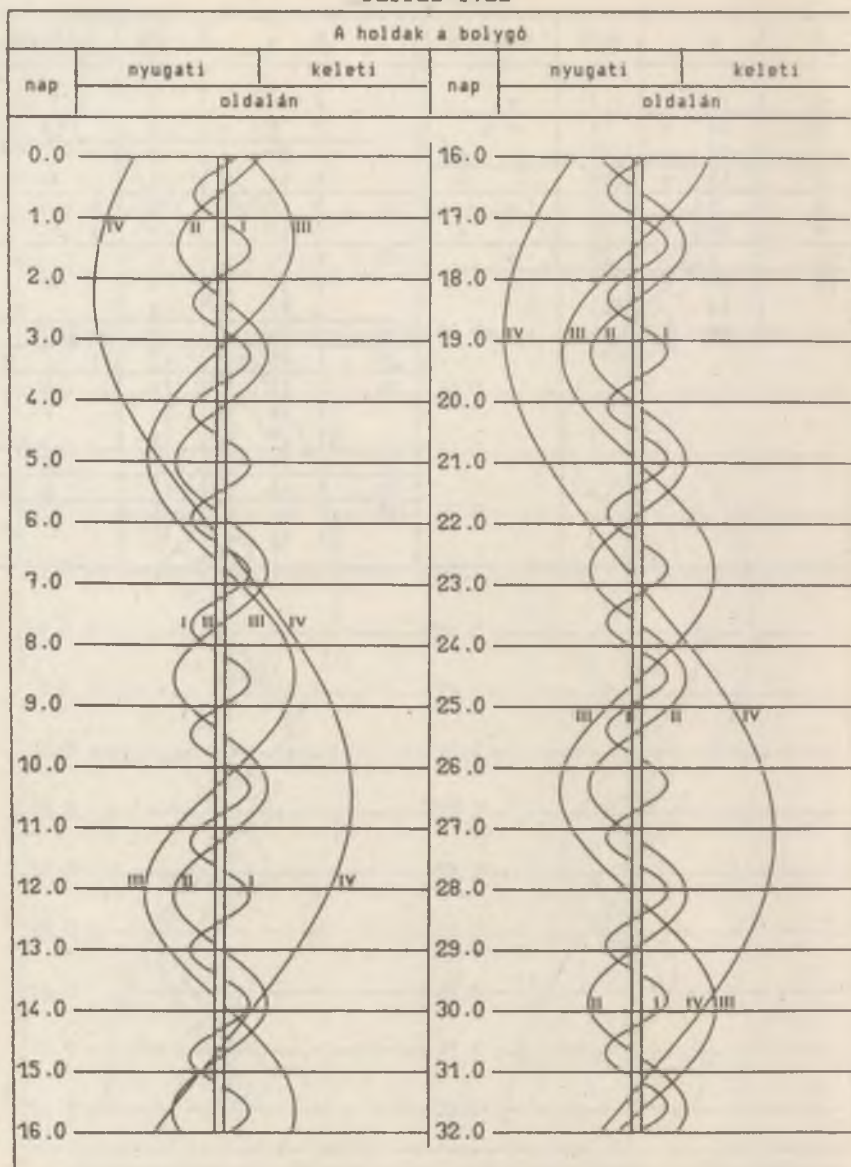


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Június 1986

d	h	m		hold	jelenség	d	h	m		hold	jelenség
1	1	14	v	I	a	16	0	49	v	I	á
2	2	29	k	II	e	2	9	v	v	I	e
	2	32	v	II	á	19	2	59	v	IV	f
7	2	12	k	I	á	23	46	v	v	II	e
8	3	9	v	I	m	22	2	19	k	III	f
9	2	20	k	II	á	3	17	k	I	I	f
11	2	6	v	II	m	23	0	27	k	I	á
15	1	23	k	I	f	1	40	k	k	I	e
	1	49	v	III	f	2	42	v	v	I	á
	23	55	k	I	e	24	1	24	v	I	m
						25	1	43	k	II	f
						26	1	13	v	III	e
							23	36	k	II	e
							23	39	v	II	á
						27	2	19	v	II	e
						28	0	13	v	IV	e
						30	2	21	k	I	á
						23	40	k	k	I	f

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
Július 1986

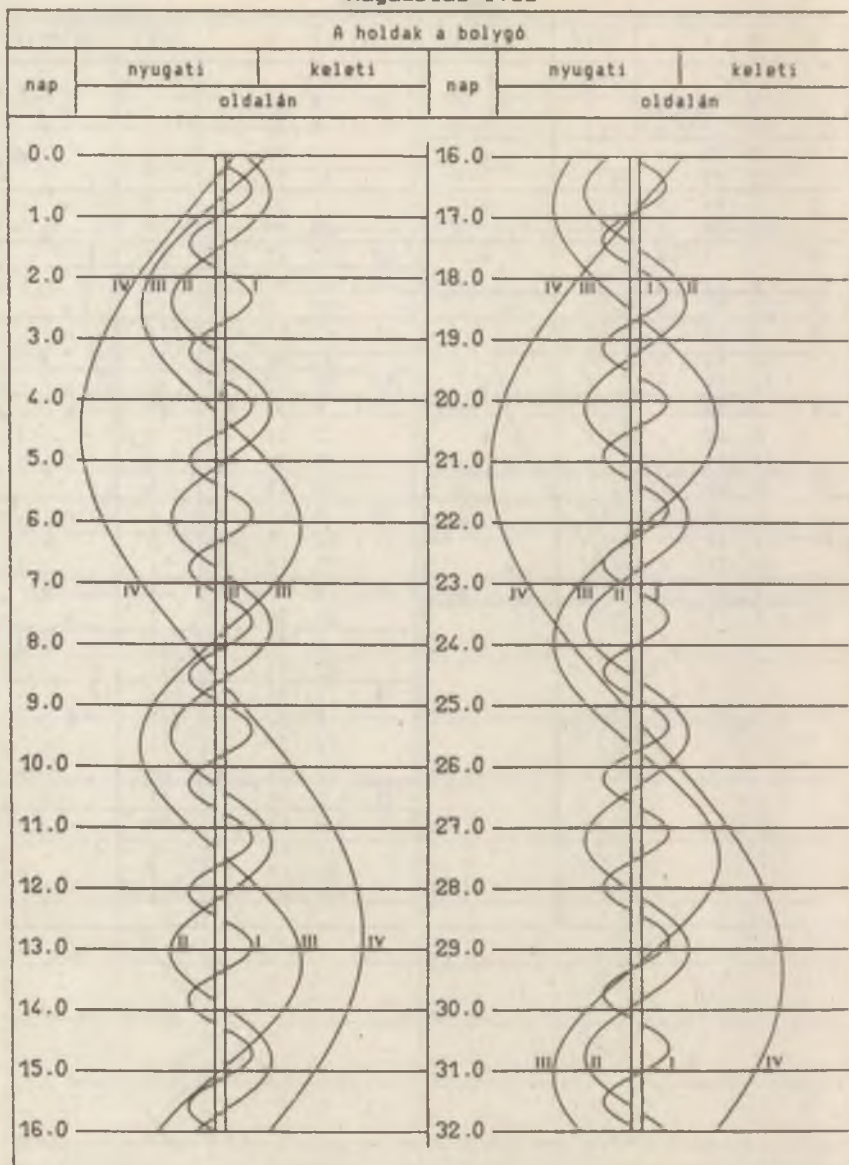


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Július 1986

d	h	m		hold	jelenség	d	h	m		hold	jelenség
1	3	16	v	I	m	16	0	37	k	I	á
	23	4	v	I	á		1	48	k	I	e
2	0	22	v	I	e		2	52	v	I	á
	23	51	v	III	á		21	56	k	I	f
3	1	49	k	III	e	17	1	23	v	I	m
	23	27	k	II	á		22	29	v	I	e
4	2	7	k	II	e	19	22	47	k	II	f
	2	15	v	II	á	20	21	48	v	III	f
5	22	57	v	II	m		23	2	k	III	m
8	1	34	k	I	f	21	2	15	v	III	m
	22	43	k	I	á		22	56	v	II	e
	23	58	k	I	e	22	22	32	k	IV	m
9	0	58	v	I	á	23	0	40	v	IV	m
	2	12	v	I	e		2	31	k	I	á
	23	34	v	I	m		3	36	k	I	e
10	0	26	k	III	á		23	50	k	I	f
11	2	3	k	II	á	24	3	11	v	I	m
13	1	25	v	II	m		22	3	k	I	e
	22	37	v	III	m		23	14	v	I	á
14	2	22	k	IV	á	25	0	17	v	I	e
15	3	28	k	I	f		21	38	v	I	m
						27	1	22	k	II	f
							22	20	k	III	f
						28	1	48	v	III	f
							2	36	k	III	m
							22	37	k	II	e
							23	21	v	II	á
						29	1	18	v	II	e
						31	0	13	v	IV	á
							1	45	k	I	f
							22	53	k	I	á
							23	50	k	I	e

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
 Augusztus 1986

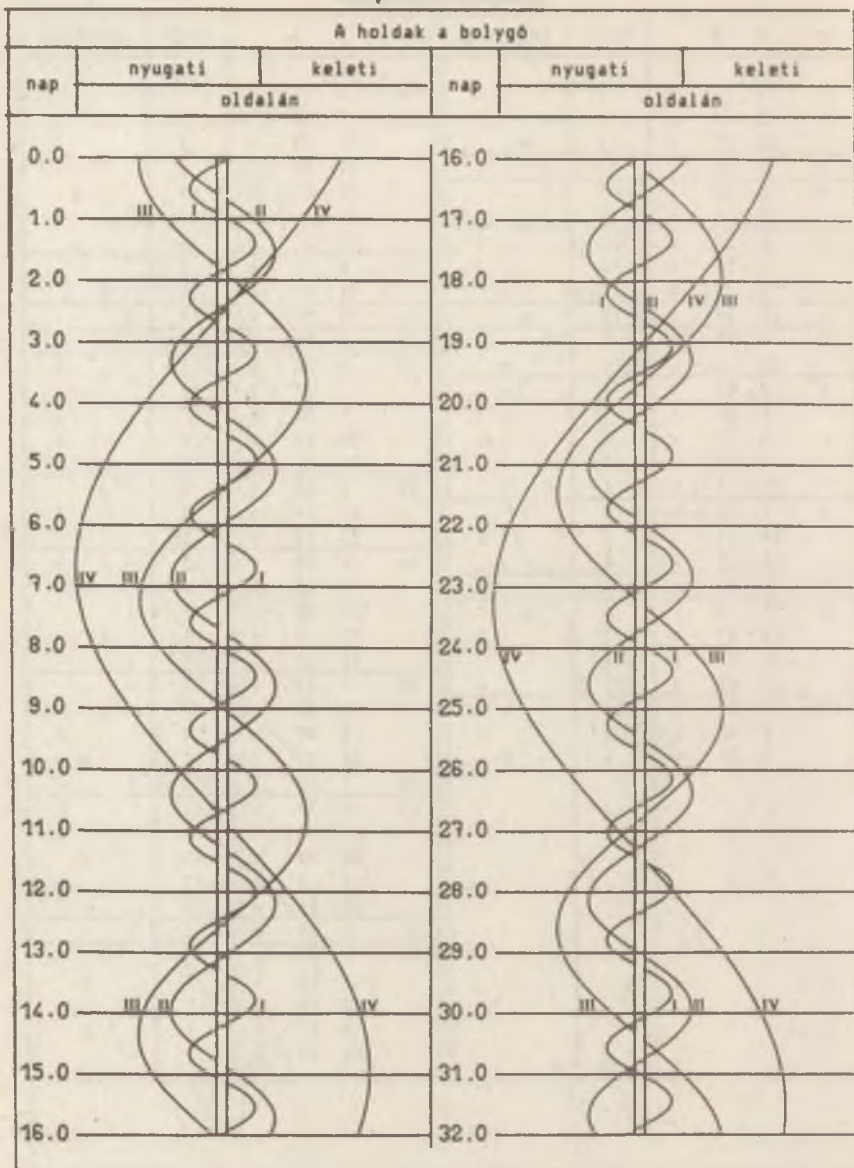




**A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)**  
**Augusztus 1986**

d	h	m	hold	jelenség	d	h	m	hold	jelenség
1	1	0	v	I					á
	2	4	v	I					e
	23	25	v	I					m
3	3	58	k	II					f
4	2	22	k	III					f
	23	9	k	II					á
5	0	57	k	II					e
	1	56	v	II					á
	3	38	v	II					e
6	21	44	v	II					m
7	3	39	k	I					f
	23	3	v	III					e
8	0	47	k	I					e
	1	36	k	I					e
	3	3	v	I					á
	3	51	v	I					e
	22	7	k	I					f
9	1	11	v	I					m
	21	31	v	I					á
	22	17	v	I					e
12	1	45	k	II					á
14	0	2	v	II					m
	20	27	k	III					á
	23	17	k	III					e
	23	51	v	III					á
15	2	27	v	III					e
	2	41	k	I					á
	3	22	k	I					e
16	0	2	k	I					f
	2	56	v	I					m
	21	10	k	I					á
	21	48	k	I					e
	21	51	k	IV					e
	23	26	v	I					á
	23	31	v	IV					e
17	0	2	v	I					e
	21	22	v	I					m
20	22	29	k	II					f
21	2	19	v	II					m
22	0	28	k	III					á
	2	37	k	III					e
	3	52	v	III					á
	20	25	v	II					á
	21	21	v	II					e
23	1	56	k	I					f
	23	4	k	I					á
	23	32	k	I					e
24	1	20	v	I					á
	1	47	v	I					e
	20	25	k	I					f
	23	6	v	I					m
	23	59	k	IV					f
25	3	22	v	IV					f
	19	24	v	III					m
	19	49	v	I					á
	20	13	v	I					e
28	1	6	k	II					f
29	4	30	k	III					á
	20	14	k	II					á
	20	54	k	II					e
	23	1	v	II					á
	23	36	v	II					e
30	3	50	k	I					f
31	0	59	k	I					á
	1	16	k	I					e
	3	15	v	I					á
	3	31	v	I					e
	22	19	k	I					f

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
Szeptember 1986



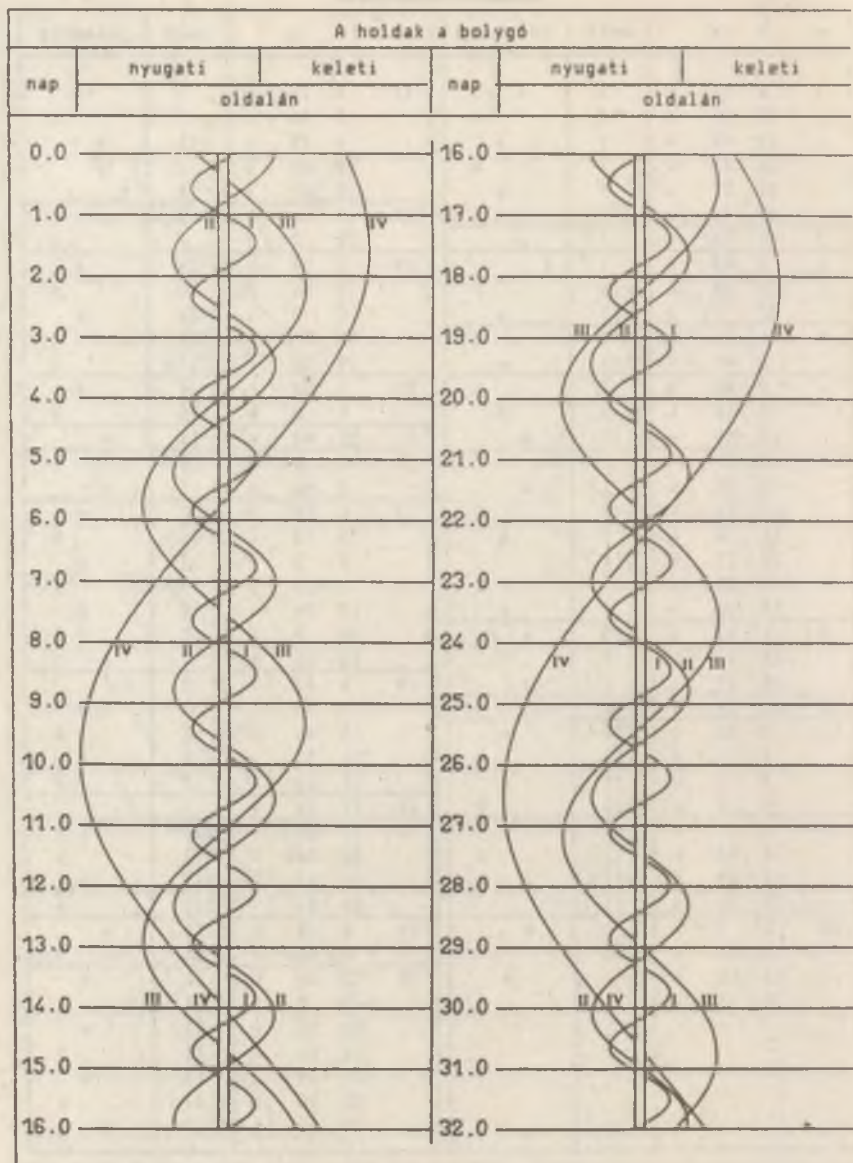
A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Szeptember 1986

d	h	a	hold	jelenség	d	h	a	hold	jelenség
1	0 50	v	I	m	16	1 25	v	I	e
	19 27	k	I	á		1 33	v	I	á
	19 42	k	I	e		1 59	k	III	m
	21 43	v	I	á		20 28	k	I	m
	21 57	v	I	e		22 52	v	I	f
	22 41	v	III	m	17	19 51	v	I	e
2	19 16	v	I	m		20 2	v	I	á
4	3 43	k	II	f	19	1 59	k	IV	e
5	22 50	k	II	á		3 36	k	IV	á
	23 7	k	II	e		4 8	v	IV	e
6	1 36	v	II	á		18 55	v	III	e
	1 49	v	II	e		19 55	v	III	á
7	2 53	k	I	á	20	3 34	k	II	e
	3 0	k	I	e		4 2	k	II	á
	19 58	v	II	m	21	21 44	k	II	m
8	0 14	k	I	f	22	1 5	v	II	f
	2 33	v	I	m		3 46	k	I	m
	21 22	k	I	á	23	0 54	k	I	e
	21 26	k	I	e		1 12	k	I	á
	22 27	k	III	f		3 9	v	I	e
	23 38	v	I	á		3 28	v	I	á
	23 41	v	I	e		19 24	v	II	e
9	1 57	v	III	m		20 5	v	II	á
	18 42	k	I	f		22 12	k	I	m
	20 59	v	I	m	24	0 47	v	I	f
10	21 29	v	IV	f		19 20	k	I	e
13	1 21	k	II	e		19 41	k	I	á
	1 26	k	II	á		21 35	v	I	e
	4 3	v	II	e		21 57	v	I	á
	4 12	v	II	á	25	19 16	v	I	f
14	4 44	k	I	e	26	18 59	k	III	e
	4 48	k	I	á		20 36	k	III	á
	19 29	k	II	m		22 13	v	III	e
	22 28	v	II	f		23 56	v	III	á
15	2 2	k	I	m	29	0 0	k	II	m
	4 24	v	I	f		3 43	v	II	f
	23 10	k	I	e	30	2 38	k	I	e
	23 17	k	I	á		3 8	k	I	á
						18 56	k	II	e
						19 56	k	II	á
						21 39	v	II	e
						22 40	v	II	á
						23 56	k	I	m

# VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)

Október 1986

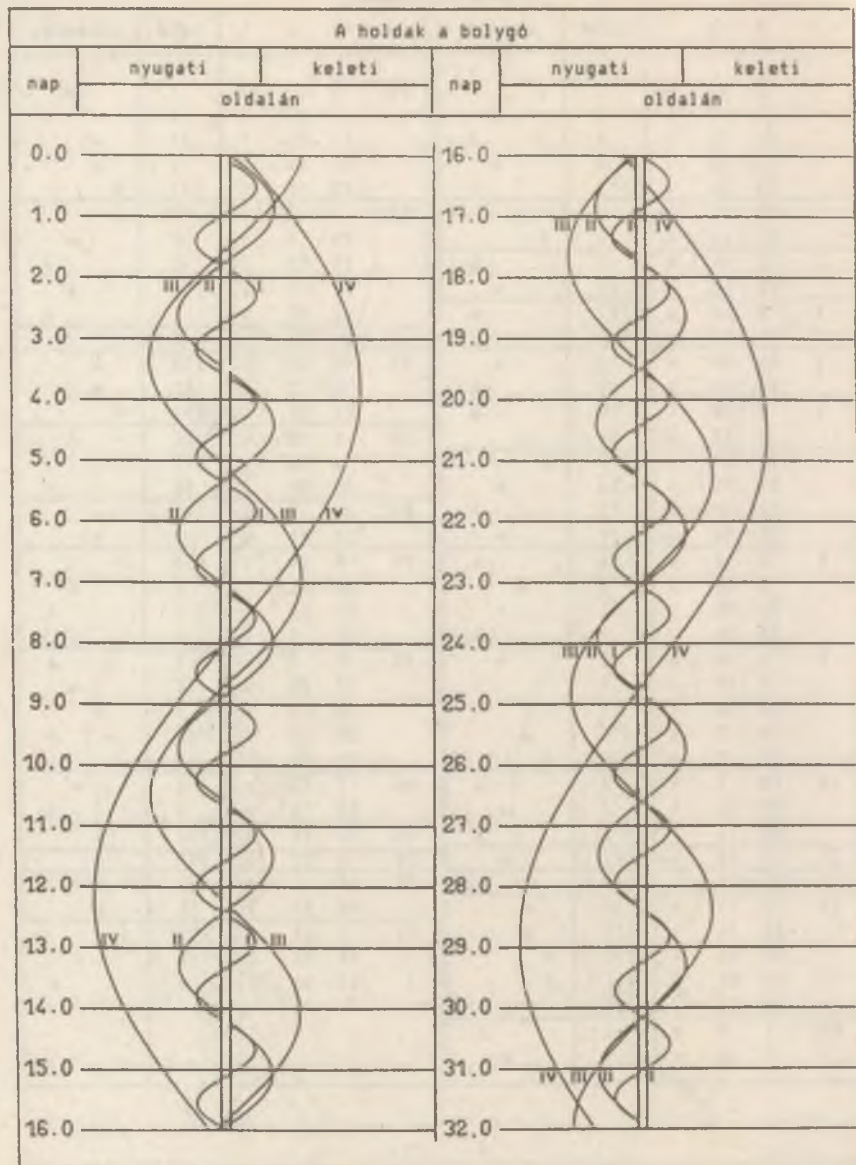


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Október 1986

d	h	m		hold	jelenség	d	h	m		hold	jelenség
1	2	42	v	I	f	16	0	37	k	I	e
	21	5	k	I	e		1	28	k	I	á
	21	37	k	I	á		17	46	k	II	m
	23	20	v	I	e		21	54	k	I	m
	23	52	v	I	á		22	18	v	II	f
2	18	22	k	I	m	17	1	0	v	I	f
	21	10	v	I	f		19	4	k	I	e
3	18	21	v	I	á		19	57	k	I	á
	22	18	k	III	e		21	19	v	I	e
4	0	38	k	III	á		22	12	v	I	á
	1	33	v	III	e	18	19	29	v	I	f
5	18	39	v	IV	e	21	18	45	k	III	m
	21	58	k	IV	á		22	5	v	III	m
6	0	50	v	IV	á		22	37	k	III	f
	2	17	k	II	m	22	1	50	k	II	e
7	17	54	v	III	f		1	55	v	III	f
	21	12	k	II	e		18	59	v	IV	á
	22	32	k	II	á	23	20	9	k	II	m
	23	56	v	II	e		23	41	k	I	m
8	1	15	v	II	á	24	0	57	v	II	f
	1	41	k	I	m		20	52	k	I	e
	22	50	k	I	e		21	52	k	I	á
	23	32	k	I	á		23	7	v	I	e
9	1	6	v	I	e	25	0	7	v	I	á
	1	48	v	I	á		17	45	v	II	e
	19	40	v	II	f		18	8	k	I	m
	20	7	k	I	m		19	44	v	II	á
	23	5	v	I	f		21	24	v	I	f
10	18	1	k	I	á	26	17	35	v	I	e
	19	32	v	I	e		18	36	v	I	á
	20	16	v	I	á	28	22	18	k	III	m
11	1	40	k	III	e	29	1	38	v	III	m
13	23	23	k	IV	m	30	17	51	v	IV	m
14	2	11	v	IV	m		22	34	k	II	m
	18	36	v	III	m	31	1	14	k	IV	f
	18	36	k	III	f		22	42	k	I	e
	21	55	v	III	f		23	48	k	I	á
	23	30	k	II	e						
15	1	8	k	II	á						
	2	14	v	II	e						

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
November 1986

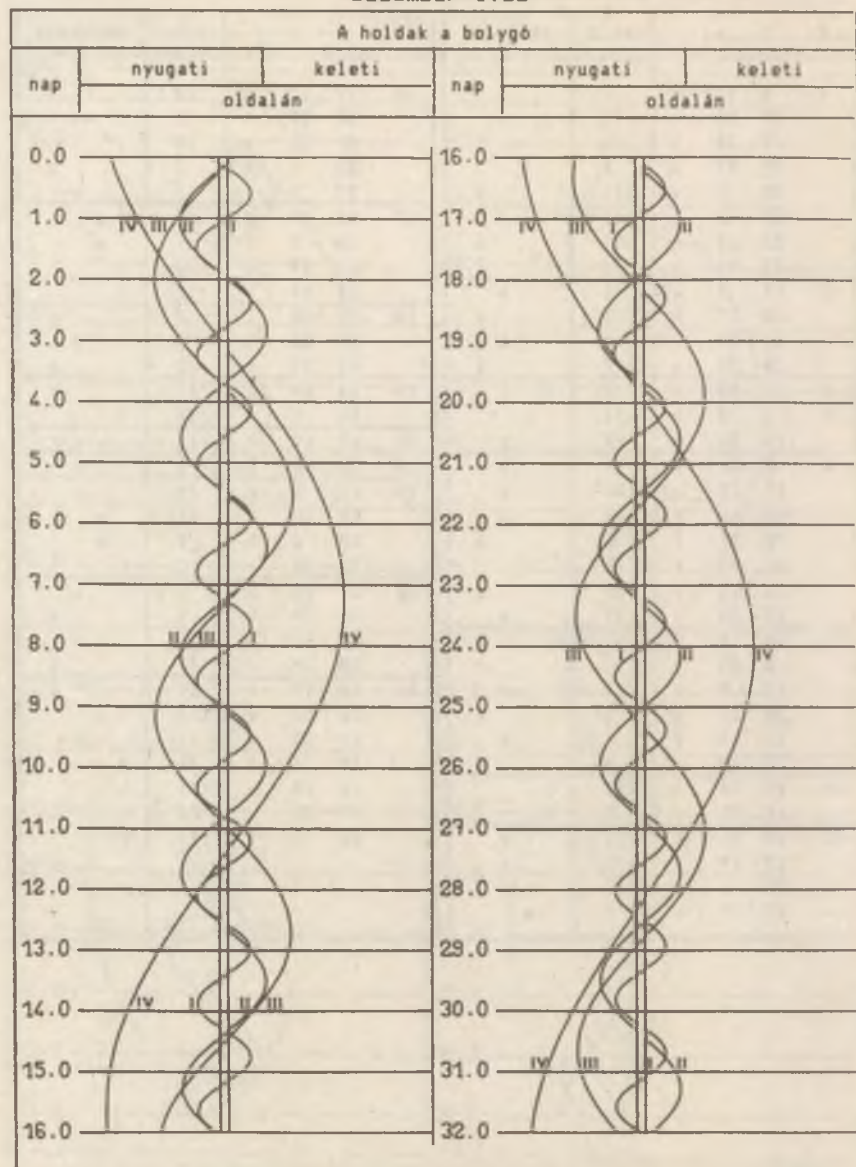


A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

November 1986

d	h	a	hold	jelenség	d	h	a	hold	jelenség		
1	0	57	v	I	e	16	19	35	k	IV	f
	17	25	k	II	e		20	53	k	I	e
	19	38	k	II	á		21	58	v	IV	f
	19	57	k	I	a		22	9	k	I	á
	20	3	v	III	á		23	8	v	I	e
	20	9	v	II	e	17	16	49	k	II	a
	22	19	v	II	á		18	7	k	I	a
	23	19	v	I	f		21	39	v	I	f
							22	13	v	II	f
2	17	9	k	I	e	18	16	38	k	I	á
	18	17	k	I	á		17	36	v	I	e
	19	24	v	I	e		18	53	v	I	á
	20	32	v	I	á	19	16	48	v	II	á
3	17	48	v	I	f		18	1	v	III	f
7	1	2	k	II	a	22	23	32	k	III	e
	22	54	k	IV	e	23	22	46	k	I	e
8	0	32	k	I	e	24	19	8	v	IV	e
	19	15	v	III	e		19	23	k	II	a
	19	51	k	II	e		20	0	k	I	a
	20	51	k	III	á		23	34	v	I	f
	21	47	k	I	a	25	17	15	k	I	e
	22	14	k	II	á		18	34	k	I	á
	22	35	v	II	e		19	30	v	I	e
							20	49	v	I	á
9	0	4	v	III	á	26	16	44	k	II	á
	0	55	v	II	á		16	44	v	III	a
	19	0	k	I	e		16	50	v	II	e
	20	13	k	I	á		18	3	v	I	f
	21	15	v	I	e		18	49	k	III	f
	22	28	v	I	á		19	24	v	II	á
							22	3	v	III	f
10	19	34	v	II	f						
	19	43	v	I	f						
15	19	41	k	III	e						
	22	19	k	II	e						
	23	1	v	III	e						
	23	39	k	I	a						

VI. A Jupiter-holdak helyzetei (világidőben)  
December 1986





A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

December 1986

d	h	a	hold	jelenség	d	h	a	hold	jelenség	
1	21	54	k	I	17	20	15	k	I	
	21	59	k	II		21	55	k	II	
2	19	10	k	I	18	17	32	k	I	
	20	30	k	I		18	52	k	I	
	21	25	v	I		19	47	v	I	
	22	45	v	I		21	6	v	I	
16	40	k	II	19		16	40	k	II	
17	19	k	III	18	18	v	I	f		
19	21	k	II	19	18	k	IV	m		
19	24	v	II	22	7	v	II	f		
19	58	v	I	f	21	16	30	v	II	
20	42	v	III	m	19	5	v	III	e	
22	0	v	II	á	21	8	k	III	á	
22	51	k	III	f	24	22	12	k	I	
4	17	13	v	I	á	25	19	30	k	I
5	16	50	v	II	f	20	40	k	I	e
9	21	6	k	I	21	46	v	I	e	
	22	27	k	I	á	26	16	42	k	I
10	18	10	k	I	19	24	k	II	m	
	19	17	k	II	20	13	v	I	f	
	21	21	k	III	m	27	17	31	v	I
	21	53	v	I	f	28	16	40	v	II
	21	57	k	II	á	18	12	k	IV	á
22	1	v	II	e	19	6	v	II	á	
11	16	56	k	I	á	19	29	v	IV	á
	17	50	v	I	e	19	57	k	III	e
	19	9	v	I	á					
12	19	29	v	II	f					
14	17	5	k	III	á					
	20	14	v	III	á					

VII. a A Mars centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága

0 <sup>h</sup> világidőkor												
Nap	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept.	Okt.	Nov.	Dec.
1	125	186	276	340	54	125	213	298	14	90	151	217
2	116	176	267	330	45	116	204	289	5	81	141	207
3	106	166	257	320	36	106	195	280	355	71	131	197
4	96	157	248	311	26	97	187	271	346	61	121	187
5	86	147	238	301	17	88	178	262	337	52	112	177
6	77	137	228	292	7	79	169	253	327	42	102	167
7	67	128	219	282	358	70	160	244	318	33	92	157
8	57	118	209	273	348	60	151	235	308	23	82	148
9	48	109	200	263	339	51	142	226	299	13	72	138
10	38	99	190	254	330	42	133	217	290	4	63	128
11	28	89	180	244	320	33	124	207	280	354	53	118
12	19	80	171	235	311	24	116	198	271	344	43	108
13	9	70	161	225	301	15	107	189	261	335	33	98
14	359	60	152	216	292	6	98	180	252	325	24	88
15	350	51	142	206	283	357	89	171	242	315	14	78
16	340	41	133	197	273	348	80	162	233	306	4	69
17	330	32	123	187	264	339	71	153	224	296	354	59
18	321	22	113	178	255	330	62	144	214	286	344	49
19	311	12	104	168	245	321	54	134	205	277	335	39
20	301	3	94	159	236	312	45	125	195	267	325	29
21	292	353	85	149	227	303	36	116	186	257	315	19
22	282	344	75	140	217	294	27	107	176	248	305	9
23	272	334	66	130	208	285	18	98	167	238	295	359
24	263	324	56	121	199	276	9	88	157	228	285	349
25	253	315	46	111	189	267	0	79	147	219	276	340
26	244	305	37	102	180	258	351	70	138	209	266	330
27	234	296	27	92	171	249	342	61	128	199	256	320
28	224	286	18	83	162	240	334	51	119	189	246	310
29	215		8	73	152	231	325	42	109	180	236	300
30	205		359	64	143	222	316	33	100	170	226	290
31	195		349		134		307	23		160		280

VII.b A Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága  
I. rendszer

0 <sup>h</sup> világidőkor												
Nap	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept	Okt.	Nov.	Dec.
1	317	163	258	106	159	11	68	285	145	205	61	115
2	114	321	55	264	317	169	226	83	303	3	219	272
3	272	119	213	62	114	327	24	241	101	161	16	70
4	70	276	11	220	272	125	182	39	259	319	174	228
5	227	74	169	17	70	283	340	197	57	117	332	26
6	25	232	326	175	228	80	138	356	215	275	130	183
7	182	29	124	333	26	238	296	154	13	73	288	341
8	340	187	282	130	183	36	94	312	171	231	86	139
9	138	345	79	288	341	194	252	110	329	29	243	297
10	295	142	237	86	139	352	50	268	127	187	41	94
11	93	300	35	244	297	150	208	66	285	345	199	252
12	251	98	192	41	95	308	6	224	83	143	357	50
13	48	255	350	199	252	106	164	22	241	301	155	207
14	206	53	148	357	50	264	321	180	39	99	313	5
15	4	211	305	155	208	61	119	338	197	257	110	163
16	161	8	103	312	6	219	277	136	355	54	268	321
17	319	166	261	110	164	17	75	294	153	212	66	118
18	116	324	58	268	321	175	233	92	311	10	224	276
19	274	121	216	66	119	333	31	250	109	168	22	74
20	72	279	14	223	277	131	189	48	267	326	179	231
21	229	76	172	21	75	289	347	206	65	124	337	29
22	27	234	329	179	233	87	145	4	223	282	135	187
23	185	32	127	337	31	245	303	162	21	80	293	344
24	342	189	285	134	188	43	101	320	179	238	90	142
25	140	347	82	292	346	200	259	118	337	36	248	300
26	298	145	240	90	144	358	57	276	135	193	46	97
27	95	302	38	248	302	156	215	74	293	351	204	255
28	253	100	195	46	100	314	13	232	91	149	1	53
29	50	353	203	258	112	171	30	249	307	159	211	
30	208	151	1	55	270	329	188	47	105	317	8	
31	6	309		213		127	346		263		166	

A centrálmeridián mozgása

	0 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
0	0	37	73	110	146	183	220	256	293	329	6	42
5	3	40	76	113	149	186	223	259	296	332	9	45
10	6	43	79	116	152	189	226	262	299	335	12	49
15	9	46	82	119	156	192	229	265	302	338	15	52
20	12	49	85	122	159	195	232	268	305	341	18	55
25	15	52	88	125	162	198	235	271	308	345	21	58
30	18	55	92	128	165	201	238	274	311	348	24	61
35	21	58	95	131	168	204	241	277	314	351	27	64
40	24	61	98	134	171	207	244	281	317	354	30	67
45	27	64	101	137	174	210	247	284	320	357	33	70
50	31	67	104	140	177	213	250	287	323	0	36	73
55	34	70	107	143	180	216	253	290	326	3	39	76

VII.c A Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága  
II. rendszer

8 <sup>h</sup> világidőkor												
Nap	Jan.	Febr.	Márc.	Ápr.	Máj.	Jún.	Júl.	Aug.	Szept	Okt.	Nov.	Dec.
1	69	39	280	252	76	52	239	220	203	35	14	199
2	219	189	70	42	226	202	30	11	353	185	164	349
3	9	339	220	192	16	352	180	161	144	335	314	139
4	159	129	10	342	166	142	330	311	294	126	104	289
5	309	279	160	133	316	292	121	102	84	276	255	79
6	99	69	310	283	107	83	271	252	235	66	45	229
7	249	219	100	73	257	233	61	43	25	217	195	19
8	39	10	250	223	47	23	212	193	176	7	345	169
9	189	160	41	13	197	173	2	343	326	157	135	320
10	339	310	191	163	347	324	152	134	117	308	286	110
11	129	100	341	313	137	114	303	284	267	98	76	260
12	279	250	131	103	288	264	93	75	57	248	226	50
13	69	40	281	253	78	54	243	225	208	39	16	200
14	219	190	71	43	228	205	34	15	358	189	166	350
15	9	340	221	194	18	355	184	166	149	339	316	140
16	159	130	11	344	168	145	334	316	299	129	107	290
17	309	280	161	134	318	295	125	107	89	280	257	80
18	99	70	311	284	109	86	275	257	240	70	47	230
19	249	220	101	74	259	236	65	47	30	220	197	20
20	39	10	251	224	49	26	216	198	180	11	347	170
21	189	160	41	14	199	177	6	348	331	161	137	321
22	339	310	191	164	349	327	157	139	121	311	288	111
23	129	100	341	315	140	117	307	289	272	101	78	261
24	279	250	132	105	290	267	97	80	62	252	228	51
25	69	40	282	255	80	58	248	230	212	42	18	201
26	219	190	72	45	230	208	38	20	3	192	168	351
27	9	340	222	195	20	358	188	171	153	342	318	141
28	159	130	12	345	171	149	339	321	303	133	108	291
29	309	280	162	135	321	299	129	112	94	283	259	81
30	99	70	312	286	111	89	280	262	244	73	49	231
31	249	220	102	75	261	237	70	52	31	223	199	21

A centrálmeridián mozgása

	0 <sup>h</sup>	1 <sup>h</sup>	2 <sup>h</sup>	3 <sup>h</sup>	4 <sup>h</sup>	5 <sup>h</sup>	6 <sup>h</sup>	7 <sup>h</sup>	8 <sup>h</sup>	9 <sup>h</sup>	10 <sup>h</sup>	11 <sup>h</sup>
0	0	36	73	109	145	181	218	254	290	326	3	39
5	3	39	76	112	148	184	221	257	293	329	6	42
10	6	42	79	115	151	187	224	260	296	332	9	45
15	9	45	82	118	154	190	227	263	299	335	12	48
20	12	48	85	121	157	193	230	266	302	339	15	51
25	15	51	88	124	160	196	233	269	305	342	18	54
30	18	54	91	127	163	199	236	272	308	345	21	57
35	21	57	94	130	166	202	239	275	311	348	24	60
40	24	60	97	133	169	205	242	278	314	351	27	63
45	27	64	100	136	172	208	245	281	317	354	30	66
50	30	67	103	139	175	212	248	284	320	357	33	69
55	33	70	106	142	178	214	251	297	323	0	36	72

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0	D 1986.0	Spektrum	
		magn.	fényév	h m s	" "		
$\alpha$	And	+2.2	136	00 07 39.6	+29 00 48	B8	III
$\beta$	Cas	+2.4	45	08 25.4	+59 04 22	F2	IV
$\gamma$	Peg	+2.9	570	12 30.8	+15 06 21	B2	IV
$\iota$	Cet	+3.8	325	18 42.8	-08 54 05	K2	III
$\beta$	Hyi	+2.9	21	25 01.3	-77 20 00	G1	IV
$\alpha$	Phe	+2.4	93	25 35.6	-42 22 55	K0	III
$\zeta$	Cas	+3.7	820	36 11.1	+53 49 12	B2.5	IV
$\delta$	And	+3.5	140	38 34.5	+30 47 05	K3	III
$\alpha$	Cas	+2.5	150	39 42.3	+56 27 39	K0	II
$\beta$	Cet	+2.2	62	42 53.2	-18 03 48	K1	III
$\eta$	Cas	+3.6	19	48 14.4	+57 44 32	G0	V
$\gamma$	Cas	+1.6v	96	55 51.3	+60 38 28	B0	IV
$\mu$	And	+3.9	102	55 58.3	+38 25 25	A5	V
$\eta$	Cet	+3.6	88	01 07 53.0	-10 15 22	K3	III
$\beta$	And	+2.4	76	08 56.6	+35 32 48	M0	III
$\delta$	Cet	+3.8	96	23 19.3	-08 15 19	K0	III
$\delta$	Cas	+2.8	115	24 53.4	+60 09 47	A5	V
$\eta$	Psc	+3.7	180	30 43.9	+15 16 26	G8	III
51	And	+3.8	155	37 07.6	+48 33 28	K3	III
$\alpha$	Eri	+0.6	140	37 11.7	-57 18 27	B5	IV
$\tau$	Cet	+3.7	12	43 25.1	-16 00 40	G8	V
$\zeta$	Cet	+3.9	135	50 46.1	-10 24 14	K2	III
$\alpha$	Tri	+3.6	65	52 16.8	+29 30 40	F6	IV
$\epsilon$	Cas	+3.4	520	53 22.5	+63 36 06	B3	III
$\beta$	Ari	+2.7	52	53 51.8	+20 44 24	A5	V
$\alpha$	Hyi	+3.0	80	58 19.7	-61 38 16	F0	V
$\gamma$	And	+2.3	260	02 03 02.1	+42 15 47	K3	II
$\alpha$	Ari	+2.2	76	06 22.8	+23 23 48	K2	III
$\beta$	Tri	+3.1	270	08 42.3	+34 55 18	A5	III
$\alpha$	UMi	+2.1	680	17 42.3	+09 12 04	F8	Ib
$\circ$	Cet	+2.0v	250	18 38.2	-03 02 26	gM6e	
$\gamma$	Cet	+3.6	68	42 34.4	+03 10 38	A2	
41	Ari	+3.7	105	49 09.4	+27 12 13	B8	
$\eta$	Per	+4.0	820	49 40.0	+55 50 17	K3	Ib + B9 V
$\delta$	Eri	+3.4	120	57 43.8	-40 21 38	A3	V
$\alpha$	Cet	+2.8	1100	03 01 32.7	+04 02 07	M2	III
$\gamma$	Per	+3.1	300	03 46.5	+53 27 09	G8	III + A3
$\varrho$	Per	+3.3v	410	04 16.5	+38 47 12	M4	II-III
$\beta$	Per	+2.2v	88	07 15.2	+40 54 09	B8	5
$\alpha$	For	+4.0	47	11 28.5	-29 02 31	F8	IV

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0			D 1986.0		Spektrum
		magn.	fényév	h	m	s	"	"	
$\alpha$	Per	+1.9	115	03	23	19.0	+49	48 44	F5 Ib
$\sigma$	Tau	+3.8	300		24	03.5	+08	58 49	G8 III
$\xi$	Tau	+3.8	190		26	24.5	+09	41 04	B8 V
$\epsilon$	Eri	+3.8	11		32	16.2	-09	30 18	K2 V
$\delta$	Per	+3.1	450		41	55.4	+47	44 37	B5 III
$\delta$	Eri	+3.7	30		42	34.6	-09	48 38	K0 IV
$\sigma$	Per	+3.9	200		43	26.2	+32	14 41	B1 III
17	Tau	+3.8	170		44	02.5	+24	04 12	B6 III
$\nu$	Per	+3.9	230		44	14.3	+42	32 07	F5 II
$\eta$	Tau	+3.0	650		46	39.0	+24	03 45	B7 III
27	Tau	+3.0	300		48	19.6	+24	00 41	B8 III
$\zeta$	Per	+2.9	450		53	14.9	+31	50 34	B1 Ib
$\epsilon$	Per	+3.0	1100		56	54.6	+39	58 14	B0.5 V
$\gamma$	Eri	+3.2	1100		57	22.5	-13	32 52	M0 III
$\lambda$	Tau	+3.8v	450		59	54.1	+12	27 06	B3 V + A4 IV
$\nu$	Tau	+3.9	150	04	02	24.6	+05	57 04	A1 V
4B	Per	+4.0	220		07	38.4	+47	40 34	B3p
$\gamma$	Tau	+3.9	130		18	59.7	+15	35 40	K0 III
$\delta$	Tau	+3.9	200		22	07.5	+17	30 38	K1 III
$\epsilon$	Tau	+3.6	180		27	47.8	+19	09 01	K0 III
$\delta^*$	Tau	+3.6	130		27	51.6	+15	50 26	A7n IV
$\alpha$	Tau	+1.1	68		35	06.9	+16	28 55	K5 III
53	Eri	+4.0	91		37	32.3	-14	19 51	K0
$\pi^3$	Ori	+3.3	26		49	04.7	+06	56 15	F6 V
$\pi^4$	Ori	+3.8	1600		50	27.5	+05	34 55	B2 III
$\pi^5$	Ori	+3.9	1600		53	31.2	+02	25 06	B2 III
$\iota$	Aur	+2.9	220		56	04.8	+33	08 42	K3 II
$\epsilon$	Aur	+3.1v	800	05	00	57.7	+43	48 13	F0p Ia
$\zeta$	Aur	+3.9	1600		01	29.8	+41	03 23	K5 II + B
$\epsilon$	Lep	+3.3	550		04	52.0	-22	23 21	K5 III
$\eta$	Aur	+3.3	250		05	31.8	+41	13 00	B3 V
$\beta$	Eri	+2.9	78		07	09.6	-05	06 14	A3 III
$\beta$	Ori	+0.3	1100		13	51.8	-08	13 02	B8 Ia
$\alpha$	Aur	+0.2	45		15	39.2	+45	59 06	G8 III + F
$\tau$	Ori	+3.7	400		16	55.5	-06	51 32	B5 III
$\eta$	Ori	+3.4	820		23	46.3	-02	24 33	B0.5 V
$\gamma$	Ori	+1.7	126		24	22.7	+06	20 16	B2 III
$\beta$	Tau	+1.8	170		25	24.3	+28	35 48	B7 III
$\beta$	Lep	+3.0	235		27	38.7	-20	46 12	G5 III
$\delta$	Ori	+2.5	800		31	17.4	+00	00 03	O9.5 II

VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0	D 1986.0	Spektrum
		magn.	fényév	h m s	" "	
α	Lep	+2.7	1600	05 32 06.7	-17 49 54	F0 Ib
λ <sup>1</sup>	Ori	+3.7	550	34 21.9	+09 55 32	O8 + B0.5 V
ι	Ori	+2.9	150	34 44.8	-05 55 06	O9 III
ε	Ori	+1.8	1600	35 30.1	-01 12 37	B0 Ia
ζ	Tau	+3.0	540	36 48.4	+21 08 06	B2p III
σ	Ori	+3.8	1600	38 02.5	-02 36 27	O9.5 V
α	Col	+2.8	150	39 08.5	-34 04 52	B8e V
γ <sup>1</sup>	Ori	+2.1	150	40 03.1	-01 56 57	O9.5 Ib
χ	Lep	+3.8	27	43 52.7	-22 27 08	F6 V
*	Ori	+2.2	365	47 05.5	-09 40 26	B0.5 Ia
δ	Lep	+3.9	150	50 43.1	-20 52 46	G8 III
α	Ori	+0.1v	650	54 24.8	+07 24 19	M2 Iab
γ	Lep	+3.8	53	55 45.9	-14 10 11	F0 V
δ	Aur	+3.9	165	58 22.4	+54 17 06	K0 III
β	Aur	+2.1	88	58 30.1	+44 56 50	A2 V
θ	Aur	+2.7	180	58 45.9	+37 12 45	B9.5p V
γ	Gem	+3.2v	250	06 14 01.9	+22 30 42	M3 III
ζ	CMa	+3.1	250	19 46.5	-30 03 24	B2.5 V
β	CMa	+2.0	235	22 04.9	-17 56 54	B1 II-III
μ	Gem	+3.2	205	22 06.8	+22 31 18	M3 III
α	Car	-0.9	190	23 38.5	-52 41 16	F0 Ib-II
γ	Gem	+1.9	91	36 54.2	+16 24 43	A1 IV
ε	Gem	+3.2	360	43 04.2	+25 08 45	G8 Ib
κ	Gem	+3.4	64	44 30.2	+12 54 41	F5 IV
α	CMa	-1.6	9	44 31.9	-16 41 46	A1 V
τ	Pup	+2.8	130	49 35.3	-50 35 52	K0 III
θ	Gem	+3.6	155	51 52.0	+33 58 45	A3 III
ε	CMa	+1.6	680	58 04.5	-28 57 09	B2 II
ο <sup>2</sup>	CMa	+3.1	470	07 02 26.3	-23 48 44	B3 Ia
ζ	Gem	+3.7v	800	03 16.7	+20 35 30	F7 Ib
δ	CMa	+2.0	1100	07 49.3	-26 22 13	F8 Ia
π	Pup	+2.7	140	16 38.8	-37 04 19	K4 III
λ	Gem	+3.7	80	17 17.3	+16 33 59	A3 V
δ	Gem	+3.5	55	19 17.2	+22 00 32	F0 IV
γ	CMa	+2.4	270	23 32.4	-29 16 31	B5 Ia
ι	Gem	+3.9	105	24 51.5	+27 49 36	K0 III
β	CMi	+3.1	180	26 23.5	+08 19 06	B8e V
α	Gem	+2.0v	49	33 42.4	+31 55 12	A1 V + A1m
α	CMi	+0.5	12	38 34.2	+05 15 43	F5 IV-V
*	Gem	+3.7	130	43 36.2	+24 25 56	G8 III

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0			D 1986.0		Spektrum
		magn.	fényév	h	m	s	"	"	
β	Gem	+1.2	35	07	44	27.6	+28	03 39	K0 III
ξ	Pup	+3.5	1100	48	42.3		-24	49 27	B3 Ib
ζ	Pup	+2.3	800	08	03	05.5	-39	57 48	O5f
ϑ	Pup	+2.9	105	06	56.8		-24	15 48	F6 pII
γ	Vel	+1.9	550	09	06.0		-47	17 42	WC 7 + B1 IV
β	Cnc	+3.8	230	15	45.4		+09	13 46	K4 III
ε	Car	+1.7	330	22	13.7		-59	27 51	K0 II + B
Br	1197 Hya	+4.0	170	24	57.6		-03	51 37	A0
ο	Uma	+3.5	800	29	06.5		+60	45 57	G5 II - III
α	Pyx	+3.7	460	43	01.7		-33	08 08	B1.5 III
δ	Vel	+2.0	76	44	19.0		-54	39 24	A0 V
ε	Hya	+3.5	250	46	02.1		+06	28 15	G0 III + gF7
ζ	Hya	+3.3	115	54	39.2		+05	59 58	K0 II - III
ι	UMA	+3.1	49	58	15.2		+48	05 50	A7 V
κ	UMA	+3.7	330	09	02	40.4	+47	12 45	A1n V
λ	Vel	+2.2	220	07	28.0		-43	22 32	K4 Ib - IIa
β	Car	+1.8	86	13	03.2		-69	39 34	A1 V
ϑ	Hya	+3.3	170	13	38.1		+02	22 26	B9.5p V
ι	Car	+2.3	300	16	42.9		-59	12 59	F0 Ib
36	Lyn	+3.8	99	17	58.5		+36	51 45	A3 V
α	Lyn	+3.3	155	20	12.3		+34	27 08	M0 III
α	Hya	+2.2	190	26	53.9		-08	35 51	K3 III
23	UMA	+3.8	96	30	26.1		+63	07 25	F0
N	Vel	+3.0	220	30	47.7		-56	58 20	K3 III
ϑ	UMA	+3.3	63	31	55.6		+51	44 31	F6 Iv
ο	Leo	+3.8	120	40	24.2		+09	57 23	A5 V + F8 III
ε	Leo	+3.1	340	45	03.5		+23	50 21	G0 II
υ	UMA	+3.9	91	50	00.1		+59	06 19	F2 IV
η	Leo	+3.6	1600	10	06	34.2	+16	49 53	A0 Ib
α	Leo	+1.3	84	07	37.6		+12	02 10	B7 V
λ	Hya	+3.8	155	09	54.3		-12	17 04	K0 III
ζ	Leo	+3.7	360	15	54.7		+23	29 15	F0 III
λ	UMA	+3.5	155	16	15.3		+42	59 05	A2 IV
γ <sup>1</sup>	Leo	+2.6	170	19	12.1		+19	54 46	K0 III/G7 III
μ	UMA	+3.2	105	21	29.9		+41	34 13	M0 III
ϑ	Leo	+3.9	650	32	04.4		+09	22 44	B1 Ib
ϑ	Car	+3.0	470	42	27.3		-64	19 15	O9.5 V
μ	Vel	+2.8	150	46	09.9		-49	20 45	B5 III
ν	Hya	+3.3	150	48	55.9		-16	07 13	K2 III
46	LMi	+3.9	190	52	31.8		+34	17 26	K1 III - IV



## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0			D 1986.0			Spektrum
		magn.	fényév	h	m	s	°	'	"	
β	UMa	+2.4	78	11 01 00.1			+56	27	27	A1 V
α	UMa	+2.0	105	02 52.3			+61	49	36	K0 III
ψ	UMa	+3.2	93	08 52.7			+44	34	29	K1 III
δ	Leo	+2.6	82	13 21.8			+20	36	02	A4 V
θ	Leo	+3.4	170	13 30.3			+15	30	22	A2 V
ν	UMa	+3.7	230	17 43.4			+33	10	15	K3 III
δ	Crt	+3.8	170	18 38.3			-14	42	10	G8 III - IV
ι	Leo	+4.0	69	23 11.7			+10	36	23	F2 IV
μ	Hya	+3.7	170	32 18.7			-31	46	48	G7 III
χ	UMa	+3.9	230	45 18.8			+47	51	25	K0 III
β	Leo	+2.2	43	48 20.8			+14	39	01	A3 V
β	Vir	+3.8	33	49 57.8			+01	50	37	F8 V
γ	UMa	+2.5	165	53 05.8			+53	46	21	A0 V
δ	Cen	+2.9	165	12 07 37.7			-50	38	40	B2e V
ε	Crv	+3.2	165	09 24.1			-22	32	31	K2 III
δ	Cru	+3.1	550	14 23.7			-58	40	15	B2 IV
δ	UMa	+3.4	63	14 44.2			+57	06	37	A3 V
γ	Crv	+2.8	135	15 05.0			-17	27	51	B8 III
η	Vir	+4.0	330	19 11.3			-00	00	20	A2 V
α	Cru A	+1.6	400	25 48.7			-63	01	17	B1 IV + B1 V
γ	Cru	+1.6	220	30 22.9			-57	02	05	M3 II
κ	Dra	+3.9	330	32 53.4			+69	51	55	B5e III
β	Crv	+2.8	120	33 38.9			-23	19	09	G5 III
α	Mus	+2.9	220	36 20.2			-69	03	30	B3 IV
γ	Cen	+2.4	330	40 44.3			-48	52	58	A0 III
γ	Vir	+3.7 <sub>v</sub>	35	40 57.0			-01	22	22	F0 V + F0 V
β	Cru	+1.5	470	46 53.7			-59	36	44	B0.5 IV
ε	UMa	+1.7	400	53 24.9			+56	02	08	A0p V
δ	Vir	+3.7	190	54 53.8			+03	28	24	M3 III
α	CVn	+2.9	140	55 22.4			+38	23	37	B9.5p I + F0 V
ε	Vir	+3.0	91	13 01 28.7			+11	02	03	G9 II - III
γ	Hya	+3.3	155	18 09.4			-23	05	53	G8 III
ι	Cen	+2.9	73	19 48.4			-36	38	19	A2 V
ζ	UMa	+2.4	80	23 21.7			+54	59	53	A2 V + A2 V
α	Vir	+1.2	170	24 27.2			-11	05	19	B1 V + B3 V
ζ	Vir	+3.4	93	33 58.7			-00	00	18	A3 V
ε	Cen	+2.6	270	38 59.6			-53	23	44	B1 V
η	UMa	+1.9	115	46 59.3			+49	22	58	B3 V
η	Boo	+2.8	32	54 01.0			+18	28	03	G0 IV
ζ	Cen	+3.1	250	54 39.6			-47	13	11	B2 IV

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0			D 1986.0			Spektrum
		magn.	fényév	h	m	s	"	"	"	
$\beta$	Cen	+0.9	200	14	02	49.6	-60	10	21	B1 II
$\alpha$	Dra	+3.6	300		04	00.5	+64	26	33	A0 III
$\pi$	Hya	+3.5	84		05	34.2	-26	36	55	K2 III
$\delta$	Cen	+2.3	55		05	51.3	-36	18	05	K0 III - IV
$\alpha$	Boo	+0.2	36		15	01.4	+19	15	20	K2p III
$\rho$	Boo	+3.8	130		31	13.5	+30	25	57	K3 III
$\gamma$	Boo	+3.0	200		31	30.8	+38	22	08	A7 III
$\eta$	Cen	+2.7	270		34	36.7	-42	05	49	B1.5ne V
$\alpha$	Cen	+0.3v	4		38	39.0	-60	46	42	G2 V + K5 V
$\zeta$	Boo	+3.9	470		40	28.7	+13	47	16	A2 III
$\alpha$	Lup	+2.9	360		40	59.5	-47	19	43	B1 III
$\mu$	Vir	+4.0	84		42	19.2	-05	35	52	F3 IV
$\epsilon$	Boo	+2.7	250		44	22.5	+27	07	58	K0 II-III+A2 V
109	Vir	+3.8	110		45	32.3	+01	57	05	A0 V
$\alpha^2$	Lib	+2.9	67		50	06.1	-15	59	03	A3 IV
$\beta$	UMi	+2.2	105		50	44.1	+74	12	46	K4 III
$\beta$	Lup	+2.8	270		57	36.5	-43	04	42	B2 IV
$\beta$	Boo	+3.6	150	15	01	25.0	+40	26	43	G8 III
$\sigma$	Lib	+3.4	58		03	14.8	-25	13	39	M4 III
$\delta$	Boo	+3.5	115		14	56.2	+33	22	00	G8 III
$\beta$	Lib	+2.7	150		16	15.1	-09	19	55	B8 V
$\gamma$	TrA	+3.1	650		17	35.3	-68	37	44	A1 V
$\gamma$	UMi	+3.1	180		20	44.5	+71	53	02	A3 II - III
$\eta^1$	Lup	+3.6	400		20	54.8	-36	12	41	K5 III
$\zeta$	Dra	+3.5	100		24	36.9	+59	00	53	K2 III
$\beta$	CrB	+3.7	105		27	15.0	+29	09	12	F0p III
$\alpha$	CrB	+2.3	76		34	05.6	+26	45	41	A0 V
$\gamma$	Lup	+3.0	400		34	12.2	-41	07	14	B2n V
$\nu$	Lib	+3.8	88		36	10.3	-28	05	22	K3 III
$\gamma$	CrB	+3.9	125		42	09.2	+26	20	22	A1s V
$\alpha$	Ser	+2.8	71		43	34.6	+06	28	09	K2 III
$\beta$	Ser	+3.7	96		45	32.4	+15	27	54	A3 V
$\mu$	Ser	+3.6	3000		48	53.2	-03	23	17	A0 V
$\epsilon$	Ser	+3.8	99		50	06.9	+04	31	09	A2n
$\gamma$	Ser	+3.9	41		55	48.2	+15	42	25	F6 V
$\pi$	Sco	+3.0	650		58	00.1	-26	04	28	B1 V + B2
$\delta$	Sco	+2.5	71		59	30.2	-22	34	57	B0 V
$\beta$	Sco	+2.9	800	16	04	37.2	-19	46	04	B0.5 V + B2 V
$\delta$	Dph	+3.0	130		13	36.6	-03	39	32	M1 III
$\epsilon$	Dph	+3.3	91		17	34.7	-04	39	33	G9 III

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		$m$	$r$	RA 1986.0	D 1986.0	Spektrum	
	magn.	fényév	h m s	" "	" "		
$\tau$	Her	+3.9	120	16 19 19.1	+46 20 47	B5	IV
$\sigma$	Sco	+3.0 <sub>v</sub>	360	20 20.1	-25 33 36	B1	III
$\gamma$	Her	+3.8	220	21 18.1	+19 11 07	A9	III
$\eta$	Dra	+2.9	76	23 47.9	+61 32 44	B8	III
$\alpha$	Sco	+1.2	170	28 32.8	-26 24 06	M1	Ia + dB4
$\beta$	Her	+2.8	190	29 37.0	+21 31 10	B8	III
$\lambda$	Oph	+3.9	3000	30 12.3	+02 00 50	A1	V
$\zeta$	Sco	+2.9	230	35 00.5	-28 11 16	B0	V
$\tau$	Oph	+2.7	550	36 23.1	-10 32 22	09.5	V
$\xi$	Her	+3.0	32	40 45.5	+31 37 39	B0	IV
$\eta$	Her	+3.6	62	42 24.8	+38 56 54	G7	III - IV
$\alpha$	TrA	+1.9	140	47 10.4	-69 00 12	K4	III
$\epsilon$	Sco	+2.4	67	49 15.3	-34 16 07	K2.5	III
$\kappa$	Oph	+3.4	126	57 00.2	+09 23 46	K2	III
$\zeta$	Ara	+3.1	91	57 27.4	-55 58 09	K5	III
$\epsilon$	Her	+3.9	150	59 45.1	+30 56 47	A0	V
$\zeta$	Dra	+3.2	190	17 08 44.5	+65 43 55	B6	III
$\eta$	Oph	+2.6	69	09 34.4	-15 42 30	A2	V
$\alpha$	Her	+3.5	55	14 00.5	+14 24 20	M5	II + 65 III
$\delta$	Her	+3.2	96	14 27.3	+24 51 19	A3 <sub>n</sub>	V
$\pi$	Her	+3.4	165	14 33.5	+36 49 28	K3	II
$\theta$	Oph	+3.4	400	21 08.9	-24 59 11	B2	IV
$\beta$	Ara	+2.8	126	24 08.0	-55 31 04	K3	Ib
$\beta$	Dra	+3.0	360	30 06.8	+52 18 41	G2	II
$\alpha$	Ara	+3.0	3000	30 45.4	-49 51 58	B2.5	V
$\lambda$	Sco	+1.7	270	32 39.4	-37 05 40	B1	V
$\alpha$	Oph	+2.1	58	34 17.0	+12 34 11	A5	III
$\theta$	Sco	+2.0	165	36 18.6	-42 59 24	F0	Ib
$\iota$	Her	+3.8	1600	39 04.1	+46 00 48	B3	V
$\kappa$	Sco	+2.5	360	41 31.0	-39 01 26	B2	IV
$\beta$	Oph	+2.9	126	42 46.8	+04 34 20	K2	III
$\mu$	Her	+3.5	28	45 54.6	+27 43 43	G5	IV
$\gamma$	Oph	+3.7	102	47 11.3	+02 42 43	A0	V
$\xi$	Sco	+3.3	102	48 54.2	-37 02 23	K1	III
$\xi$	Dra	+3.9	105	53 17.0	+56 52 28	K2	III
$\theta$	Her	+4.0	400	55 46.3	+37 15 07	K1	II
$\gamma$	Dra	+2.4	165	56 16.7	+51 29 25	K5	III
$\xi$	Her	+3.8	220	57 13.2	+29 14 56	K0	III
$\nu$	Oph	+3.5	220	58 15.2	-09 46 22	G9	III
67	Oph	+4.0	3000	59 56.5	+02 55 53	B5	Ib

## VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag		m	r	RA 1986.0			D 1986.0		Spektrum
		magn.	fényév	h	m	s	°	'	
Y	Sgr	+3.1	180	18	04	54.4	-30	25 30	K0 - III
72	Oph	+3.7	88	06	41.1		+09	33 40	A4s IV
o	Her	+3.8	250	06	59.7		+28	45 36	B9.5 V
ó	Sgr	+2.8	84	20	05.8		-29	50 06	K2 III
7	Ser	+3.4	60	20	35.1		-02	54 11	K0 III - IV
z	Dra	+3.7	25	21	18.3		+72	43 38	F7 V
109	Her	+3.9	135	23	06.0		+21	45 46	K2 III
ε	Sgr	+2.0	220	23	14.5		-34	23 32	A0 V
λ	Sgr	+2.9	71	27	06.3		-25	25 49	K2 III
α	Lyr	+0.1	36	36	27.8		+38	46 12	A0 V
β	Lyr	+3.4 <sub>y</sub>	1100	49	33.7		+33	20 45	Bpe
σ	Sgr	+2.1	155	54	23.8		-26	18 54	B2 V
R	Lyr	+4.0 <sub>v</sub>	550	54	54.4		+43	55 38	M5 III
ξ <sup>2</sup>	Sgr	+3.6	550	56	53.6		-21	07 33	K1 III
γ	Lyr	+3.3	300	58	25.1		+32	40 11	B9 III
ζ	Sgr	+2.7	170	19	01	43.2	-29	54 04	A2 III
ζ	Aql	+3.0	91	04	45.9		+13	50 31	B9.5n V
λ	Aql	+3.6	130	05	30.3		-04	54 15	B9n V
π	Sgr	+3.0	200	08	55.8		-21	02 48	K1 III
ó	Dra	+3.2	115	12	33.1		+67	38 13	G9 III
κ	Cyg	+4.0	180	16	46.6		+53	20 32	G9 III
ó	Aql	+3.4	49	24	47.4		+03	05 10	F0 IV
ι	Cyg	+3.9	200	29	21.1		+51	41 58	A5n V
β	Cyg	+3.2	330	30	09.3		+27	55 47	K3 II + B0 V
ó	Cyg	+3.0	155	44	32.2		+45	05 46	B9.5 III
γ	Aql	+2.8	550	45	35.6		+10	34 43	K3 II
ó	Sge	+3.8	400	46	45.7		+18	29 57	M2 II + A0 V
ε	Dra	+4.0	330	48	13.4		+70	13 56	G8 III
α	Aql	+0.9	17	50	05.9		+08	49 50	A7 IV - V
7	Aql	+3.7 <sub>v</sub>	650	51	45.5		+00	00 09	F6 Ib
β	Aql	+3.9	49	54	37.4		+06	22 17	B8 IV
7	Cyg	+4.0	360	55	46.8		+35	02 45	K0 III
γ	Sge	+3.7	300	58	08.0		+19	27 13	K5 III
δ	Aql	+3.4	400	20	10	34.9	+00	00 11	B9.5 III
310 <sup>2</sup>	Cyg	+4.0	400	13	11.3		+46	41 55	K3 Ib + A3
α <sup>2</sup>	Cap	+3.8	99	17	16.6		-12	35 20	G9 III
γ	Cyg	+2.3	550	21	43.4		+40	12 41	F8 Ib
α	Pav	+2.1	230	21	43.5		+40	12 41	B3 IV
ε	Del	+4.0	200	32	32.6		+11	15 19	B6 III
β	Del	+3.7	126	36	53.5		+14	32 45	F5 IV

VIII. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4.0)

Csillag	m	r	RA			D			Spektrum
			1986.0			1986.0			
	magn.	fényév	h	m	s	°	'	"	
α DeI	+3.9	1600	20	38	59.2	+15	51	44	B9 V
α Cyg	+1.3	800	40	57.2		+45	13	48	A2 Ia
γ Cep	+3.6	46	45	00.3		+61	47	02	K0 IV
ε Cyg	+2.6	74	45	38.6		+33	55	02	K0 III
ε Aqr	+3.8	220	46	55.0		-09	32	51	A2 V
ξ Cyg	+3.9	1600	21	04	25.2	+43	52	18	K5 Ib
ζ Cyg	+3.4	155	12	20.3		+30	10	09	G8 II
τ Cyg	+3.8	71	14	13.8		+37	59	07	F0 IV
α Cep	+2.6	52	18	14.7		+62	31	34	A7 IV - V
ζ Cep	+3.9	550	25	52.1		-22	28	21	G4p Ib
β Cep	+3.3	650	28	28.9		+70	29	57	B2 III
β Aqr	+3.1	1100	30	49.3		-05	38	00	G0 Ib
γ Cap	+3.8	130	39	18.9		-16	43	34	F0p III
ε Peg	+2.5	820	43	29.8		+09	48	38	K2 Ib
δ Cap	+3.8	50	46	16.1		-16	11	28	A6m
γ Gru	+3.2	400	53	05.0		-37	25	52	B8 III
α Aqr	+3.2	1100	22	05	03.8	+00	00	18	G2 Ib
ι Peg	+4.0	44	06	21.4		+25	16	35	F5 V
α Gru	+2.2	64	07	21.3		-47	01	45	B5 V
φ Peg	+3.7	78	09	29.5		+06	07	43	A3n V
ζ Cep	+3.6	165	10	22.0		+58	07	55	K1 Ib
α Tuc	+2.9	170	17	33.1		-60	19	47	K3 III
γ Aqr	+4.0	82	20	55.9		-01	27	29	A9 III
δ Cep	+3.7v	650	28	38.9		+58	20	36	F5 Ib
α Lac	+3.9	91	30	42.7		+50	12	37	A1 V
ζ Peg	+3.6	190	40	45.7		+10	45	29	B8 V
β Gru	+2.2	1100	41	50.1		-46	57	30	M5 III
γ Peg	+3.1	230	42	20.6		+30	08	52	B8 II-III + F0
ι Cep	+3.7	91	49	10.7		+66	07	36	K1 III
μ Peg	+3.7	102	49	19.5		+24	31	39	B8 III
λ Aqr	+3.8	270	51	53.0		-07	39	16	M2 III
δ Aqr	+3.5	84	53	54.4		-15	53	44	A3 V
α PsA	+1.3	23	56	52.7		-29	41	48	A3 V
ο And	+3.5v	470	23	01	16.4	+42	15	02	B5 III + A2p
β Peg	+2.1v	220	03	05.6		+28	00	24	M2 II - III
α Peg	+2.6	110	04	03.7		+15	07	47	B9 V
BE Aqr	+3.8	650	08	42.0		-21	14	55	K2 II
γ Psc	+3.9	130	16	26.3		+03	12	20	B6 III
λ And	+4.0	76	36	52.5		+46	22	57	B8 III - IV
γ Cep	+3.4	51	38	45.8		+77	33	15	K1 IV

## MAGYARÁZAT A TÁBLÁZATOKHOZ

A táblázatos részt, mint az eddigi években is, az MTA Csillagászati Kutató Intézete napfizikai obszervatóriumának kutatói készítették. 1986-ra azonban az alapul szolgáló külföldi csillagászati évkönyvek késése és a nyomdai átfutási idő miatt a teljes táblázatos anyag számítása Debrecenben történt. Ez alól kivétel a VI. táblázat (Jupiter-holdak), amelyet a párizsi Bureau des Longitudes által megküldött eredményekből állítottuk össze.

A rendelkezésre álló csekély számítástechnikai kapacitás (egy Sinclair ZX Spectrum és egy Epson RX 80 nyomtató), bizonyos változtatásokat tett szükségessé az eddigi elrendezésen. Más változtatásokat a felhasználók kérései alapján hajtottuk végre. Lényeges újítás, hogy a táblázatokat már nyomdakész állapotra hoztuk, a számítógép által kinyomtatott eredményeket fotografikus úton sokszorosítottuk. Ez megszüntette a szedés közben keletkező nyomdahibák lehetőségét.

Az említett számítógép teljesítményéből következően a bolygók helyzetét csak a legfontosabb perturbációk figyelembevételével, 0,01 fok pontossággal számoltuk ki. Mivel a koordinátákat úgyis ívperc pontosságra közzöltük eddig is, ez nem okoz változást. A csillagidő megadásának pontosságát 0,1<sup>s</sup>-ra csökkentettük, mivel nem valószínű, hogy a felhasználóknak igényük van az ezredmásodperces pontosságra például változócsillag-észlelésnél. A nyomtatás sajátossága miatt a táblázatokban a magyar szabvány által előírt tizedesvessző helyett tizedespont szerepel, de reméljük, hogy ez nem okoz zavart.

Alig változott az I. táblázat, a naptári rész. A bal oldalra került a Julián-nap, a nyomtató karekterkészlete miatt a holdfázisok jelölése: ● — újhold, D — első negyed, ○ — telihold, C — utolsó negyed. A jobb oldalon a csillagidőről már volt szó, ennek rováására bővítettük a táblázatot a Hold látszó sugarának és a Földtől való távolságának (földsugarban; 6378 km) megadásával. Ezeket az adatokat eddig a lényegesen ritkábban megadott látszó sugar-adatakból lehetett kiszámolni (volt III. táblázat).

Változatlan maradt a II. táblázat, amely a Carrington-féle heliografikus koordinátahálózat adatait adja meg a Nap megfigyeléséhez.

A III. táblázat a volt VIII. és részben a VII. táblázat anyagát tartalmazza, a Merkúr, Vénusz és Mars megvilágításának adatait, valamint a Szaturnusz gyűrűjének méreteit.

Nem változott a bolygóefemeris, a IV. táblázat.

Az V. táblázatban a bolygók ekliptikai koordinátáihoz a teljesség kedvéért hozzátettük a rádiuszvektort ( $r$ ) is. A Föld ekliptikai hosszúsága az adott pontossággal  $0^\circ$ , így feltüntetése felesleges.

A VI. táblázat (Jupiter-holdak) az előző évekhez hasonló. A bal oldalon a holdak helyzeténél értelemszerűen január 32. = február 1., február 28. = március 0., február 29. = március 1., február 30. = március 2. stb.

Lényegesen megváltozott a bolygók centrálmeridián-hosszúságát megadó VII. táblázat. Eddig ezt négynapenkénti közökkel adtuk meg, ami alatt például a Jupiter kilenc és felet fordul! Ezért most a VII. táblázatban minden nap  $0^h$  világidőre megadjuk a centrálmeridián hosszúságát. A VII. a táblázatnál az interpoláció során vigyázzunk arra, hogy a Mars centrálmeridiánjának hosszúsága nem  $10^\circ$ -kal *csökken*, hanem  $350^\circ$ -kal *nő*  $24^h$  alatt! A VII. b és VII. c táblázatok a Jupiter két hosszúsági rendszerét adják, az I. rendszer sziderikus forgásideje  $9^h 50,5^m$ , az egyenlítői részekre vonatkozik, a II. rendszer forgásideje a közepes szélességre (így a Nagy Vörös Folt) inkább megfelelő  $9^h 55,6^m$ . Az interpolációt a lap alsó felén található segédtáblázat könnyíti meg.

Az utolsó, most VIII. számot viselő táblázat, a csillagkatalógus változatlan maradt.

### Kiegészítő tudnivalók a táblázatokhoz

**Figyelem!** A nyári időszámítás tartama alatt a táblázatok közép-európai zónaidőben megadott időtartamhoz *egy órát* hozzá kell adni, hogy a nyári időt megkapjuk!

*RA és D:* az I., IV., IV. a és VIII. táblázatokban *rektaszencziót*, illetve *deklínációt* jelent. A koordináták a VIII. táblázatban 1986. január 1-re, a többi táblázatban az adott dátumra vonatkoznak.

*A „csillagidő”* az I. táblázatban a greenwichi meridiánra, azaz a nulla földrajzi hosszúságra vonatkozik.

*m:* a IV. és IV. a, VIII. táblázatokban magnitúdókban megadott vizuális, látszólagos fényességet jelent.

*cse:* a IV. és IV. a táblázatokban az „ $r$ ” oszlopban a bolygók geocentrikus távolságait, az V. táblázat „ $r$ ” oszlopában a bolygók heliocentrikus távolságait adja csillagászati egységben (149 598 000 km).

*spektrum:* a VIII. táblázatban a Harvard- és a Morgan—Keenan-féle klaszifikáció (kétdimenziós színképosztályozás) szerinti besorolás.

## A CSILLAGOS ÉG 1986-BAN (Időpontok KözEi-ben)\*

### Január

#### *Bolygók*

*Merkur:* előretartó mozgást végez 2-ig a Kígyótartó, 2-tól 24-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó elején másfél, a közepén egy órával kel a Nap előtt, a hó első felében figyelhető meg napkelte előtt a délkeleti égbolton. 10-én fázisa 0,94, fényessége  $-0^m,4$ , mindkettő növekedő.

*Vénusz:* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 19-én felső együttállásban a Nappal.

*Mars:* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Két és fél órával kel éjfél után, a hajnali délkeleti égbolton látható.

*Jupiter:* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Szaturnusz:* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A hó elején három, a végén négy órával kel a Nap előtt. A hajnali szürkületben látható a délkeleti égbolton.

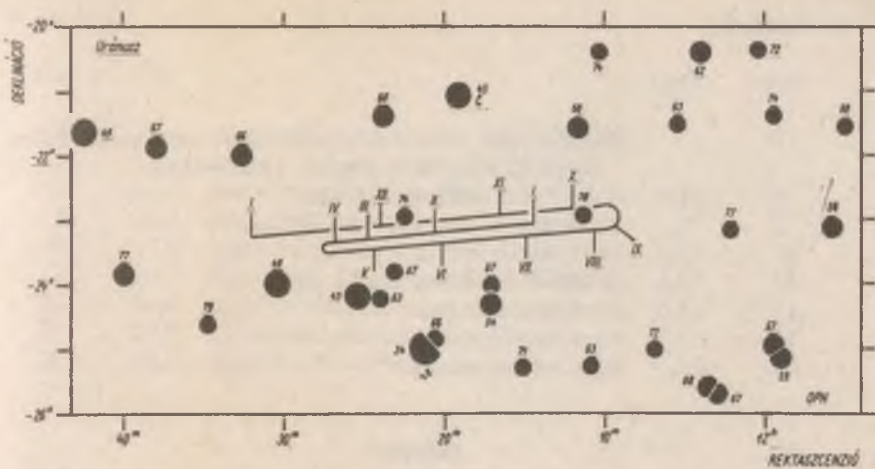
*Uránusz:* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg (1. ábra).

*Neptunusz:* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg (2. ábra).

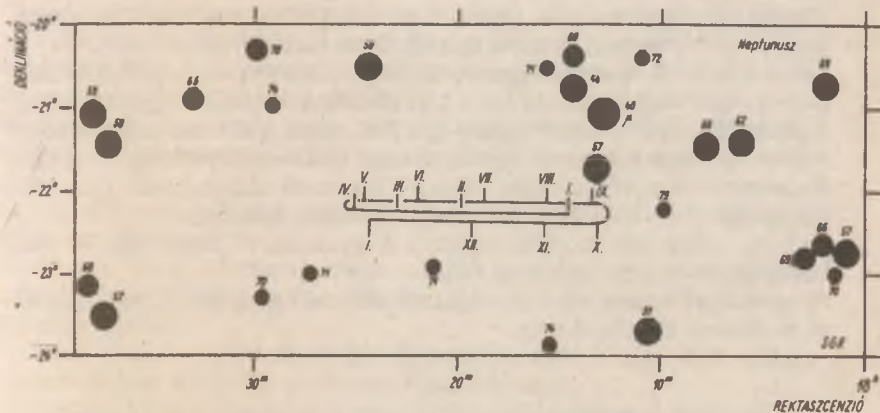
*Halley-üstökös:* e hó folyamán kerül az északi szélességeken kedvező megfigyelési helyzetbe. 5-én négy és fél, 25-én már csak egy órával nyugszik a Nap után. Napnyugta után látható a nyugati égbolton, a Vízöntő csillagképben. Becsült várható fényessége 5-én  $5^m$ , 15-én  $4^m,5$ , 25-én  $3^m,7$ .

\* Nyári időszámítás esetén az időpontokhoz 1 órát hozzá kell adni!





1. ábra. Az Uránusz látszó útja a Kígyóirtó csillagképben 1986. január 1-től 1987. január 1-ig. Az Uránusz a Nappal való szembenállása idején (június 11.)  $5^m7$  fényességű. A csillagok melletti számok azok fényességét jelzik, tizedmagnitúdókban



2. ábra. A Neptunusz látszó útja a Nyilas csillagképben 1986. január 1-től 1987. január 1-ig. A Neptunusz a Nappal való szembenállása idején (június 26.)  $7^m7$  fényességű. A csillagok melletti számok azok fényességét jelzik, tizedmagnitúdókban

## Jelenségek

Nap	Óra	
3	—	<i>Quadrantidák meteorraj</i> gyakorisági maximuma; <b>kékes</b> fényűek, a kis fényességűek gyakoribbak
6	01,6	<i>Mars</i> 2°-kal északra a Holdtól
7	14	<i>Szaturnusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
11	00,8	<i>Algol</i> minimumban
12	15,1	<i>Jupiter</i> 4°-kal északra a Holdtól
13	21,6	<i>Algol</i> minimumban
16	18,4	<i>Algol</i> minimumban
31	02,5	<i>Algol</i> minimumban

## Február

### Bolygók

*Merkur*: előretartó mozgást végez 8-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó közepén háromnegyed, a végén egy és negyed órával nyugszik a Nap után. A hó második felében figyelhető meg, napnyugta után a délkeleti égbolton. 1-én felső együttállásban a Nappal. 28-án legnagyobb keleti kitérésben, 18° távolságra a Naptól. 19-én fázisa 0,84, fényessége  $-1^m0$ , mindkettő csökkenő.

*Vénusz*: előretartó mozgást végez 10-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe.

*Mars*: előretartó mozgást végez 1-től 15-ig a Skorpió, utána a Bak csillagképben. Éjfél után két órával kel, a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg.

*Jupiter*: előretartó mozgást végez 4-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 18-án együttállásban a Nappal.

*Szaturnusz*: előretartó mozgást végez a Kígyóirtató csillagképben. Éjfél után kel, a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

*Uránusz*: előretartó mozgást végez a Kígyóirtató csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Neptunusz*: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

## Jelenségek

Nap	Óra	
2	23,3	<i>Algol</i> minimumban
3	12,9	<i>Mars</i> 3°-kal északra a Holdtól
4	01,6	<i>Szturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
5	20,1	<i>Algol</i> minimumban
8	17,0	<i>Algol</i> minimumban
17	23,7	<i>Szturnusz</i> 1°-kal északra a Marstól
23	01,0	<i>Algol</i> minimumban
25	21,9	<i>Algol</i> minimumban
28	18,7	<i>Algol</i> minimumban

## Március

### Bolygók

*Merkur:* 6-ig előretartó, 6-tól 29-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 1-től 28-ig a Halak, utána a Vízöntő csillagképben tartózkodik. A hó első napjaiban még egy órával, a hó közepén már csak fél órával nyugszik a Nap után. A hó első napjaiban még kereshető napnyugta után a délnyugati égbolton. 16-án alsó együttállásban a Nappal. 1-én fázisa 0,46, fényessége  $-0^m,1$ , mindkettő csökkenő.

*Vénusz:* előretartó mozgást végez 3-ig a Vízöntő, utána a hó végéig a Halak csillagképben. A hó elején fél, a végén egy órával nyugszik a Nap után, napnyugta után újra kereshető a délnyugati égbolton. 21-én fázisa 0,97, fényessége  $-3^m,4$ , mindkettő csökkenő.

*Mars:* előretartó mozgást végez 19-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. Éjfél után másfél órával kel, a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg.

*Jupiter:* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Szturnusz:* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor kel, az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

*Uránusz:* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Neptunusz:* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

## Jelenségek

Nap	Óra	
3	09,3	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
3	21,5	<i>Mars</i> 4°-kal északra a Holdtól
8	14,3	<i>Vénusz</i> 5°-kal délre a Merkurtől
9	08,5	<i>Jupiter</i> 4°-kal északra a Holdtól
11	15,9	<i>Vénusz</i> 1°-kal északra a Holdtól
13	10,5	<i>Uránusz</i> 0,3°-kal délre a Marstól
17	23,6	<i>Algol</i> minimumban
20	20,4	<i>Algol</i> minimumban
25	—	<i>Hybridák meteorraj</i> (március 21-től április 4-ig) gyakori-sági maximuma
30	15,6	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
31	12,0	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól

## Április

### Bolygók

*Merkur:* előretartó mozgást végez 12-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó első felében egy, a végén háromnegyed órával kel a Nap előtt. A hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg, napkelte előtt. 13-án legnagyobb nyugati kitérésben, 28° távolságra a Naptól. 10-én fázisa 0,42, fényessége +0<sup>m</sup>7, mindkettő növekedő.

*Vénusz:* előretartó mozgást végez 1-től 9-ig a Bak, utána a Bika csillagképben. A hó elején egy, a végén két órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag figyelhető meg a délnyugati égbolton. 20-án fázisa 0,92, csökkenő, fényessége az egész hó folyamán —3<sup>m</sup>3.

*Mars:* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél után kel, a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg.

*Jupiter:* előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Szaturnusz:* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az esti órákban kel, az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

*Uránusz:* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor kel, a hajnali órákban újra kereshető a délkeleti égbolton.

*Neptunusz:* 7-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

## Jelenségek

Nap	Óra	
1	03,7	<i>Mars</i> 5°-kal északra a Holdtól
1	09,9	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
3	—	<i>Virginidák meteorraj</i> (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
6	02,7	<i>Jupiter</i> 3°-kal északra a Holdtól
6	22,1	<i>Merkur</i> 2°-kal északra a Holdtól
9	07,4	<i>Részleges napfogyatkozás</i> ; tőlünk nem látható. A fogyatkozás Ausztráliából, az Antarktiszról és a környező tengerek vidékéről figyelhető meg
9	22,1	<i>Algol</i> minimumban
11	02,9	<i>Vénusz</i> 1°-kal délre a Holdtól
21	—	<i>Lyridák meteorraj</i> (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma; fényesek
24	13,7	<i>Teljes holdfogyatkozás</i> ; tőlünk nem látható
26	22,3	<i>Szturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
27	19,0	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
28	16,6	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
29	06,9	<i>Mars</i> 4°-kal északra a Holdtól

## Május

### Bolygók

*Merkur*: előretartó mozgást végez 6-ig a Halak, 6-tól 8-ig a Bak, utána a Bika csillagképben. A hó első napjaiban háromnegyed órával kel a Nap előtt, napkelte előtt még kereshető a keleti égbolton a látóhatár közelében. 23-án felső együttállásban a Nappal. 1-én fázisa 0,74, fényessége  $-0^m1$ , mindkettő növekedő.

*Vénusz*: előretartó mozgást végez 22-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A hó elején két, a végén két és egynegyed órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti nyugati égbolton. 20-án fázisa 0,86, csökkenő, fényessége  $-3^m4$ , növekedő.

*Mars*: előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél előtt kel, az éjszaka második felében figyelhető meg.

*Jupiter*: előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfél után kel, a hajnali délkeleti égbolton újra megfigyelhető.

*Szturnusz*: hátráló mozgást végez 14-ig a Kígyótartó, utána a Skorprió

csillagképben. A kora esti órákban kel, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 28-án kerül szembenállásba a Nappal.

*Uránusz*: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Az esti órákban kel, az éjszaka második felében figyelhető meg.

*Neptunusz*: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél előtt kel, a hajnali égbolton újra kereshető.

### Jelenségek

Nap	Óra	
2	20,6	<i>Algol</i> minimumban
3	18,8	<i>Jupiter</i> 3°-kal északra a Holdtól
4	—	<i>ηAqaridák meteorraj</i> (április 22-től május 12-ig) gyakorisági maximuma. Mivel e raj a Föld közelében tartózkodó Halley-üstökössel van kapcsolatban, a szokásosnál erősebb aktivitás várható
7	12,4	<i>Merkur</i> 2°-kal délre a Holdtól
11	12,1	<i>Vénusz</i> 3°-kal délre a Holdtól
24	05,9	<i>Szturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
25	03,6	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
26	01,2	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
27	04,2	<i>Mars</i> 3°-kal északra a Holdtól
31	09,1	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól

## Június

### Bolygók

*Merkur*: előretartó mozgást végez 5-ig a Bika, 5-től 24-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó közepén másfél, a végén egy órával nyugszik a Nap után. A hó második felében kerül az év folyamán legkedvezőbb megfigyelési helyzetbe. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 24-én a Castor és Pollux alatt kereshető. 25-én a legnagyobb keleti kitérésben, 25° távolságra a Naptól. 19-én fázisa 0,52, fényessége +0<sup>m</sup>3, mindkettő csökkenő.

*Vénusz*: előretartó mozgást végez 14-ig az Ikrek, utána a hó végéig a Rák csillagképben. A hó folyamán két órával nyugszik a Nap után, alkonyicsillagként látható az esti nyugati égbolton. 19-én fázisa 0,77, csökkenő, fényessége —3<sup>m</sup>4, csökkenő.

*Mars*: 10-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az esti órákban kel, a késő esti óráktól figyelhető meg a déli égbolton.

*Jupiter*: előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjfélkor kel, a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg.

*Szaturnusz*: hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. A hajnali órákban nyugszik, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

*Uránusz*: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 11-én szembenállásban a Nappal.

*Neptunusz*: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 26-án szembenállásban a Nappal.

### *Jelenségek*

Nap	Óra	
9	03,2	<i>Algol</i> minimumban
9	07,5	<i>Merkur</i> 3°-kal délre a Holdtól
10	17,1	<i>Vénusz</i> 3°-kal délre a Holdtól
14	—	<i>Scorpius-Sagittaridák meteorraj</i> (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
16	—	<i>Lyridák meteorraj</i> (június 10-től 21-ig) gyakorisági maximuma; kékes meteorok, halvány nyommal
20	13,6	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
21	12,7	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
22	10,9	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
23	14,5	<i>Mars</i> 0,5°-kal északra a Holdtól
27	21,2	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól

## Július

### *Bolygók*

*Merkur*: 9-ig előretartó, utána a hó végéig hátráló mozgást végez. 27-ig a Rák, utána az Ikrek csillagképben tartózkodik. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 23-án alsó együttállásban a Nappal.

*Vénusz*: a hó elejétől az Oroszlán csillagképben tartózkodik, előretartó mozgást végezve. Másfél órával nyugszik a Nap után, alkonycsillagként ragyog az esti nyugati égbolton. 19-én fázisa 0,67, csökkenő, fényessége —3<sup>m</sup>6, növekedő.

*Mars*: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 10-én kerül szembenállásba a Nappal. Ez évi oppozíciója a kedvezőbbek közé tartozik, ámbár déli deklinációja miatt tőlünk történő megfigyelésére nem a legalkalmasabb. Földközelpbe 16-án kerül,

ekkor távolsága 70 millió kilométer. Legnagyobb fényessége és átmérője —2<sup>m</sup>4, illetve 23", ami jó alkalmat nyújt felületének megfigyelésére.

*Jupiter*: 13-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban kel, az éjszaka második felében figyelhető meg.

*Szaturnusz*: hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfél után nyugszik, az éjszaka első felében figyelhető meg.

*Uránusz*: hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélkor nyugszik, a kora esti órákban még megfigyelhető.

*Neptunusz*: hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfél után nyugszik, az esti órákban figyelhető meg.

### Jelenségek

Nap	Óra	
2	01,7	<i>Algol</i> minimumban
8	20,7	<i>Merkur</i> 7°-kal délre a Holdtól
10	17,8	<i>Vénusz</i> 3°-kal délre a Holdtól
17	20,8	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
18	21,0	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
19	20,0	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
20	14,0	<i>Mars</i> 1°-kal délre a Holdtól
22	03,4	<i>Algol</i> minimumban
25	00,3	<i>Algol</i> minimumban
25	06,5	<i>Jupiter</i> 1°-kal északra a Holdtól
28	—	$\delta$ <i>Aquaridák meteorraj</i> (július 15-től augusztus 15-ig) gyakorisági maximuma kettős radiánssal

### Augusztus

#### Bolygók

*Merkur*: 2-től előretartó mozgást végez 8-ig az Ikrek, 8-tól 23-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó közepén két órával kel a Nap előtt, és a hó második harmadában figyelhető meg a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 11-én legnagyobb nyugati kitérésben, 19° távolságra a Naptól. 18-án fázisa 0,65, fényessége —0<sup>m</sup>6, mindkettő növekedő.

*Vénusz*: előretartó mozgást végez 7-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. Egy órával nyugszik a Nap után, alkonyicsillagként ragyog az esti szürkületben, a nyugati égbolton. 27-én legnagyobb keleti kitérésben, 46° távolságra a Naptól. 18-án fázisa 0,54, csökkenő, fényessége —3<sup>m</sup>9, növekedő.



*Mars:* 12-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor nyugszik, az éjszaka első felében figyelhető meg.

*Jupiter:* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A kora esti órákban kel, a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető.

*Szaturnusz:* 7-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A késő esti órákban nyugszik, a kora esti órákban még megfigyelhető.

*Uránusz:* 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, a kora esti órákban még kereshető a délnyugati égbolton.

*Neptunusz:* hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. Éjfélkor nyugszik, a kora esti órákban még kereshető a délnyugati égbolton.

### Jelenségek

Nap	Óra	
1	—	<i>Capricornidák meteorraj</i> (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma; sárga tűzgömbökkel
4	07,3	<i>Merkur</i> 8°-kal délre a Holdtól
6	—	<i>ι Aquaridák meteorraj</i> (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma; kettős radiánssal
9	12,4	<i>Vénusz</i> 2°-kal délre a Holdtól
12	—	<i>Perseidák meteorraj</i> (július 25-től augusztus 15-ig) gyakorisági maximuma; fényes széttöredező meteorok, halvány nyommal
14	02,0	<i>Algol</i> minimumban
14	03,2	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
15	03,8	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
16	03,5	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
16	17,5	<i>Mars</i> 0,5°-kal délre a Holdtól
16	22,8	<i>Algol</i> minimumban
20	—	<i>κ Cygnidák meteorraj</i> (augusztus 11-től 21-ig) gyakorisági maximuma; robbanó tűzgömbökkel
21	12,4	<i>Jupiter</i> 1°-kal északra a Holdtól

## Szeptember

### Bolygók

**Merkur:** előretartó mozgást végez 9-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 5-én felső együttállásban a Nappal.

**Vénusz:** előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. Háromnegyed órával nyugszik a Nap után, az esti szürkületben alkonycsillagként ragyog a délnyugati égbolton. 17-én fázisa 0,36, csökkenő, fényessége —4<sup>m</sup>2, növekedő.

**Mars:** előretartó mozgást végez 27-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, az esti órákban figyelhető meg.

**Jupiter:** hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 10-én kerül szembenállásba a Nappal.

**Szaturnusz:** előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A hó elején három órával, a végén két órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben kereshető a délnyugati égbolton.

**Uránusz:** előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

**Neptunusz:** 14-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Jelenségek

Nap	Óra	
3	03,7	<i>Algol</i> minimumban
6	00,5	<i>Algol</i> minimumban
7	21,1	<i>Vénusz</i> 3°-kal délre a Holdtól
8	21,3	<i>Algol</i> minimumban
10	10,2	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
11	09,6	<i>Uránusz</i> 4°-kal északra a Holdtól
12	—	<i>Piscidák meteorraj</i> (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
12	09,4	<i>Neptunusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
13	10,5	<i>Mars</i> 0,9°-kal északra a Holdtól
17	15,1	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól
26	02,2	<i>Algol</i> minimumban
28	23,0	<i>Algol</i> minimumban

Bolygók

*Merkur:* előretartó mozgást végez 9-ig a Szűz, utána a hó végéig a Mérleg csillagképben. 21-én a legnagyobb keleti kitérésben, 24° távolságra a Naptól, de már ekkor is közvetlenül a Nap után nyugszik, úgyhogy e hó nem kedvező megfigyelésére.

*Vénusz:* 15-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején egy, a végén már csak fél órával nyugszik a Nap után. A hó első felében mint alkonyicsillag ragyog napnyugta után a délnyugati égbolton. Legnagyobb fényességét ( $-4^m3$ ) 1-én éri el. Fázisa ugyanakkor 0,25, csökkenő.

*Mars:* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A késő esti órákban nyugszik, a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

*Jupiter:* hátráló mozgást végez a Vízöntő csillagképben. A hajnali órákban nyugszik, az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

*Szaturnusz:* előretartó mozgást végez 27-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Uránusz:* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

*Neptunusz:* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Jelenségek

Nap	Óra	
1	19,8	<i>Algol</i> minimumban
3	20,1	<i>Gyűrűs napfogyatkozás</i> ; tőlünk nem látható. A fogyatkozás vonala Grönlandtól keletre az Atlanti-óceán felett halad át
5	08,5	<i>Merkur</i> 0,4°-kal délre a Holdtól
6	11,2	<i>Vénusz</i> 4°-kal délre a Holdtól
7	19,3	<i>Szaturnusz</i> 5°-kal északra a Holdtól
11	14,3	<i>Mars</i> 2°-kal északra a Holdtól
14	16,8	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól
16	03,9	<i>Algol</i> minimumban
17	—	<i>Teljes holdfogyatkozás</i> ; tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 17 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 7-kor, belépés a teljes árnyékba 18 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 3-kor, teljes fogyatkozás kezdete 19 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> 8-kor, fogyatkozás közepe 20 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> 2-kor, teljes fogyatkozás 20 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 2-kor, kilépés a teljes árnyékból 22 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup> 7-kor, kilé-

		pés a félárnyékból 23 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 3-kor. A fogyatkozás nagysága 1,25 holdátmérő
18	15,5	<i>Vénusz</i> 4°-kal délre a Merkurtól
19	00,7	<i>Algol</i> minimumban
21	21,5	<i>Algol</i> minimumban
24	—	<i>Orionidák meteorraj</i> (október 16-tól 24-ig) gyakorisági maximuma; többszörös radiánssal, maradandó nyommal. Mivel e raj a Föld közelében tartózkodó Halley-üstökössel van kapcsolatban, a szokásosnál erősebb aktivitás várható
24	18,4	<i>Algol</i> minimumban

## November

### Bolygók

**Merkur:** 2-ig előretartó, 2-tól 24-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó végén két órával kel a Nap előtt, a hó utolsó napjaiban újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 13-án alsó együttállásban a Nappal, ekkor a Nap korongja előtt is áthalad. 30-án legnagyobb nyugati kitérésben, 20° távolságra a Naptól. 26-án fázisa 0,46, fényessége 0<sup>m</sup>0, mindkettő növekedő.

**Vénusz:** 22-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. 5-i alsó együttállása után, a hó közepén már másfél, sőt a végén három órával kel a Nap előtt. A hó második felében mint hajnalcsillag ragyog a délkeleti égbolton. 16-án fázisa 0,04, fényessége —3<sup>m</sup>7, mindkettő növekedő.

**Mars:** előretartó mozgást végez 20-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik, a kora esti órákban még látható a délnyugati égbolton.

**Jupiter:** 8-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Éjjel után nyugszik, az éjszaka első felében figyelhető meg.

**Szaturnusz:** előretartó mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

**Uránusz:** előretartó mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

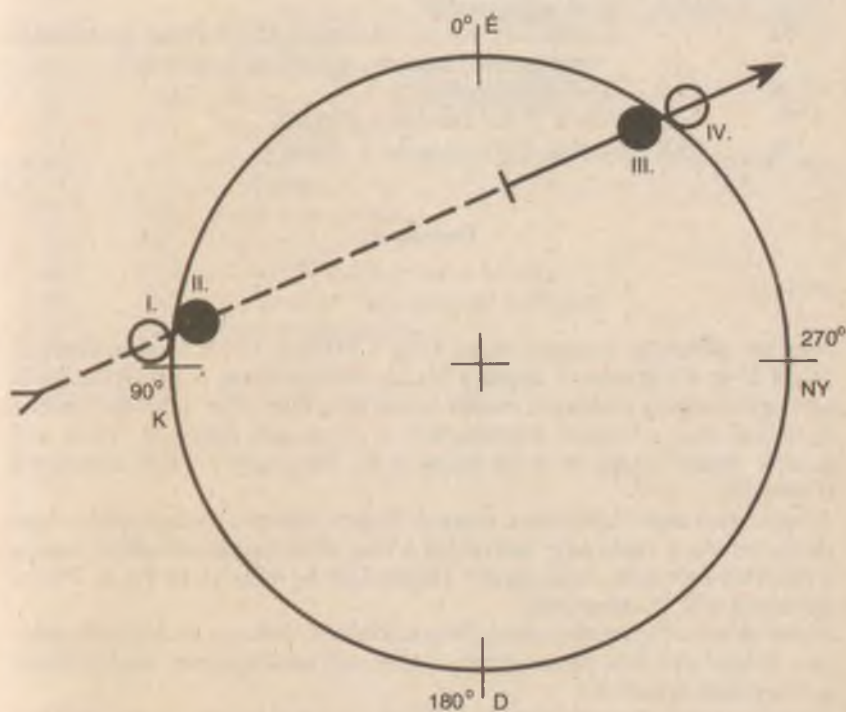
**Neptunusz:** előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

**Az 1986. november 13-i Merkúr-átvonulás  
magyarországi adatai**

A Merkúr november 13-i átvonulása (3. ábra) a napkorong előtt Magyarorszáig területéről csak részben figyelhető meg. Belépés a napkorong elé  $2^{\text{h}} 44^{\text{m}}$ -kor, tőlünk nem látható. A III. és IV. kontaktus adatai:

III. kilépés belső kontaktusa	$7^{\text{h}} 29^{\text{m}} 52^{\text{s}}$ ,
pozíciósöge	$322^{\circ} 57'$ .
IV. kilépés külső kontaktusa	$7^{\text{h}} 31^{\text{m}} 47^{\text{s}}$ ,
pozíciósöge	$322^{\circ} 37'$ .

A kontaktusok pozíciósögei a napkorong északi pontjától keleti irányban számítandók.



3. ábra. Az 1986. november 13-i Merkúr-átvonulás kontaktusai és a Merkúr útja a Nap előtt. A szaggatott vonallal jelzett rész tőlünk nem látható. (Az ábrán a Merkúr átmérője ötszörösen nagytva a napkorong méretéhez viszonyítva)

## Jelenségek

Nap	Óra	
3	15,1	<i>Merkur</i> 1°-kal északra a Holdtól
4	07,7	<i>Szturnusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
8	02,4	<i>Algol</i> minimumban
9	—	<i>Tauridák meteorraj</i> (október 18-tól november 30-ig) gyakorisági maximuma, kettős radiánssal, gyakori tűzgömbökkel
9	01,0	<i>Mars</i> 3°-kal északra a Holdtól
10	20,4	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól
10	23,2	<i>Algol</i> minimumban
13	20,1	<i>Algol</i> minimumban
16	16,9	<i>Algol</i> minimumban
17	—	<i>Leonidák meteorraj</i> (november 15-től 19-ig) gyakorisági maximuma; fényesek, maradandó nyommal
28	04,1	<i>Algol</i> minimumban
29	12,0	<i>Vénusz</i> 2°-kal északra a Holdtól
30	09,8	<i>Merkur</i> 5°-kal északra a Holdtól

## December

### Bolygók

*Merkur*: előretartó mozgást végez 12-ig a Mérleg, 12-től 14-ig a Skorpíó, 14-től 27-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején két és egynegyed órával, a közepén másfél órával kel a Nap előtt. A hó első felében figyelhető meg a hajnali szürkületben a délnyugati égbolton. 12-én a  $\beta$  Scorpii mellett halad el. 6-án fázisa 0,77, fényessége  $-0^m,4$ , mindkettő növekedő.

*Vénusz*: a hó elejétől előretartó mozgást végez a Skorpíó csillagképben. A hó elején három, a végén négy órával kel a Nap előtt, hajnalcsillagként ragyog a délkeleti égbolton. Legnagyobb fényességét ( $-4^m,4$ ) 11-én éri el. Fázisa ugyanekkor 0,26, növekedő.

*Mars*: előretartó mozgást végez 29-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A késő esti órákban nyugszik, a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

*Jupiter*: előretartó mozgást végez a Vízöntő csillagképben. Az esti órákban nyugszik, a kora esti órákban még megfigyelhető.

*Szturnusz*: előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 4-én együttállásban a Nappal.

*Uránusz:* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én együttállásban a Nappal.  
*Neptunusz:* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 27-én együttállásban a Nappal.

### *Jelenségek*

Nap	Óra	
1	00,9	<i>Algol</i> minimumban
3	21,8	<i>Algol</i> minimumban
6	18,6	<i>Algol</i> minimumban
7	16,9	<i>Mars</i> 3°-kal északra a Holdtól
8	05,1	<i>Jupiter</i> 2°-kal északra a Holdtól
14	—	<i>Geminidák meteorraj</i> (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma; gyakran tűzgömbökkel, sok teleszkopikus meteorral
19	07,8	<i>Mars</i> 0,5°-kal északra a Jupitertől
19	15,8	<i>Merkur</i> 1°-kal délre a Szaturnusztól
21	02,7	<i>Algol</i> minimumban
22	—	<i>Ursidák meteorraj</i> (december 7-től 24-ig) gyakorisági maximuma
23	23,5	<i>Algol</i> minimumban
26	20,3	<i>Algol</i> minimumban
28	02,0	<i>Vénusz</i> 7°-kal északra a Holdtól
29	15,5	<i>Szaturnusz</i> 6°-kal északra a Holdtól
29	17,1	<i>Algol</i> minimumban

G. I.





**II.**  
**Beszámoló**



SZEIDL BÉLA

**AZ MTA CSILLAGÁSZATI KUTATÓ INTÉZETE  
1984. ÉVI TEVÉKENYSÉGE**

**Kutatással kapcsolatos fejlesztési munkák**

Üzembe helyeztük a korábbi években közösen kifejlesztett és megépített egycsatornás, fotonzámláló UBV-fotométert és CAMAC—ICC-t a Bjurakáni Asztrofizikai Observatóriumban. A berendezéssel eddig szerzett tapasztalatok alapján további fotométerek építését kezdtük meg. Az UBVRI-rendszer kialakításához kiszámoltuk és modelleztük a szükséges szűrőkombinációkat, és beszereztük a szükséges optikai üvegszűrőket. Kísérleteket folytattunk Peltier-elemekkel a sokszorozócsövek hűtésére. Elkészítettük az RCC-teleszkóp mezőokulárjának terveit, ennek alkatrészeit legyártottuk, s megépítettük az elektronikus vezérlőegységeket. A felújítási munkák során átalakítottuk a Schmidt-teleszkóp óragépvezérlését. Újraalumínioztattuk az 50 cm-es Cassegrain-teleszkóp tükréit, valamint felújítottuk a 60 cm-es Newton-teleszkóp padlóemelő motorját és tengelykapcsolóját.

A napfizikai obszervatóriumban elindítottuk a 10 hüvelykes távcső óragépének korszerűsítését, egy alma-atai ötlet alapján új helyet alakítottunk ki a fotoheliográf exponálójának, amely lényegesen kedvezőbb az eddiginél. Erre vonatkozólag elméletileg is megvizsgáltuk a felmerülő követelményeket. Üzembe állítottuk a folyamatos filmhívó gépet. A Zeiss-mikrofotométert automatizáltuk egy Sinclair ZX—81 vezérlésével.

A bajai obszervatóriumban az év közepéig sikerült a DVT-műszer ismételen fellépő elektronikus hibáit feltárni és kijavítani. A második félévtől kezdődően már rendszeresen észleltünk a műszerrel.

**Tudományos munkák és eredmények**

*Változócsillagok*

Folytattuk az RR Lyrae,  $\delta$  Scuti, RS Canum Venaticorum, BY Draconis, RV Tauri és SRd típusú és a változógyanús szuperóriás csillagok fotoelektromos megfigyeléseit.

Kimutattuk, hogy az *UY Cyg* és a *DM Cyg* fénygörbeváltozással rendelkezik, a másodperiódus meghatározásához azonban további megfigyelésekre van szükség. Az *RS Boo* mező *RR Lyrae* csillag 61 napos másodperiódusáról gyanítható (az O—C-görbék és fénygörbe-amplitúdók vizsgálata alapján), hogy az a csillag kettősségének következményeként értelmezhető. Részletesen vizsgáltuk a *Blaskó-effektussal rendelkező csillagok* gyakoriságát a mező *RR Lyrae* között. Ez a 0,7 napnál rövidebb periódusúakra 30%-nak adódott. E periódusérték fölött a gyakoriság hirtelen lecsökken. Folytattuk a *rezonáns csillagpulzáció* vizsgálatát az amplitúdók és fázisok időbeli változását leíró egyenletek segítségével. A vizsgált problémák: nem-adiabatikus effektusok a rezonáns móduscsatlolásban, bumpcefeida-pulzáció értelmezése. Befejeztük a kétmódusú *RR Lyrae* csillagok lineáris pulzációs analízisét. Fő eredményünk az, hogy csak a periódusok alapján a tömegeket nem lehet 10-20%-nál pontosabban becsülni, és hogy a normál módusú rezonanciák közül az alap- és a harmadik módus közötti 2:1 rezonancia a legvalószínűbb.

Különböző módszerek alkalmazásával tanulmányoztuk, hogy a *cefeidák* milyen gyakorisággal tagjai kettős vagy többszörös rendszereknek. Eredményeink szerint a 12 magnitúdónál fényesebb északi cefeidák 10%-áról állítható, hogy kettős rendszer tagjai, és további 24%-ról gyanítható a kettősség.

Az *FM Com*  $\delta$  Sct típusú változó periódusanalízisét elvégezve kiderült, hogy frekvenciaspektruma változik. A *változógyanús szuperóriások* közül a *HR 8752*-ről gyűlt össze megfelelő számú megfigyelési adat. Ezek analíziséből kiderült, hogy a csillag kb. 430 napos periódusú, 0,2 magnitúdós amplitúdójú fényváltozással rendelkezik.

Elkészült a *BY Dra* *folttmodellezése* az összes publikált és nem publikált (saját és cataniai) anyag alapján. Kimutattuk, hogy a *BY Dra* fotometriájához használt egyik összehasonlító csillag változó. Ugyancsak a *BY Dra*-ról a bulgáriai 2 m-es teleszkóppal nagy diszperziójú szinképfelvételeket készítettünk az emissziós vonások és a foltok helyzetének tanulmányozásához.

Feldolgoztuk a *HK Lac*-ról az amerikai IAPPP-csoport által nyert és saját 1983. évi megfigyeléseket. Az új adatok megerősítik korábbi eredményeinket, amelyeket az átlagfényesség növekedéséről, a korotáló szélesség és a foltok helyzetéről kaptunk.

Meghatároztuk az *SV Cam* aktív kettős rendszerben a tömegcserében részt vevő mennyiségét. Ez  $3 \times 10^{-6} M_{\odot}$ -nek adódott, ami jól egyezik az elméletileg várható értékkel.

Befejeztük az IC 4665 körüli területről 1983-ban készített abasztumáni lemezeken a *késői típusú csillagok* luminozitás szerinti klasszifikálását. Befejeztük az NGC 7686 körüli terület késői típusú csillagainak kimérését UBV-színekben. A területen levő csillagok feldolgozása elkészült. Elkezdjük az NGC 1342 körüli terület feldolgozását. Erről a területről az abasztumáni 70 cm-es Makszutov-távcső 8 fokos objektívprizmájával is készítettünk felvételeket. Ezzel a távcsővel kiegészítettük a *Perseus OB2-asszociációról* rendelkezésünkre álló észlelési anyagot.

A Lyra csillagképben levő és az NGC 2420 körüli, már korábban feldolgozott területek adatait egybevetettük a Bahcall és Soneira által kimunkált Galaxis-moddellel. A B magnitúdó szerinti eloszlás jól egyezik a modell által jósolt eloszlással, a színindex szerinti eloszlás azonban a Lyra-mezőben eltér a modelleloszlástól. Az eltérést valószínűleg az intersztelláris por egyenetlen eloszlása okozza. A csillagok Z irányú eloszlásának értelmezésére számítógépes szimulációt készítettünk.

A *Plejádokról* eddig készített lemezanyagot ismételten átvizsgáltuk, és több flergyanus objektumot találtunk. Ezek kimérését folytattuk a Cuffey-iriszfotométeren. A kapott adatokból megszerkesztettük a fénygörbékét.

Folytattuk a Plejádok, Praesepe és NGC 7000 területeken a *flercsillagok* fotografikus megfigyelését. Minden alkalommal a területekről teljes UBV-sorozatot is készítettünk.

A mátrai Schmidt-teleszkóppal rendszeresen észleltük az égbolt galaxisokban gazdag területeit. Az IC 121-es galaxisban sikerült felfedeznünk egy 14,0 magnitúdós szupernóva fellobbanását.

A *T Tauri-program* során befejeztük a D1 Cep eddigi méréseinek számítógépes feldolgozását.

### Felsőléggörri kutatások

A *napszakos effektus* vizsgálata során kimutattuk, hogy a maximális amplitúdó kisebb exoszferikus hőmérséklet mellett kb. 500 km magasságban lép fel, de a hőmérséklet növekedésével eltolódhat akár 1100 km magasságra is. Ez az eltolódás eredményezi azt, hogy a hőmérséklet növekedésével az effektus amplitúdója kisebb magasságban csökken, míg nagyobb magasságokon növekszik.

Skálamagassági adatokon végzett spektrálanalízis segítségével sikerült kimutatnunk a 24 órás periódus felharmonikusainak létezését a felsőléggörben. Így pl. a félnapos periódus amplitúdója a 24 órásnak 26–28%-át teszi ki 340 km magasságban; ezen kívül megjelentek magasabb felharmonikusok ( $8^h$ ,  $6^h$ ,  $4^h$ ) is. A felharmonikusok valószínűleg léggörri hullámok disszipációjából táplálkoznak.

Az ionoszféra és a semleges légkör párhuzamos vizsgálatának eredménye a *geomágneses utóhatás* felfedezése a semleges légkörben. A jól ismert ionoszférikus utóhatással egy időben, tehát 6—8 nappal a geomágneses viharok után a semleges felsőlégkörben is fellép egy, az eddigi modellek által nem jelzett sűrűsagnévedés, elképzeléseink szerint két komponens eredőjeként. Egyrészt valószínű, hogy a geomágneses viharok idején hirtelen betáplált energia nem azonnal adódik át a semleges komponensnek, hanem a folyamat hosszabb időre elhúzódik. Másrészt az ionoszférikus utóhatást kiváltó részecskék precipitációjával egy időben más energiájú részecskék is kiszóródnak a plazmaszférából, amelyeknek energiája késleltetve jelentkezhet a semleges komponensnél, mint eddig nem modellezett fűtés.

Foglalkoztunk a Doppler-módszerrel leveztett állomáskoordináták egyéves és négy hónapos *magasságingadozásainak* interpretációjával. Bizonyítékot találtunk arra, hogy a jelenséget a légsűrűségi változások (különösen a napszakos effektus) nem helyes figyelembevétele okozza az NNSS-holdak pályameghatározási eljárása során.

### *Napfizika*

Folytattuk a rendszeres *fotoszféraiszleléseket* Debrecenben és Gyulán, továbbá a debreceni *kromoszféraiszleléseket* a megfelelő nemzetközi programok keretében. Számos esetben küldtünk felkérésre megfigyelési anyagot, többek közt a lengyel és szovjet kollégáknak a Vertyikál—11 kísérlettel egyidejű megfigyeléseket.

Tovább foglalkoztunk 1984-ben is a *Nap Maximum Év* alatt összegyűjtött jó megfigyelési anyag érdekesebb eseményeinek feldolgozásával, több esetben külföldi kutatókkal közösen. Az eredmények egy részét a Solar Maximum Analysis szimpóziumon mutattuk be: a Nap déli félgömbjén —5° és —30° szélesség, valamint 150° és 200° hosszúság között 1980 májusától augusztusáig kifejlődött aktív komplexum fejlődését, az 1980 szeptemberében a 17 098 Hale-régióban megfigyelt homológ flerek és a foltmozgások közti összefüggést és az 1981. május 16-i nagy flerrel kapcsolatos mágneses-ter-változásokat és foltmozgásokat, továbbá az új mágneses fluxus felbukkanásának kapcsolatát a flerekkel. A meudoni obszervatórium kutatóival együttműködés indult a kromoszféra és a fotoszféra aktivitásának közös vizsgálatára. Feldolgozás alatt áll több aktív foltcsoport az 1980—82-es időszakból. Szovjet együttműködéssel folyik a napkitörések szerkezete és az aktív vidékek mágneses tere közti összefüggés vizsgálata. Felvetődött a Nap differenciális rotációjának egy lehetséges bizonyítéka. Tovább folyt a greenwichi katalógus folytatásának előkészülete és a szisztematikus hibák kutatása. Vizsgáljuk a Nap nagyléptékű mozgásformáit (differenciális rotáció, meridionális cirkuláció) 1974—77 között. Kijevi szinképfelvételek alapján

meghatároztuk a mikroturbulenciát a napfoltokban. Kidolgoztunk egy kétdimenziós vonalprofil-meghatározási eljárást, Lyot-szűrővel kapott képekből.

Folytattunk az Országos Meteorológiai Szolgálattal közös kutatásokat a naptevékenységi paraméterek esetleges használhatóságáról az időjárás előrejelzésekben.

### *Egyéb munkák*

Folytattuk a hélium típusú ionok nem-relativisztikus elméletében végzett munkákat.

Kozmológiai vizsgálataink során — a KFKI kutatóival együttműködve — kimutattuk, hogy az igen korai Univerzum jelenlegi elmélete érvényét veszti, ha a „nagy egyesítés” skálaparamétere túllépi a néhányszor  $10^{15}$  GeV-ot, és egzakt analitikus modell kidolgozásával megvizsgáltuk az egyesítés fázisátmenetének lefolyása és az Univerzum dinamikai viselkedése közti kapcsolatot.

Kiterjedt gravitáló testek mozgásának vizsgálata kapcsán sikerült levezetni magasabb multipólmomentumokra vonatkozó egyenleteket arra az esetre, amikor a sugárzási visszahatás elhanyagolható.

Tanulmányoztunk olyan módszereket, amelyek egy adott mozgás teljes és analitikus leírása nélkül lehetővé teszik a kialakuló pályák kvalitatív tulajdonságainak feltárását. Vizsgálatainkból kitűnik, hogy a gravitációs térben történő mozgások leírására differenciálgeometriai és topológiai módszerek sikerrel alkalmazhatók.

Továbbra is részt vettünk a Halley-üstökös megfigyelésével kapcsolatos programok előkészítésében. Előkészítő megfigyeléseket végeztünk az International Halley Watch tesztüstököséről, a P/Crommelin 1983n-ről. További megfigyeléseket végeztünk a P/Hartley — IRAS 19830v, IRAS 1983o, valamint az 1984. év újabb, érdekesebb üstököseiről.

### **Nemzetközi kapcsolataink, kutatóink oktató és népszerűsítő tevékenysége, részvételük a tudományos közéletben**

Kutatóink számos külföldi konferencián vettek részt, többnyire élénk visszhangot kiváltó előadással: IAU cefeidákkal foglalkozó szimpóziuma, Toronto (Szabados László); Asztrofizikai kollokvium, Liège (Zsoldos Endre); Cospas-kongresszus, Graz (Almár I., Csepura Gy., Dezső L., Gesztelyi L., Illés E., Kálmán B., Kovács Á. és Nagy I.); IAF-elnökségi ülés, Párizs és kongresszus, Lausanne (Almár I.); Felnőttoktatási szeminárium, Helsinki (Almár I.); MTA—NSF dinamikus csillagászati konferencia, Austin, Texas (Almár I., Balázs L.); Csillagok fizikája és fejlődés: szocialista akadémiák

közötti együttműködés problémabizottságának ülése, Suceava (Jankovics I., Oláh K., Szabados L.); Kettőscsillag bizottságának ülése, Tbiliszi (Patkós L.); Műszerbizottságának ülése, Tautenburg (Balázs L., Bognár A., Lovas M.); Interkozmosz kozmikus fizikai szakbizottságának éves ülése, Poznan (Almár I.); 4. és 6. szekciójának ülése, Csehszlovákia (Horváth A., Ill M., Illés E., Vad Z.); 3. szekciójának ülése, NDK (Horváth A., Ludmány A.); A napléggör gyenge mágneses tereiről tartott tanácskozása, Szovjetunió (Kálmán B.); KAPG együttműködésének a Föld alakjáról és dinamikájáról tartott szimpózium, NDK (Veres F.).

Az MTA egyezményes keretei terhére több kutatóknak adódott lehetősége, hogy külföldi intézetekben dolgozhasson. Virághamya G. (4 hét) és Sturmman L. (2 hét) a bjurakáni obszervatóriumban, Csepura Gy. (1 hét), Kun M. (2 hét), Ludmány A. (2 hét), Nagy I. (2 hét) és Rupp E. (2 hét) szovjet tudományos akadémia különböző intézeteiben, Oláh K. (1 hónap) a bolgár akadémia, Kovács G. (2 hét) a lengyel akadémia csillagászati intézetében volt tanulmányúton. Tóth I. az Interkozmosz-együttműködés keretében dolgozott két alkalommal (összesen 3 hét) Moszkvában. Barlai K. a bécsi csillagvizsgálóban (1 hónap), Kovács G. a floridai egyetemen (3 hónap), Jankovics I. a heidelbergi Landessternwartban (1 hónap), Szeidl B. a heidelbergi MPI-ban (6 hét) dolgozott ösztöndíjasként. Gesztelyi L. aspirantúrája során az ondrejovi csillagvizsgálóban (1 hónap) dolgozott. Kálmán B. az NDK-ban, Szeidl B. Bulgáriában járt meghívásra.

Intézetünkben számos (41) külföldi kutatót fogadtunk 1984-ben, főleg az MTA együttműködési megállapodásainak keretében.

Almár I., Balázs L., Barcza Sz., Szabados L. az ELTE-n, Ill M. a JATE-n, Kálmán B. a KLTE-n, míg Veres F. a Janus Pannonius Tanárképző Főiskolán tartott rendszeresen előadást. Az intézet kutatói igen aktívak voltak az ismeretterjesztésben, számos előadást és bemutatót tartottak, valamint több ismeretterjesztő cikket írtak.

Ill M. megvédte értekezését és elnyerte a tudományok doktora fokozatot.

#### *A. kutatók fontosabb közleményei*

*Almár I. (T.: Ádám J.):* „Állomáskoordináta-változások és felsőléggörri effektusok”; Ionoszféra-magnetoszféra Fizika XI., MTESZ, 1983.

*Balázs L.:* “Statistics of A-Type Stars as Possible Indicator of Star Formation”; Astronomy with Schmidt-Type Telescopes (ed.: M. Capaccioli), 269., D. Reidel Publ. Co.

*Balázs L. (T.: K. Jockers):* “Objective Prism Spectroscopy of Tail Comet Austin”; Astronomy with Schmidt-Type Telescopes (ed.: M. Capaccioli), 237., D. Reidel Publ. Co.

*Balázs L.—Paparó M.:* “Problems of Bias Free Determination of Cluster Luminosity Functions”; Astron. Nachrichten, 305, 135.



- Barcza Sz.*: "Restricted Quantum-Mechanical Three-Body Problems III. Asymptotic Eigenvalues and Wave Functions of an Electron in the Field of a Generalized Dipole"; *Astrophys. Space Science*, 100, 185.
- Barcza Sz. (T.: Szilágyi S.)*: "Some Problems in Calibrating UBV Photometry for Effective Temperature and Surface Gravity"; *Publ. Astr. Inst. Czechoslovak Acad. Sci.*, No. 57, 160.
- Barlai K.*: "RR Lyrae Variables and Stellar Evolution in M15"; *Proc. IAU Symp.* 105, (eds.: A. Maeder—A. Renzini) *Observational Tests of Stellar Evolution Theory*, 457., Reidel Publ. Co.
- Gesztelyi L. (T.: G. Simon—N. Mein—P. Mein)*: "Preflare Activity of Solar Prominences"; *Solar Physics*, 93, 325.
- Horváth A.*: "Kontrol modeli verhneye atmosfěru 'Jachia — 71' sz tocski zrenyija 11-letnyevo cikla szolnyecsnoj aktyivnosztyi"; *Nabl. ISZZ.*, 20, 227.
- Ill. M.*: "A Review of the Semi-Annual Effect"; *Nabl. ISZZ.*, 20A, 7.
- Illés E.*: "Cosmic Ray Intensity as a New Index of Density Variations in the Upper Atmosphere"; *Nabl. ISZZ*, 20A, 19.
- Illés E. (T.: Füstös L.)*: „A galatikus kozmikus sugárzás mint felsőlégköri index létjogosultságának igazolása sokváltozós matematikai statisztikai módszerekkel”; *Ionoszféra-Magnetoszféra Fizika XI.*, 21., MTE SZ, 1983.
- Jankovics I. (T.: I. Appenzeller—J. Krautter)*: "Blueshifted Forbidden Lines in T Tauri Stars"; *Publ. Astr. Soc. Pac.*, 95, 883.
- Jankovics I. (T.: U. Finkenzeller)*: "Line Profiles and Radial Velocities of Herbig Ae/Be Stars"; *Astron. Astrophys. Suppl.*, 57, 285.
- Jankovics I. (T.: E. S. Parsamjan—G. B. Oganjan—E. S. Kazarjan)*: "Parameters of Continuous Radiation of Seyfert Galaxy Nuclei"; *Astron. Circ.*, No. 1269.
- Kálmán B.*: „A csillagászat újabb eredményeiből”; *Csillagászati Évkönyv* 1985., 147.
- Kálmán B. (T.: F. Fárnik—J. Kaastra—M. Karlicky—C. Slottje—B. Valnicsek)*: "X-Ray, H-Alpha and Radio Observations of the Two-Ribbon Flare of May 16, 1981"; *Solar Physics*, 89, 355.
- Kovács G. (T.: W. Dziembowski)*: "On the Role of Resonances in Double-Mode Pulsation"; *Monthly Notices RAS*, 206, 497.
- Kun M.*: "On the Stellar Content of Association Cep OB2"; *Szoobsenyija Spec. Asztrofiz. Obsz.*, 37, 66.
- Lovas M.*: "Supernova in IC 121 and NGC 991"; *IAU Circ.*, No. 3981.
- Ludmány A.*: „Mozgások a Nap légkörében”; *Csillagászati Évkönyv* 1985., 170.
- Oláh K. (T.: M. A. Soliman)*: "Comparison Stars of BY Dra"; *Inf. Bull. Var. Stars*, No. 2648.

- Paál Gy. (T.: Diósi L.—Keszthelyi B.—Lukács B.):* "Viscosity and the Monopole Density of the Universe"; *Acta Physica Polonica, B15*, 909.
- Paál Gy. (T.: Diósy L.—Keszthelyi B.—Lukács B.):* "Technical Constraints for the GUT Scale Parameter"; KFKI — 1984-10.
- Paál Gy. (T.: Diósi L.—Keszthelyi B.—Lukács B.):* "An Analytical Model for the Phase Transitions in the Early Universe"; KFKI — 1984-84 *Astron. Nachrichten*, 306, H. 4.
- Paparó M.—Kovács G.:* "FM Com: A Delta Scuti Star with Variable Frequency Spectrum"; *Astrophys. Space Science*, 105, 357.
- Patkós L.:* "White Spot in a Close Binary"; Babes-Bolyai University, Faculty of Mathematics — Research Seminars, 4 — 1983, 44.
- Szabados L.:* "Observation of Evolutionary Changes in the Pulsation Period of Cepheids"; *Observational Tests of Stellar Evolution Theory* (eds.: A. Maeder—A. Renzini), Reidel Publ. Co., 445. *Proc. IAU Symp.* 105.
- Szabados L.—Zsoldos E.:* „A cefeidák asztrofizikai és kozmológiai jelentősége”; *Csillagászati Évkönyv* 1985. 220.
- Szeidl. B.:* "O Andromedae"; *Inf. Bull. Var. Stars.*, No. 2575.
- Szeidl B.—Szabados L.:* "Why do We Prefer Photoelectric Photometry?"; *Advances in Photoelectric Photometry*, Vol. 2. (eds.: R. C. Wolpert, R. M. Genet), 1.
- Tóth I.:* "On the Photometric Parameters of Comet Halley"; KFKI — 1984-112.

MARIK MIKLÓS

AZ ELTE CSILLAGÁSZATI TANSZÉKÉNEK  
MŰKÖDÉSE AZ 1984. ÉVBEN

A tanszék továbbra is aktív módon vett részt a *különböző szakos egyetemi hallgatók csillagászati képzésében*. Így Marik Miklós az I. éves földrajz, a II. éves meteorológus és a IV. éves matematika—fizika szakos hallgatókat, Szécsényi-Nagy Gábor a II. éves fizikusokat és a IV. éves kémia—fizika szakosokat, míg Surek György és Györgyey Judit az I. éves földtudományi szakosokat oktatta egy-egy féléven keresztül csillagászatra.

A csillagász szakos hallgatók számára a következő előadásokat tartottuk heti két órában:

<i>Asztrofizika II.</i> IV—V. éveseknek	(Marik Miklós)
<i>Bevezetés az égi mechanikába</i> III. éveseknek	
<i>A mesterséges holdak mozgása</i> IV. éveseknek	
<i>A háromtest-probléma</i> V. éveseknek (I. félév)	
<i>A Hold mozgása</i> V. éveseknek (II. félév)	(Érdi Bálint)
<i>Asztrofizika I.</i> III. éveseknek (I. félév)	
<i>Műszertechnika</i> III—V. éveseknek (II. félév)	
<i>Csillagászati laboratórium</i> III. éveseknek (I. félév)	(Szécsényi-Nagy Gábor)
<i>Műszertechnika</i> III—IV. éveseknek (I. félév)	(Surek György)
<i>Légkörön kívüli csillagászat</i> IV. éveseknek (II. félév)	(Almár Iván)
<i>A csillagászat legújabb eredményei</i> III—V. éveseknek	(Balázs Lajos)
<i>Asztrofizika I.</i> III. éveseknek (II. félév)	(Barcza Szabolcs)
<i>Általános csillagászat</i> III—V. éveseknek	(Szabados László)
<i>A csillagászat története</i> III—V. éveseknek	(Ponori Thewrewk Aurél)

Mivel a csillagász szakot csak harmadik évben lehet felvenni, az I. és II. éves hallgatók számára *speciális előadásokat* tartunk. A csillagász szakra csak azok pályázhatnak, akik ezekből sikeresen vizsgáztak. Ezek az előadások a következők:

<i>Bevezetés a csillagászatba I.</i> I. éveseknek	(Marik Miklós)
<i>Bevezetés a csillagászatba II.</i> II. éveseknek	(Szécsényi-Nagy Gábor és Györgyey Judit)

A felsoroltakon kívül még Surek György tartott speciális előadást a csillagászati fotometriából.

1983-ban és 1984-ben a következő hallgatók kaptak csillagász rész-szakos diplomát: Szalay Veronika, Holl András, Kovács Tibor, Matécsa Attila, Kovacsics Csaba, Szőke Imre, Orha Zoltán (1982-ben).

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulattal közösen tartott továbbképző előadások (az ún. országos csillagászati szeminárium) keretében a következő rendezvényeink voltak:

Balázs Lajos: *Sztocasztikus erők a sztellárdinamikában*

Pap Judit: *A napállandó változásának kapcsolata a naptévékenységgel*

O. D. Dokucsájeva: *Új eredmények a HM Sagitae-ről*

Vincze Ildikó: *Az Ap-csillagok felszínének modellezése*

Györgyey Judit: *Két év Texasban*

Ch. Friedemann: *Az intersztelláris por összetétele.*

A beszámolási időszakban tanszékünk két darab HT—1080Z és egy Sinclair Spectrum típusú személyi számítógéppel, valamint két Epson RX80 típusú printerrel gyarapodott. Ezek közül egy HT—1080Z és egy Epson-printer Budapesten működik, a többi a szombathelyi Gothard Observatóriumban nyert elhelyezést. A tanszék műszerellátottságát 1984-ben egyetemi keretből csak viszonylag szerény mértékben tudtuk javítani. Ezért különösen kedvező volt számunkra, hogy a TPB megbízásából a Tudományos Szervezési és Informatikai Intézet által a felsőoktatási intézmények kutatói és kollektívái számára meghirdetett iskolaszámítógép-pályázaton elfogadták, s mintegy félmillió forintos támogatásban részesítették tervezetünket (témavezető: Szécsényi-Nagy Gábor). A keretből eddig egy Commodore—64 típusú személyiszámítógép-rendszert és egy magyar gyártmányú digitalizáló berendezést szereztünk be (FOKGYEM RA—06 típus).

Vámosi László és Surek György elkészítette a HT—1080Z mikroszámítógépre alapozott mérésadatgyűjtő és -kiértékelő rendszert a 60 cm-es Cassegrain-teleszkóphoz. Befejeztük a tanszék Becker-fotométerének korszerűsítését.

Tanszékünkön a beszámolási időszakban a következő tudományos kutatások folytak:

*Nyílthalmazok többszín-fotometriája és galaktikus eloszlásuk vizsgálata.* (Témafelelős: Balázs Béla. Kooperációban az MTA Csillagászati Kutató Intézetével.)

„A csillagok fizikája és fejlődése” elnevezésű multilaterális akadémiai együttműködés keretében szovjet, csehszlovák és NDK-beli társszerzők közreműködésével tovább folytattuk a „Catalogue of Star Clusters and Associations” kiegészítésének összeállítását. Az 1970-es kiadás igen terjedelmes második kiegészítésének kézírata előreláthatólag 1985 végére készül el.

A fiatal nyílthalmazok galaktikus eloszlását vizsgálva, témafelelősnek sikerült kimutatnia, hogy a szóban forgó objektumok közepes lineáris átmérője nem függ jelentős módon a galaktocentrikus távolságtól, s a korábbi (ezzel ellenkező) eredmények elsősorban a helytelen távolságskála használatára vezethetők vissza. Az eredmény 73 db 15 millió évesnél fiatalabb halmazon alapul.

Témafelelős kritikai elemzés alá vette a spirálkarok szögsebességének meghatározására alkalmazott különböző módszereket, és az általuk adott értékeket összehasonlította a  $10^8$  évesnél fiatalabb nyílthalmazok térbeli eloszlásának vizsgálatából adódóval. Eredménye szerint Naprendszerünk a Galaxis korotációs zónájában helyezkedik el. A témakőről előadást tartott az „MTA—NSF Workshop on Dynamical Astronomy” című rendezvényen (Austin, Texas Egyetem, USA, 1984). Az eredmény fontos kihatással lehet a Földön kívüli civilizációk utáni kutatási stratégiákra, mint ahogy arra témafelelős rámutatott a Nemzetközi Asztronautikai Szövetség (IAF) Lausanne-ban tartott 35. kongresszusán. Nevezett 1984 augusztusában a Nemzetközi Asztronautikai Akadémia (IAA) levelező tagjává választották.

Szécsényi-Nagy Gábor tovább folytatta a vörös törpecsillagok fléaktivitásának tanulmányozását. Kimutatta, hogy észlelési kiválasztási effektusok következtében nem lehet egyszerűen összegezni a különböző kutatók eltérő paraméterekkel jellemezhető műszereivel gyűjtött adatait. Módszert dolgozott ki az egyes megfigyelési sorozatok statisztikus súlyának objektív becslésére, s az eljárást a Bjurakánban rendezett harmadik nemzetközi flérszimpozicion ismertette. Ugyancsak sikerült bebizonyítania, hogy az  $\eta$  Tauri jelű csillag úgynevezett „redukált környezetében” — amelyet lényegében a piszkés-tetői és a nagyobb bjurakáni Schmidt-teleszkóp látómezejének közös részével definiált — igen nagy valószínűséggel minden olyan flércsillagot ismerünk már, amelynek átlagos flérgyakorisága eléri az  $1/800 \text{ h}^{-1}$ -t (hozzávetőleg száz ilyen objektum van az adott mezőben). Elég sok információval rendelkezünk az ennél kisebb, de  $1/600 \text{ h}^{-1}$ -t meghaladó flérgyakoriságú csillagokról is, ezek hozzávetőleges számát 140—150-re becsülhetjük.

Abból a legtöbbek által vitathatatlanul helyesnek ítélt hipotézisből kiindulva, hogy a flércsillagcsoportok fotometriai viselkedését Poisson-eloszlás(ok) jellemzi(k), Szécsényi-Nagy új formulát vezetett le az adott területen a jelenleg alkalmazott módszerek segítségével fölfedezhető ilyen objektumok valószínű számának becslésére. Eszerint közepes és nagy flérgyakoriságú csillagok száma elérheti a 650-et. Természetesen semmi sem zárja ki olyan flércsillagok létezését, amelyek akár csak öt- vagy tízezer óránként villannak fel, így a kapott érték csak látszólag mond ellent a korábban, más módszerekkel becsült néhány ezres flércsillag-populációnak. A két eredmény összevetéséből az a következtetés vonható le, hogy a rendkívül gyér aktivitást mutató objektumok sokkal gyakoribbak, mint a sűrűn flérezők.

A témakörben a legutóbbi beszámoló óta megjelent (illetve sajtó alatt levő) publikációk:

- Balázs Béla (T.: G. Lynga): *The Galactic Distribution of Open Clusters of Different Ages and the Angular Velocity of the Spiral Structure*; Publ. Astron. Inst. Czech. Acad. Sci. No. 56, 37, 1983.
- Balázs Béla: *Quasi-empirical Determination of the Angular Velocity of the Galactic Spiral Pattern*; sajtó alatt a University of Texas Pressnél, 1984.
- Szécsényi-Nagy Gábor: *The Present State of the International Star Cluster Photometry Programme*; Publ. Astron. Inst. Czech. Acad. Sci. No. 56, pp. 69, 79, 1983.
- Szécsényi-Nagy Gábor: *On the Most Probable Number of Flare Stars in the Pleiades Field*
- Szécsényi-Nagy Gábor: *Statistical Investigation of Flare Stars and their Flare-ups in the  $\eta$ Tauri Fields*; Flare Stars and Related Objects, Proceedings of the 1984 Bjurakan Symposium, Ed. by L. V. Mirzoyan, Arm. Acad. Sci. Yerevan (sajtó alatt).
- Szécsényi-Nagy Gábor: *Flare Stars in the Apparent Skyneighbourhood of  $\eta$ Tauri*; Annales of Depts. of Astronomy, Meteorology, Geophysics and Cartography of the Eötvös Univ., Ed. by A. Meskó, Printing Office of R. Eötvös Univ. Budapest (sajtó alatt).
- Szécsényi-Nagy Gábor: *A századvég optikai csillagászatának megfigyelőműszerei*; Csillagászati Évkönyv 1984., 135—182., Gondolat Kiadó.

*A plazmafizika csillagászati alkalmazásai.* (Témafelelős: Marik Miklós.)

A beszámolási időszakban az Ap-csillagok felszínén levő anomális kémiai elemgyakoriság-eloszlásra vonatkozó és napfizikai kutatások folytak.

Pap Judit aspiráns a napállandó mesterséges holdak által mért változásait vizsgálva kimutatta, hogy a napállandó hirtelen változásai a fiatal, illetve a gyorsan változó mágneses terű napfoltok összterületével vannak kapcsolatban. Úgy tűnik, hogy a Nap foltokkal való fedettségének jellemzésére az eddig használt mérőszámok helyett megadható egy olyan „módosított relatívszám”, amely az eddigieknél lényegesen jobb kapcsolatot mutat a napállandó változásaival és más, a Földön észlelhető naphatásokkal. A fiatal foltok területösszegének periódusanalízise azt a meglepő eredményt mutatta, hogy kb. 24 napnál található egy csúcs, a már régebben is ismert 28 napos periódus mellett. A 24 napos periódus talán a Nap felszín alatti rétegeivel hozható kapcsolatba, amelynek forgási periódusa a mélység szerinti differenciális rotáció miatt rövidebb a felszíninél. Ezek az eredmények további megerősítésre szorulnak. A Művelődési Minisztérium ez irányú kutatásainkat azzal is méltányolta, hogy „A naptevékenység földi hatásai” témakör további művelésére 1984 második felétől kezdve jelentős anyagi támogatást

nyújt. Ez lehetővé tette, hogy tanszékünk irányításával, az MTA Csillagászati Kutató Intézete és a Légkörfizikai Intézet munkatársait bevonva komplex kutatócsoportot alakítsunk 1985-től kezdődően.

Vincze Ildikó összegyűjtötte az 53 *Camelopardalis* és az  $\eta$  Carinae nevű Ap-típusú csillagokra vonatkozó észlelési anyagokat, és modellt dolgozott ki a különböző kémiai elemek eloszlására az említett csillagok felszínén. Kutatásainak eredményét publikálásra készíti elő.

Megkezdődött a mágneses csillagok fotometriai észlelése a szombathelyi 60 cm-es távcsővel.

A témakörben megjelent publikációk a következők:

Pap Judit: *Modulation of Solar Constant by Active Regions during 1980*; *Astron. Nachr.*, 305, 1984. 1., 13—16.

Pap Judit: *A Nap sugárzási fluxusának változása*, Ionoszféra és Magnetoszféra Közlemények, XI., 1982.

Pap Judit: *Variation of the Solar Constant and its Connection with the Solar Activity*; *Annales of Depts. of Astronomy, Meteorology, Geophysics and Cartography* (sajtó alatt).

Pap Judit: *Activity of Sunspot and Solar Constant Variations during 1980*; *Solar Physics* (sajtó alatt).

Pap Judit: *A napállandó változása*; Ionoszféra és Magnetoszféra Közlemények, XII., 1984.

*Égimechanika.* (Témafelelős: Érdi Bálint.)

Tovább folytattuk a trójai kisbolygókkal kapcsolatos vizsgálatokat. Kimutattuk, hogy létezik egy, a kisbolygók pályasíkjának forgási irányát meghatározó kritikus inklináció, amely függ az  $L_4$  Lagrange-pont körüli librációs mozgás amplitúdójától. A trójai kisbolygókkal kapcsolatos új eredményeket témafelelős a „Stability of Planetary Systems” című konferencián (Ram-sau, Ausztria, a Grazi Egyetem rendezvénye) ismertette.

Az  $L_4$  pont körüli mozgások nem-lineáris stabilitását a korlátozott háromtest-probléma keretein belül a Ljapunov-féle karakterisztikus exponensek módszerével vizsgáltuk. Váradí Ferencsel (ELTE numerikus analízis tanszék) együttműködve nagyszámú,  $L_4$  körüli pálya numerikus integrálását végeztük el (a nyolcadrendű Runge—Kutta—Fehlberg-módszer alkalmazásával), és ezekre meghatároztuk a Ljapunov-exponenseket. A kapott eredmények azt mutatják, hogy ezzel a módszerrel pontosan meghatározhatók az  $L_4$  körüli stabil és instabil tartományok határai. Az eredményekről témafelelős az „MTA—NSF Workshop on Dynamical Astronomy” című rendezvényen (Austin, Texas Egyetem, USA) számolt be.

Az  $L_4$  körüli mozgások stabilitását az elliptikus korlátozott háromtest-probléma keretei között is tanulmányoztuk (Györgyey Judit).

Kutatásokat folytattunk (Váradi Ferencsel) a Hori—Lie-féle perturbációszámítás továbbfejlesztése irányában. Sikertelen olyan módszert kidolgozni, amellyel nem egy, hanem két kis paramétertől függő perturbált probléma is vizsgálható.

A témakörben az év folyamán hat cikket küldtünk el publikálásra (ameklyek még nem jelentek meg).

*Kisbolygó- és üstökösfizikai kutatások.* (Témafelelős: Szécsényi-Nagy Gábor. Kooperációban az MTA Csillagászati Kutató Intézetével és az International Halley Watch elnevezésű nemzetközi programmal.)

Témafelelős az üstökösök fizikai-kémiai tulajdonságainak vizsgálatára alkalmazott legmodernebb módszereket is kellő részletességgel tárgyaló — mintegy húsz nyomdai ív terjedelmű — könyvet írt. A mű kéziratát 1984-ben juttatta el a Gondolat Könyvkiadóhoz, s így remélhető, hogy a témakörben eddig megjelent magyar nyelvű kiadványoknál összehasonlíthatatlanul részletesebb és bővebben illusztrált monográfia a Halley-üstökös perihéliumátmenete idejére eljut majd az olvasókhoz.

Másik kedvező, a kométák további vizsgálatával szoros kapcsolatban álló esemény, hogy a Művelődési Minisztérium által az 1985. évre meghirdetett kiegészítő kutatástámogatási állami megbízási szerződésen alapuló pályázatra benyújtott kutatási tervezetünket a bíráló bizottság — csökkentett költségvetéssel bár, de — jóváhagyta.

Korábban gyűjtött megfigyelési adatokra támaszkodva kimutattuk, hogy az üstökösök kómájának méretváltozásai csak abban az esetben tanulmányozhatók kellő pontossággal, ha az észlelési módszer által megszabott (zajjellegű vagy szisztematikus) zavaró hatásokat megfelelő módon számításba vesszük. E kérdéssel kapcsolatban témavezető előadást jelentett be az 1985-ben Uppsalában rendezendő második európai kisbolygó-, üstökös- és meteorokonferenciára. Az előzetesen már elfogadott előadásban új, az említett zavarok által a korábbiaknál lényegesen kevésbé befolyásolt definíciót sikerült adnia az üstökösök átmérőjére.

Megjegyzendő még, hogy a beszámolási időszakban a témakörön dolgozó egyik munkatársunkat (Tóth Imrét) az MTA CSKI-be helyezték át.

B. G. Marsdennek, a Nemzetközi Csillagászati Unió kisbolygókutató központja vezetőjének felkérésére megkezdtük a két világháború között az akkor a Budapesti Tudományegyetemhez tartozott (sváb-hegyi) Asztrofizikai Observatóriumban készített kisbolygófelvételek kimérését. A munka előkészítésében a Belgrádi Observatórium egyik munkatársa, Z. Knezevic is részt vett, aki az év végén kéthetes tanulmányúton volt tanszékünkön. Az adatok feldolgozását nemzetközi kooperáció keretében tervezzük.



Tanszékünk feladatának érzi a hazánkban folyó csillagásztörténeti kutatások támogatását is. Így megjelentettük Vargha Domokosné (MTA Csillagászati Kutató Intézete) és Peter Brosche (Bonni Egyetem) „Briefe Franz Xaver von Zach's in sein Vaterland” című, 116 oldalas tanulmányát. A kiadvány a „Publications of the Astronomical Department of the L. Eötvös University” sorozat 7. számaként jelent meg, Balázs Béla és Szécsényi-Nagy Gábor szerkesztésében.

A Tankönyvkiadó gondozásában újra megjelent a hiánycikknek számító Szécsényi-Nagy Gábor: „Tájékozódás a csillagos égen” című könyv.

Az 1983-ban megjelent Gazda—Marik: „Csillagásztörténeti ABC” című könyvet nívódíjban részesítették.

Tóth György interdiszciplináris biofizikai témakörében tovább folytatta a munkát, melynek során több mint száz kártevő rovarfajnak a holdfényváltozásra vonatkozó reagálását dolgozta fel. Két jelentős mezőgazdasági kártevő rovarra pedig kimutatta, hogy a Hold és Nap pillanatnyi gravitációs potenciálja rendkívül magas korrelációval befolyásolja ezen élőlények tevékenységét. Ezeknek az eredményeknek a közlése folyamatban van.

A témakörben megjelent egyéb munka:

Tóth György—T. Nowinszky László: *A vetési bagolylepke fénycsapdás fogásának alakulása a Hold horizont feletti tartózkodásának, fényváltozásának és polarizált fényének függvényében*; Kertgazdaság, 1984., 16., No. 2., pp. 83—91.

A tanszék személyi állománya 1984. szeptember 1-én a következő volt. Budapesti munkahellyel: dr. Balázs Béla, kandidátus, tanszékvezető egyetemi docens (külföldön); dr. Marik Miklós, kandidátus, mb. tanszékvezető egyetemi docens; dr. Érdi Bálint, kandidátus, egyetemi docens; dr. Szécsényi-Nagy Gábor, egyetemi adjunktus; Vízi Zsuzsanna, egyetemi tanársegéd (szabadságon); Györgyey Judit, mb. egyetemi tanársegéd; Surek György, mb. egyetemi tanársegéd; Pap Judit, aspiráns; dr. Almár Iván, a fizikai tudományok doktora, c. egyetemi tanár, mb. előadó; dr. Balázs Lajos, kandidátus, mb. előadó; dr. Barcza Szabolcs, kandidátus, mb. előadó; dr. Szabados László, kandidátus, mb. előadó; Ponori-Thewrewk Aurél, mb. előadó; Nagy Ágnes, előadó; Vörös Tibor, tudományos munkatárs (részfoglalkozású); Elter János, műszerész (részfoglalkozású); Hajdu Judit, egyetemi hallgató, könyvtáros (részfoglalkozású); Pintér Zsolt, egyetemi hallgató, tudományos segéderő (részfoglalkozású); Aszódi Sándorné, takarítónő. Szombathelyi munkahellyel (Gothard Observatórium): dr. Tóth György, observatóriumvezető, tudományos munkatárs; Vincze Ildikó, tudományos

segédmunkatárs, Vámosi László, tanszéki mérnök; Horváth József, tudományos ügyintéző; Gál Imréné, adminisztrátor; Csejtei Ferencné, gondnok; Dologh Ervin, egyetemi hallgató, tudományos segéderő (részfoglalkozású); Csejtei Ferenc, fűtő (részfoglalkozású); Vámosi Péter, szakmunkás (részfoglalkozású).

HORVÁTH ANDRÁS—ZOMBORI OTTÓ

BESZÁMOLÓ A TIT BUDAPESTI  
PLANETÁRIUM ÉS URÁNIA CSILLAGVIZSGÁLÓ  
1984. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

Az 1984. év, annak ellenére, hogy a *Planetárium—Uránia költségvetését 1982-höz képest 14%-kal csökkentették*, sikeresnek mondható. Az egyensúly fenntartásának ára egy sor beszerzés és néhány tevékenységi forma ideiglenes leállítása volt (propaganda, műszaki fejlesztés, Planetárium- és Uránia-füzetek stb.).

Áprilisban megkezdődött az *Uránia főépületének felújítása*. Ez visszaesést okozott a látogatók fogadásában és az optikai eszközök termelésében, jóllehet az Uránia-műhely ideiglenes helyet kapott a TIT országos központjában, és a szakköri foglalkozásokat, valamint a csütörtöki sorozat előadásait a Planetáriumba tettük át.

### Planetárium

#### *Planetáriumi műsorok*

1984-ben öt új műsor készült el. Csaba György: *Az életadó csillag* című műsora a Nap szerepéről, a Naprendszerünk központi égitestjében zajló jelenségekről és azok földi hatásáról szól (51 perc, 159 db dia, 1 db panoráma). Zombori Judit: *A Galaktika vándorai* című gyermekműsorában egy képzeletbeli meseúrhajón utazva a Tejútrendszer különféle csillagait ismerhetjük meg (41 perc, 160 db dia, 13 db panoráma).

Csaba György elkészítette a három iskolai műsor új, hangszalagos változatát: *A Föld nevű bolygó* (38 perc, 27 db dia, 2 db panoráma), a 4—7. osztályosoknak. *A Naprendszerünk* (46 perc, 49 dia) a 8—II. osztályosoknak, *A csillagászat évezredei* (50 perc, 43 db dia, 1 db panoráma) a III—IV. osztályos középiskolásoknak ajánlott.

Ponori Thewrewk Aurél: *A betlehemi csillag* című műsorát lefordította *eszperantó* nyelvre és az *eszperantó világtalálkozó* alkalmával be is mutatta.

Csaba György felújította a *Hazánk csillagos égboltja* című műsorát. A fenti műsorokon kívül még az alábbiak szerepeltek programunkban. Csaba György: *Kalandozás az égbolton*, Csaba György—Taracsák Gábor: *Helyünk a Világegyetemben*, Ponori Thewrewk Aurél—Schalk Gyula: *A betlehemi csillag*, Ponori Thewrewk Aurél: *Az időmérés története*, *Naptárunk története*, Sajó Péter: *A Világegyetem hangja*, Sajó Péter—Zombori Judit: *Az űrkutató negyedszázada*, Schalk Gyula: *A Nap családja*, Schalk Gyula—Trethon Judit: *Az UFO-k titka*, Taracsák Gábor: *Földünk bolygótestvérei*, *Pillantás a végtelenbe*, Zombori Judit: *Irány a Mars!* 1984-ben tehát a három iskolai program mellett tizenöt különböző műsort adtunk.

### *A Planetárium egyéb programjai*

A budapesti csillagászati és űrkutatói szakosztály a Planetáriumban tartotta fő rendezvényét, a huszonharmadik csillagászati heteket. *Idegen civilizációk?* sorozattal, a Földön kívüli civilizációk kérdéskörét tárgyalva csillagászati, biológiai, űrhajózási és műszaki szempontok szerint (9 előadás, október 20—november 5.).

Október 4-én *Az űrkorszak 27 esztendeje* című ünnepi előadóesttel nyitottuk meg *A Föld a világűrben* címmel, az OFTH Földmérési Intézetével közös, új, állandó kiállításunkat. A 112 db színes és 90 db fekete-fehér fotóból álló anyag a műholdakról, űrhajókról, és űrállomásokról készült kozmikus képek gyakorlati, népgazdasági kozmoszát szemlélteti. A kiállítással párhuzamosan — ugyancsak a körfolyosón — a földfotók feldolgozását és más űrkutatói műsorokat bemutató videóprogramot adtunk. A kiállítást ez év végéig több mint 70 ezren látogatták.

Decemberben mutattuk be a *Vega-program* című „kamarakiállításunkat”, amelyen a Halley-üstököst megközelítő Vega szondák 1:5 és 1:20-as léptékű modellje mellett az űrszondákon elhelyezett magyar gyártmányú tv-elektronika, a kozmikus sugázmérő Tünde, és a töltöttrezeccske-mérő Plazmag műszer 1:1-es makettjét is láthatják nézőink.

A körcsarnok fali vitrinjeiben *állandó űrhajózási modell- és makettkiállítást* készítettünk űrhajókról, hordozórakétákról és magyar űrműszerekből. Kiállítási anyagokat kölcsönöztünk Debrecen, Kiskunhalas, Nyíregyháza és Szolnok művelődési házainak. Áprilisban nyitottuk meg *Nagy Zsuzsa* különleges formavilágú grafikáit, valamint alumíniumra és rézre készült fémgrafikáit tartalmazó *Makro- és mikrokozmosz* című képkiallítását.

1984-ben a szemináriumhelyiséget a József Attila Szabadegyetem rendszeres terem bérlőként használta. A Solaris együttes — ugyancsak terem bérlőként — májusban és decemberben két-két előadással telt házas koncertet rendezett a kupolateremben. A BME Multimedia Stúdiója *Lézerszínház*

elnevezéssel, önköltséges terembérlettel szintén a kupolateremben tartott összesen 329 előadást 52 537 nézőnek (teremkihasználtság: 43,2%, azaz 160 néző előadásenként).

### *A Planetárium látogatottsága*

1984-ben 893 nagyközönségi és iskolai csillagászati előadást tartottunk 161 327 nézőnek, ez 48,8%-os teremkihasználtságot, azaz 181 nézőt jelent előadásenként. Az előzőekkel összehasonlítva látható, hogy a *csillagászati előadások* 1984-ben *jobban látogatottak*, mint a lézeres programok. A nagyközönségi és iskolai műsorokon kívül tíz speciális, magas szintű előadásunk volt 689 főiskolai és egyetemi hallgatónak, valamint nyolcszor tartottunk idegen nyelvű programot, 637 külföldinek.

Összesítve tehát 1984-ben a Planetárium 911 csillagászati előadásán 162 653 fő vett részt.

### *Planetáriumi szervezés és propaganda*

Az 1984/85-ös iskolai műsorfüzetünket (20 000 példány) szeptemberben küldtük szét az ország iskoláiba. Negyedéves műsorfüzetünk (12 000 példány) háromszor jelent meg.

Műsorainkat a *Föld és Ég*, a *Programme* havonta, a *Pesti Műsor*, az *Élet és Tudomány*, a *Népszabadság* hetente, a *Rádió* pedig naponta ismertette. Az *Ismeretterjesztés* című folyóirat csaknem havonta hozta munkatársaink egy-két oldalas anyagát műsorainkról, az októberi szám pedig részletes ismertetést közölt a Planetáriumról.

Mivel költségvetésünk csökkenése miatt közvetlen *tv-propagandára* nem tellett, több alkalommal igyekeztünk közvetett reklámot csinálni — személyes szerepléssel — a Tv-híradó és a Perpetuum mobile adásain keresztül. Ugyancsak a költségvetés csökkentése miatt nem tudtunk plakátot és kártyanaptárt nyomtatni 1984-ben.

Februárban állították fel a Korga György által tervezett *reklámtáblát* a metró Népliget állomásán.

### *A Planetárium műszaki fejlesztése*

1984-ben a kilenchetes nyári szünet (július 16—szeptember 14.) második felében került sor a planetáriumműszer és a segédberendezések éves karbantartására. Legfontosabb változtatás, hogy a csillaggömbökbe 1000 W-os halogénizzók kerültek, amelyek forintért, belföldön olcsóbban szerezhetőek be, mint a korábban használt 1500 W-os NDK gyártmányú normál izzók. Az új halogénizzókkal a csillagok fénye pontszerűbbé, éleesebbé vált. Az

állódia-vetítő új vezérlőtáblát kapott, a tükrös vetítőhöz kétfokozatú sebességváltó, a három GAF-vetítőből álló rendszerhez irányváltó készült.

A műszaki csoport elkészítette a Planetárium *általános betörésjelző rendszerét*. Az igazgatási épület és a főépület üvegajtóin és ablakain elhelyezett 75 db törésjelző és a hozzá tartozó vezetékek házi szerelése, valamint a vészjelző-vezérlő saját fejlesztése több százezer forintos megtakarítást jelentett. A csoport ezenkívül elkészített még egy 22 lámpából álló *kiállításvilágító rendszert*.

1984-ben beszerzésre került: két GAF-diavetítő, egy MK-29-es kazettás magnetofon, egy írásvetítő és egy Minimixer GA—1 házi keverőpult a hangstúdió részére. A költségvetés-csökkentés miatt nem tudtuk megvásárolni a négy-sávú tartalék magnetofont, a tervezett Kodak-diavetítőket, áttűnőegységet és vezérlőegységet, valamint stúdiócélokra is használható kazettás magnetofont. Tulajdonunkba került az Interpresstől két éve bérelt két diavetítő gömb.

### *Planetárium Tanács*

A tanács 1984-ben három ülést tartott, amelyeken több új planetáriumi műsor került bemutatásra és elfogadásra. A májusi ülést a Kecskeméti Planetáriumban rendeztük, az új intézmény egyéves működésének tapasztalatairól. Itt vetődött fel az a gondolat, hogy egy országos iskolaplanetárium-hálózat kiépítésével lehetne az iskolák csillagászati oktatását hatékonyan segíteni.

### *Planetáriumi kiadványok*

1984-ben a Planetárium-füzetek sorozat nyolcadik tagjaként Csaba György: *Ikarosztól a Szputnyik 1-ig* című műve jelent meg (28 oldal, 8 ábra, 5000 példány, ára 10 Ft). A sorozat kilencedik és tizedik kötete nyomdába került ugyan, de a költségvetés csökkentése miatt nem jelenhetett meg 1984-ben. Kéziratban elkészült Schalk Gyula: *Az UFO-k titka* című füzeté is.

### *A Planetárium hazai és nemzetközi kapcsolatai*

Műszaki segítséget nyújtottunk a *Kecskeméti Planetárium*nak a panoráma-rendszerhez szükséges sötétváltó kiépítésében.

Johann Rose, a *Jénai Planetárium* igazgatója (aki a CSBK XIII. országos találkozója vendégeként járt hazánkban) tájékoztatott, hogy Jénában 1985-ben helyezik üzembe az új, digitális vezérlésű planetáriumi műszert, a Cosmoramát. Dieter Herrmann a *Berlin—Treptow Csillagda* igazgatója szeptemberi látogatásakor jelezte, hogy Berlinben 1987-re várható egy, szintén Cosmorama-műszerrel felszerelt, új planetárium felépítése.

A *Prágai Csillagda és Planetárium* tizenkét tagú delegációja novemberben tapasztalatcsere-látogatásán megnézte a budapesti csillagászati és lézeres műsorokat. Megbeszéléseink alapján várható, hogy jó együttműködés alakul ki velük.

Sajó Péter februárban részt vett az *NDK-beli kisplanetáriumok vezetőinek találkozásán* Potsdamban, ahol a kecskeméti kisplanetárium saját fejlesztésű távvezérlőrendszeréről számolt be. Horváth András júliusban a *Moszkvai Planetárium* vendégeként ismerkedett a szovjet kollégák és az ottani intézmény munkájával.

### *A Planetárium személyi ügyei*

Csaba György augusztustól az Árpád Gimnáziumban tanít, de külső munkatársként továbbra is tart planetáriumi műsorokat. 1984-ben az előadások lebonyolításába bekapcsolódott *Szeidl Mihály*, a Planetárium műszaki csoportjának és *Szalma Sándor*, az Uránia munkatársa. Szeptembertől a Planetárium—Uránia gazdasági vezetőjévé nevezték ki *Hajtó Józsefnét*.

### *A Planetárium egyéb ügyei*

A TIT budapesti szervezetének Alkotó Ifjúság pályázatán 1984-ben Mátis András: *Vega űrszondamodell*, Taracsák Gábor: *A húrmenti panorámavetítés* és Csaba György: *A Budapesti Planetárium iskolai műsorainak hatékonysági vizsgálata* című műve díjazásban részesült.

1984-ben könyvtárunk 81 magyar és nyolc külföldi könyvvel, 14 hanglezemmel és 25 folyóirattal gyarapodott.

A nyári szünet első felében a K2 Ipari Hegymászó GMK kifestette a kupola félgömb alakú, 830 m<sup>2</sup>-es vetítőfelületét, amely a hétéves használat alatt elszennyeződött. A Középpületépítő Vállalat az év második felében elvégezte az igazgatási épület kerámiaburkolata 25%-ának szavatossági cseréjét.

Horváth András az MTA Interkozmosz-tanácsának kiküldetésében részt vett az Interkozmosz-együttműködés kozmikus fizikai munkabizottságának éves tanácskozásán (Poznan, május 12—19.) és kisbolygókutató űrszondákkal foglalkozó szemináriumán (Berlin, november 26.—december 1.), MTESZ-támogatással pedig a Műholdmegfigyelések geodéziai és geofizikai célú felhasználása című tudományos konferencián (Karlovy Vary, szeptember 17—22.).

## Uránia Csillagvizsgáló

### *Közönségfogadás, előadások, szakkörök*

Az eddig bevált gyakorlatnak megfelelően a minden derült hétköznap este megtartott *távcsöves bemutatók* változatlanul nagy érdeklődést elégitettek ki.

Március 16-án, 23-án és 30-án az előző év kedvező tapasztalatai alapján ismét megrendeztük *Kovács Ádám zárt körű előadás-sorozatát*, melyben az általa vezetett kutatócsoport számolt be legújabb eredményeiről. Az előadás-sorozat vitavezetői dr. Oros Gyula biokémikus és dr. Abonyi Iván fizikus voltak. Ennek a belépődíjas sorozatnak ismét nagy volt a sikere.

*A tavaszi csütörtöki sorozat* (április 5.—június 14.) előadói és előadásai. Ponori Thewrewk Aurél: *Történelmi üstökösök*, dr. Kelemen János: *Jön a Halley-üstökös*, dr. Kulín György: *Tűlszárnyalható-e a fénysebesség?*, Dávid Gyula: *Miért simá a Világegyetem?* — *avagy az Ősrobbanástól napjainkig*, dr. Almár Iván: *Az IRAS infravörösége*, Both Előd: *A csillagok szinképe*, Zombori Ottó: *Lehet-e kísérletezni a csillagászatban?*, Szalma Sándor: *Miért jelent nehézséget egy naprendszer-keletkezési elmélet kidolgozása*, Molnár Sándor: *Felbomlik-e a Naprendszer?*, dr. Horváth András: *Leszállás a Titánon?*, Vargha Domokosné: *Egy elfelejtett magyar csillagász: 200 éve született Tittel Pál.*

*Az őszi csütörtöki sorozat* előadói és előadásai. Ünnepi ülés az első szputnyik fellövésének tiszteletére, a hazai űrkutatás vezető szakembereinek részvételével — *Az űrkorszak 27 esztendeje* címmel, Büttner György: *Ahogy a műholdak látják a Földet*, Szalma Sándor: *Hol van a Nap legközelebbi csillagszomszédja?*, dr. Horváth András: *Lesz-e szovjet űrrepülőgép?*, dr. Lukács Béla: *A modern kozmológia problémái*, dr. Barcza Szabolcs: *Mivel foglalkoznak a magyar csillagászok?*, Schalk Gyula: *A világ anyagi egysége és a szellemi jelenség*, dr. Marik Miklós: *Csillagok felszeletelve*, Nuspl János: *Egy képzelt téridőbeli utazás*, dr. Both Előd: *A Galileo-program*, Zombori Ottó: *Hogyan méri a távolságot a csillagász?*

Az 1983/84-es évad *csillagászati szakköri záróeseménye* egy szlovákiai tanulmányi kirándulás volt, melyen a szakkörösök és a vezetők egy része vett részt, június 2—4. között.

A teljes évi rendezvény- és látogatószámok (előadások, bemutatók és szakköri foglalkozások) az átépítés ellenére a korábbi évekkel összehasonlítva sem mutattak jelentős visszaesést: *198 rendezvényünkön 4100 fő vett részt.*

A tárgyévben is igen látogatott volt *a citadellai panorámbemutató helyünk.* Tulajdonképpen ez az egységünk nem érezte meg az Uránia felújításából adódó bonyodalmakat, s a bemutatóra alkalmas időszak alatt *15 866 ember* fordult meg ezen a helyen.



## *A Csillagászat Baráti Köre*

A Csillagászat Baráti Körébe jelentkezettek száma az 1984. év végére megközelítette a 8000 főt.

A CSBK-mozgalomnak a beszámolási évben a legrangosabb rendezvénye az 1984. június 29. és július 3. között Kiskunhalason megrendezett *XIII. országos találkozója* volt, melyen kb. 200 amatőr csillagász vett részt.

A találkozó külföldi vendégei (Johann Rose, a Jénai Planetárium vezetője és Michael Schumacher, a Zeiss Művek tudományos tanácsadója az NDK-ból, Czimbalmos László Romániából) rövid tájékoztatást adtak a náluk folyó csillagászati-űrkutatói ismeretterjesztő munkáról.

Az aktív és eredményes csillagászati ismeretterjesztő munkát, valamint a kiváló amatőr csillagász-tevékenységet elismerő *Zerinváry-émlékéremet* az 1983. évre *Ujvárosy Antal*, a Kecskeméti Planetárium vezetője, az 1984. évre *Balogh István*, a kiskunhalasi amatőr csillagász-mozgalom vezetője kapta meg. A szakmai programban szerepelt dr. Balázs Lajos: *A csillagászat időszerű kérdései*, dr. Kulin György: *Csillagászat és fizika*, dr. Tóth György: *A változócsillagok észlelésének személyi számítógépes feldolgozásáról*, dr. Horváth András, Farkas Bertalan és Magyarai Béla: *Az űrkutatás aktualitásairól* és Schalk Gyula: *A Drake-formula válságáról* című előadása.

Az előadások kivonatos anyagát, valamint az új működési szabályzat tervezetét a résztvevők előzetesen egy kis füzet formájában megkapták, így a találkozó dönthetett a módosításról.

A találkozó feladatai közé tartozott az új vezetőség megválasztása, amely már az új működési szabályzat szellemében és elnevezéseivel történt, s amelynek értelmében a CSBK vezetősége az 1984. évtől a következő *állandó tagok*: dr. Kulin György, dr. Horváth András (mint a Planetárium—Uránia igazgatója), Schalk Gyula (mint a választmány titkára), dr. Both Előd (mint a Meteor szerkesztője), Schlosser Tamás (mint a Föld és Ég szerkesztője); *két évre választott tagok*: Bánfalvy Péter (Zalaegerszeg), Karászi István (Gyöngyös), Kizsel Vilmos (Budapest), Kemenes Lászlóné (Pécs), Paszt György (Szeged), dr. Szabó Gyula (Miskolc), Szoboszlai Endre (Debrecen), dr. Gööz Lajos (Nyíregyháza), Ujvárosy Antal (Kecskemét), Engler Nándor (Székesfehérvár); *négy évre választott tagok*: Ponori Thewrewk Aurél (Budapest), Zombori Ottó (Budapest), dr. Dankó Sándor (Szolnok), dr. Kelemen János (Budapest), Keszthelyi Sándor (Pécs-Vasas), Mizser Attila (Budapest), Szőke Balázs (Pécs), dr. Jónás László (Esztergom), Vértés Ernő (Szombathely), Könnyű József (Salgótarján).

A találkozó az új működési szabályzat értelmében *számvizsgáló bizottságot* választott, melynek elnöke Dinga László (Tata), tagjai: Holl András (Budapest) és Horváth Ferenc (Veszprém).

A Csillagászati Baráti Köre vezetősége megválasztása után megtartotta első vezetőségi ülését, amelyen saját soraiból megválasztotta az operatív

vezetési feladatokat ellátó *elnökséget* az 1984—1988. évekre. Ezek szerint a CSBK elnöke: Ponori Thewrewk Aurél, tiszteletbeli elnök: dr. Kulin György, titkára: Zombori Ottó. Tagjai: dr. Horváth András, Mizser Attila, Schalk Gyula és Vértés Ernő.

Az újonnan elfogadott CSBK működési szabályzat egyik lényeges újdonsága a *CSBK pártoló tagság* fogalmának bevezetése: a csillagászat iránt általában érdeklődők (akik számára a Föld és Ég folyóirat előfizetése kötelező) közül azt a szűkebb csoportot — a CSBK pártoló tagjait —, akik anyagi többlet áldozatvállalásukkal egyébként is segítik a mozgalmat, azzal kívánja megkülönböztetni, hogy a havonta 32 oldalon megjelenő kiadványt — a *Meteor*t — illetménylapként kapják a jövőben. Ugyancsak ők jogosultak a megkülönböztető CSBK pártoló tagsági igazolvánnyal együtt járó egyéb kedvezmények igénybevételére is.

Hagyományosan aktívan zajlottak le a speciális témákkal foglalkozó *szekcióülések*, amelyeket a változócsillagokról (Mizser Attila vezetésével), a meteorok megfigyeléséről (Tepliczky István), a csillagásztörténeti adatgyűjtésről (dr. Marik Miklós), az üstökösök megfigyeléséről (Ujvárosy Antal) tartottak.

Baráti hangulatban, nagy sikerrel vettek részt a találkozó hallgatói a kecskeméti—bugaci kiránduláson, ahol a legnagyobb elismerést a Kecskeméti Planetárium és az ott bemutatott műsor aratta. Az év folyamán a találkozón kívül a CSBK vezetősége még kétszer ülésezett, ahol az elkövetkező évek CSBK-mozgalmával kapcsolatos teendőit beszéltük meg.

### *Az Uránia szakmai-módszertani irányító munkája*

Az Uránia írásos beszámolót készített a Művelődési Minisztérium számára a csillagászati szakköri-módszertani feladatok ellátásáról.

Nagy sikerrel bonyolítottuk le a *csillagászati szakkörvezetők III. országos minősítő tanfolyamát* 1984. augusztus 15. és 19. között Szombathelyen, ahol az előadók (dr. Balázs Lajos, dr. Both Előd, Horváth József, dr. Kelemen János, Schalk Gyula, dr. Tóth György, Ujvárosy Antal és Zombori Ottó) a szakköri munkában hasznosítható csillagászati, amatőr csillagászati, űrkutatási ismeretterjesztési, valamint számítástechnikai lehetőségeket ismertették. Igen nagy érdeklődés kísérte az Ógyalláról érkező, a tanfolyamon végig részt vevő Pintér Péter: *Csillagászat, amatőr csillagászat Szlovákiában* című előadását.

1984 novemberében az Uránia Csillagvizsgáló a nyilvántartásban szereplő szakkörök munkáját a Csillagászati Értesítő 1984. évi két füzetével, valamint Csaba György: *Csillagászati megfigyelések* című gimnáziumi fakultációs füzetével segítette.

Eredményesen bonyolítottuk le a rókafarmi észlelőbázison az Uránia munkatársai és szakkörösei számára a tavaszi (május 3—6.) és nyár végi (szeptember 20—23.) *észlelőtáborokat*.

### *Uránia-kiadványok*

Az év folyamán megjelent — a választmány megbízása alapján — az Uránia munkatársai aktív részvételével a *Meteor* 12 száma ( $12 \times 2$  ív terjedelemben), ezek mellékletei (*Mira* változók 1980—81—82, *PVH* változócsillag-atlasz V—VI. szám, *Szabálytalan és RV Tauri* változók 1979—83, *Mira* változók 1980, *ZHR-bulletin* 1980, *körlevelek, észlelőtérképek*). Megjelentettük a *Magyar napórákatalógust* és a *Meteor* 1983/13. (humor az amatőr csillagászatban) számát. Újra kiadtuk az *általános tájékoztatót*, az új figurális és északi égboltot ábrázoló *csillagtérképeket*, valamint utánnymattuk Dóra László: *Ismerkedés a csillagos éggel* című füzetét. 1984-ben új kiadásban megjelent Kulin György: *Távcsövek házi készítése* című munkája is. A költségvetési megszorítások miatt az *Uránia-füzetek* sorozat 1984-re tervezett kötetei nem jelentek meg.

### *Az Uránia műhelyeinek tevékenysége*

A műhely tevékenysége gyakorlatilag negyed évig szünetelt, miután a költözés előkészítése miatt március második felében a gépeket le kellett szerelni, átszállítani, s az új műhely (a TIT országos központ volt asztalosműhelyében) csak június második felében kezdhette meg a termelést. Mindezek ellenére az Uránia műhelyeiben 641 db távcső és mikroszkóp, 50 db alumíniumozott távcsőtükör és 167 db okulár készült el.

### *Az Uránia hazai és nemzetközi kapcsolatai*

A hagyományosan jól működő kapcsolatokat jól példázza, hogy mind az Uránia budapesti, mind pedig az Uránia közreműködésével lebonyolított országos rendezvényeken rendszeresen előadtak, közreműködtek a hazai csillagászati kutatóhelyek munkatársai. A TIT budapesti csillagászati és űrkutatási szakosztályával rendszeres programegyeztetéssel bonyolítottuk le a nagyközönség számára meghirdetett programokat (előadás-sorozatok, szakkörök). Az Uránia munkatársai rendszeresen részt vettek szakmai szemináriumokon.

A külföldi kapcsolatokat elsősorban kölcsönös kiadványcserével tartottuk fenn. A szlovák amatőr csillagászok nyári táborába — az ógyallai szlovák amatőr csillagász központi obszervatórium meghívása alapján —

Besztercebányára két főt küldtünk tapasztalatcserére (Szalma Sándor tudományos munkatársat és Mizser Attilát, a Meteor szerkesztőjét), akik itthon is meghonosítandó új módszerekkel, hasznos ismeretekkel tértek haza.

### *Az Uránia egyéb tevékenysége*

A csillagászati és űrkutatási választmánnyal gyakorlatilag minden ismeretterjesztési kérdésben szoros munkakapcsolat alakult ki.

Az Uránia munkatársai a választmány megbízása alapján szerkesztették és terjesztették a Meteor amatőr csillagászati folyóiratot és mellékleteit, részt vettek a választmány levelező tanfolyamainak vizsgáin mint vizsgázatók, és előkészítették a csillagászati számítógépes programbank szakmai-módszertani és technikai feltételeit.

Az országos észlelőtábort (Rókafarm, 1984. július 24. — augusztus 2.) szintén az Uránia munkatársai vezetésével bonyolította le a választmány. A nyár folyamán az Uránia munkatársai több — nem kimondottan csillagászati tartalmú — úttörő-, ifjúsági és olvasótáborban tartottak diavetítéses csillagászati előadásokat, távcsoves bemutatásokat.

### *Az Uránia személyi ügyei*

1984. január 16-tól (dr. Kelemen János aspirantúraidejére) Szalma Sándor csillagász-geofizikus került az Urániába. Március 1-től Sós Józsefné gazdasági vezető távozása után a gazdasági feladatokat Hajtó Józsefné és Rónai Edith végezte. Szeptembertől Hajtó Józsefné kapott gazdasági vezetői kinevezést, az Uránia gazdasági ügyintézője pedig Sólya Otília lett.

Az Uránia csillagvizsgáló esti közönségforgalmának lebonyolításában (az év első három hónapjában az Urániában, később a Planetáriumban) aktívan a következő társadalmi munkatársak vettek részt: Bán András, Holl András, Mizser Attila, Molnár Tamás, Spányi Péter és Steiner András.

SCHALK GYULA

## BESZÁMOLÓ A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA 1984. ÉVI TEVÉKENYSÉGÉRŐL

A csillagászati és űrkutatási események iránt megnyilvánuló természetes érdeklődés folyamatos kielégítésén túl, a választmány kiemelkedően fontosnak tartotta a témakörökben rejlő *világnézeti vonatkozások* hangsúlyozását, a modern természettudományos világkép kialakítását. A választmány ez irányú munkájának egyedülálló jelentőségét fokozza az a tény, hogy hazánkban még a környező országokhoz képest is elmaradott a csillagászat iskolai oktatása, és ennek pótlására (mind a pedagógusok, mind a tanulók vonatkozásában) a TIT hivatott. A választmány a beszámolási időszakban is igen fontosnak tartotta, hogy a hagyományos előadásokon túl részletes konzultációk és *öntevékeny formák* (szakköri és CSBK-mozgalom), továbbá egyedi rendezvények (vetélkedők, audiovizuális és videoműsorok, észlelőtáborok stb.) formájában is elmélyülhessenek a fiatalok a csillagászat elméleti és gyakorlati kérdéseiben.

### A vezetőség munkája és a választmány plenáris ülései

A beszámolási időszak *vezetőségi ülései* során a vezetőség értékelte a *Föld és Ég folyóirat* csillagászati és űrkutatási közleményeit és a lap munkásságával összefüggő általános tapasztalatokat. Elismerte és a jövőt illetően is jóváhagyta a szerkesztés gyakorlatát és irányelveit. Tájékoztatót hallgatott meg és hagyott jóvá a *nyári rendezvények* helyzetéről, illetve azok lebonyolításáról. Megvitatta a *Planetárium és Uránia Csillagvizsgáló* átszervezését követő ismeretterjesztési tapasztalatokat. A vezetőség a hagyományoknak megfelelően megvitatta a *megyei szakosztályok* tapasztalatairól szóló beszámolókat. 1984-ben a Nógrád, a Győr-Sopron, a Csongrád és a Hajdú-Bihar megyei szakosztályok számoltak be a vezetőség előtt. A vezetőség ezen kívül meghallgatta a *Csillagászati Évkönyv* 1985. és 1986. évi köteteinek előkészítő munkálatairól szóló beszámolókat.

A Szolnok megyei szakosztály és a Tiszamenti Vegyiművek művelődési központja meghívásának eleget téve, a *tavaszi plenáris ülést* a vegyiművek

művelődési központjában tartottuk meg 1984. április 25-én. Az ülést a *művelődési központ Konkoly Thege csillagászati szakköre fennállásának húszéves jubileuma* alkalmával rendezett ünnepség követte, amelyen a szakör alapítói, vállalati támogatói és legaktívabb munkatársai vállalati, városi tanácsi és TIT-elismerésekben részesültek. A választmány történetének első kihelyezett plenáris ülésének sikere arra a meggyőződésre vezette a résztvevőket és a vezetőség tagjait, hogy a kihelyezett plenáris üléseket a jövőben is szorgalmazni és támogatni kell, mert az ilyen rendezvények közvetlen kapcsolatot teremtenek a választmány egymástól földrajzilag távol munkálkodó és szakmai-módszertani eszmecserét csak ritkán folytatható tagjai között. A szolnoki plenáris ülés meghallgatta és jóváhagyólag elfogadta az 1983-ban végzett csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztésről szóló vezetői beszámolót.

Az *őszi plenáris ülést* évtized óta először — és újra — a TIT budapesti szervezete Kossuth klubjában tartottuk, 1984. november 30-án. Ennek során *megemlékeztünk Róka Gedeonról*, a választmány tíz éve (1974. október 5-én) elhunyt titkáráról, aki közel három évtizeden át töltötte be a választmányi titkári tisztséget, és volt meghatározó személyisége mindannak, ami a hazai csillagászati népszerűsítésben és az amatőrmozgalomban történt. A bensőséges hangulatú vissza- és megemlékezések sorát a családtagok, rokonok, valamint a megjelent tisztelők és egykori munkatársak előtt dr. Kulin György nyitotta meg, majd dr. Marik Miklós, Ponori Thewrewk Aurél, Zombori Ottó, Palkó Magda (a Világosság című folyóirat rovatszerkesztője) és dr. Dankó Sándor idézték fel az ember, a munkatárs és az ismeretterjesztő Róka Gedeon feledhetetlen alakját. Az emlékülés résztvevői részleteket hallgattak meg Róka Gedeon egy hangszalagra rögzített előadásából és egy vele készített rádióriportból. Az őszi plenáris ülés ezt követően megvitatta és elfogadta a választmány 1985. évi munkatervére tett javaslatot.

A vezetőség tagjai a beszámolási időszakban is számos *látogatást* tettek a szakosztályoknál, részben aktuális kérdések gyakorlati megoldását segítve és támogatva, részben a különböző szakosztályi rendezvényeken való részvétel formájában (vidéki helyszínen rendezett választmányi vizsgák, kibővített szakosztály-vezetői ülések, csillagászati heti rendezvények, szabadegyetemi előadások stb.).

A választmány elnöke és titkára látogatást tett a Borsod megyei szervezetnél és szakosztálynál a miskolci Uránia csillagvizsgáló helyzetének tisztázása, valamint a szakosztály vezetésében bekövetkezett változást követően előállt helyzet felmérése céljából. Ennek kapcsán a választmány — még az 1983. évi őszi plenáris ülésén — sorai közé kooptálta *dr. Nébli Vendelt*, a Miskolci Nehézipari Egyetem fizikai tanszékének tanárát, a szakosztály új elnökét.

A választmány a beszámolási időszakban bekövetkezett személyi válto-

zásra tekintettel sorai közé kooptálta még *Szatmáry Károlyt*, a József Attila Tudományegyetem fizikai tanszékének tudományos munkatársát, a Csongrád megyei szakosztály új elnökét. *Károssy Csaba*, a szakosztály korábbi elnöke, a Szombathelyi Tanárképző Főiskola földrajzi tanszékének vezetőjévé történt kinevezését követően a Vas megyei szakosztály munkájába kapcsolódott be.

A választmány titkára a beszámolási időszakban a budapesti szakosztály valamennyi, a Zala, Borsod, Baranya, Szolnok és Komárom megyei szakosztályának pedig egy-egy kibővített vezetőségi ülésen vett részt.

A TIT országos elnökségének ülésein a vezetőséget dr. Almár Iván, Schalk Gyula, dr. Kulin György, Pónori Thewrewk Aurél és Zombori Ottó, illetve dr. Horváth András képviselték.

A vezetőség, illetve a TIT országos központjának természettudományi titkársága képviselőjében *Schalk Gyula* a csillagászati szakosztály tevékenységét tárgyaló megyei elnökségi üléseken vett részt Salgótarjánban és Szegeden.

A *Meteor* szerkesztő bizottsági ülésein a vezetőséget dr. Horváth András, ifj. dr. Kálmán Béla, Pónori Thewrewk Aurél, Schalk Gyula és Zombori Ottó képviselték.

A Planetárium-tanács 1984. május 17-én rendkívüli kihelyezett ülést tartott a Kecskeméti Planetáriumban, amelyen a vezetőség tagjai részben mint a tanács vezetőségi, illetve rendes tagjai vettek részt.

## Rendezvények

*A csillagászati hetek* országos rendezvényei központi előadásait 1984. október 20. és november 5. között a TIT Budapesti Planetáriumban, illetve a Kossuth klubban tartottuk „*Idegen civilizációk?*” címmel.

*A választmány levelező tanfolyamának központi vizsgáit* 1984. június 20-án és december 27-én tartottuk. A beszámolási időszak alatt 3-an tettek haladó és 26-an alapfokú vizsgát.

*A Csillagászat Baráti Köre XIII. országos találkozóját* 1984. június 29. és július 3. között a kiskunhalasi Gózon István művelődési központban rendeztük meg. A vendéglátó Bács megyei szervezet, a városi tanács közművelődési osztálya, valamint a művelődési központ vezetői és munkatársai közül különös köszönet illeti *Konfár Sándor* megyei titkárt, *Tánczos Sándor* tanácselnököt, *Gregó Sándort*, a közművelődési osztály vezetőjét, *Csürke Katalin* közművelődési felügyelőt, *Huber Istvánt*, a művelődési központ vezetőjét és nem utolsósorban *Balogh Istvánt*, a kiskunhalasi bemutató csillagvizsgáló létrehozóját és vezetőjét, akik a találkozó előkészítésének és megrendezésének felelősségteljes munkájában baráti és családi szeretettel vettek részt.

## Kiadványok

1984-ben is sok segítséget nyújtottak az amatőr megfigyelőknek a *Meieor* XIV. évfolyamának számai és mellékletei. Ismét megjelentettük a *Csillagászati Értesítőt*, amelynek első számát Róka Gedeon emlékének szenteltük; a füzet életéről és munkásságáról megemlékező írásokat közöl és irodalmi munkásságának a lehetőségekhez mérten teljes bibliográfiáját tartalmazza. Ez utóbbit egyfelől Róka Gedeonné eredeti összeállítása, másfelől *Kiss Imre* „Csillagászati Bibliográfia (1945—1979)” című, a Hajdú-Bihar megyei könyvtár által kiadott munkája nyomán tettük közzé. A második számban *dr. Tóth György* Sinclair ZX-Spectrum gépre írt tíz programlistáját és -leírását közöltük a személyi számítógéppel rendelkező amatőrök és szakkörök változócsillag-megfigyeléseinek feldolgozását, a megfigyelések redukcióját, illetve a periódus megkeresését segitendő.

## Új létesítmények

A beszámolási időszakban két új csillagvizsgálóval gazdagodott a hazai csillagászati ismeretterjesztés.

1984. április 14-én avatta fel *dr. Kulin György* a *debreceni bemutató csillagvizsgálót*. A 14 emeletes toronyház tetején megnyílt csillagdában rendszeres távcsöves bemutatókat, illetve komplex csillagászati bemutatókat tart a helyi csillagászati szakkör az érdeklődő nagyközönség számára.

1984. június 27-én a *salgótarjáni Gedőc-tetőn* — a TIT oktatási bázisának közvetlen közelében — avatta fel *dr. Antal András*, a TIT-központ természettudományi titkárságának vezetője a város, a megye, a szakosztály, a CSBK helyi csoportja és nem utolsósorban a TIT Nógrád megyei szervezete összefogásával felépített új csillagvizsgálót, amely már az eddig eltelt idő alatt is igen nagy népszerűsége tett szert. A rendszeres bemutatások, észlelések és szakköri foglalkozások szellemi központtá avatták az építészetileg is igen figyelemre méltó objektumot. Az új csillagvizsgáló létrehozásában és működése megszervezésében kiemelkedő érdemeket szerzett *Könnyű József*, az új csillagvizsgáló vezetője.

## Kitüntetések

*Dr. Szabó Gyula*, a Borsod megyei szakosztály volt elnöke, az országos választmány tagja, hetvenedik születésnapja alkalmával, *dr. Guman István*, a Hajdú-Bihar megyei szakosztály volt elnöke, az országos választmány tagja, a csillagászat népszerűsítésében és a választmányi munkában végzett több évtizedes kiemelkedő tevékenysége elismeréseként a *TIT országos el-*



nöksége elismerő oklevelét kapták. Az elismerő okleveleket a tavaszi (szolnoki) plenáris ülésen nyújtotta át dr. Almár Iván, a választmány elnöke.

Ugyancsak a szolnoki plenáris ülésen *választmányi elismerő oklevéllel* jutalmazták Kovács Miklós szakosztályi elnök és Három Sándor igazgató munkásságát. Vértés Ernő, a Vas megyei szakosztály titkára az őszi plenáris ülésen részesült választmányi elismerő oklevélben.

*A Tiszamenti Vegyiművek Konkoly Thege csillagászati szakkörének* dr. Ádám György akadémikus, a TIT elnöke nyújtotta át a *TIT aranykoszorús emléklakettjét* a szolnoki plenáris ülést követő jubileumi ünnepségen.

Dr. Almár Iván, a választmány elnöke *TIT aranykoszorús jelvény* kitüntetésben részesült, Schalk Gyula, a választmány titkára a *TIT kiváló dolgozója* kitüntetést kapta.

ALMÁR IVÁN—BALÁZS LAJOS

BESZÁMOLÓ AZ MTA III. OSZTÁLYA  
CSILLAGÁSZATI BIZOTTSÁGÁNAK 1980—1984. ÉVEKBEN  
VÉGZETT MUNKÁJÁRÓL

A bizottság tagjai: Almár Iván elnök, Balázs Lajos titkár, Barta György, Csada Imre, Dezső Loránt, Ill Márton, Jankovics István, ifj. Kálmán Béla, Kanyó Sándor, Marik Miklós, Marx György, Somogyi Antal, Szeidl Béla.

A bizottság a beszámolási időszakban értékelte az MTA Csillagvizsgáló Intézete és az MTA Napfizikai Observatóriuma 1976—1980-as beszámolóját és ezen intézmények igazgatóinak az elkövetkező időszakra vonatkozó kutatási koncepcióját. Az *akadémiai folyamatos beszámoltatás* keretében megvitatta az MTA Csillagászati Kutató Intézete változócsillagok kutatási témáját. Beszámoltatta a mesterséges égitestek albizottság elnökét az albizottság munkájáról.

Törekedtünk az ELFT csillagászati csoportjával történő együttműködésre. (A csoport elnöke tájékoztatót adott a csoport munkájáról.) Foglalkoztunk a *magyarországi csillagászati ismeretterjesztés helyzetével* is. Kiemelt figyelmet szentelünk a *felsőfokú csillagászati oktatás* fejlesztésével kapcsolatos problémáknak. Támogattuk a csillagászati levelező és posztgraduális képzés megvalósítására tett javaslatot, illetve a más diplomával rendelkezők felsőfokú képesítésének tervét.

Szakmailag véleményeztük az MTA Csillagászati Kutató Intézete igazgatóhelyettesi állására beérkezett pályázatot, az ELTE csillagászati tanszékéről benyújtott docensi pályázatot, valamint ugyanezen tanszékéről az MM-hez benyújtott két kutatási pályázatot. Javaslatot tettünk a *Csillagászat* című könyv, illetve a *Tittel Pál-émlékkönyv* kiadására.

Kollektív munkával elkészítettük és megvitattuk a *csillagászati helyzet-elemzés* első változatát.

Általánosságban megállapítható, hogy a bizottság az alapszabályban foglalt feladatoknak eleget tett. A tudományos kutatások egyre növekvő interdiszciplináris jellege azonban felveti a kapcsolódó társtudományokat képviselő bizottságokkal létrehozandó *aktívabb együttműködés* szükségességét. A beszámolási időszakban már történt ilyen irányú próbálkozás a geofizikai bizottság irányába, de ez a kezdeti próbálkozás végül is nem vezetett aktív együttműködésre. Az elkövetkező időszakban az újjáalakuló

bizottság tekintse fontos feladatának a társtudományokkal kialakítandó szorosabb kapcsolatok kiépítését, nem utolsósorban azért, hogy a hazai csillagászati kutatások értéküknek és színvonaluknak megfelelő elismerést nyerjenek. Másrészt kívánatos lenne, hogy a III. osztályhoz tartozó bizottságok minden olyan esetben igényeljék a csillagászati bizottság véleményét és segítségét, valahányszor a csillagászatot érintő témákat tárgyalnak.

Alapokmánya értelmében a beszámolási időszakban az *IAU nemzeti bizottságának* jogkörét is az MTA csillagászati bizottsága gyakorolta. Foglalkozott az 1981-es és 1983-as regionális IAU-konferenciákon, illetve az 1982-es IAU-kongresszuson történő magyar részvétel problémáival. Javaslatot tett új magyar IAU-tagokra, kongresszusi részvételhez anyagi támogatást igénylőkre, valamint az egyes IAU-bizottságokba új tagokra. Az IAU a megfelelő felterjesztéseket változtatás nélkül elfogadta. Meghallgatta és jóváhagyta a magyar képviselők beszámolóját a patraszi IAU-kongresszusról. Javaslatot tett arra, hogy az IAU 47. valamint 51. bizottsága Magyarországon rendezzen kollokviumot, illetve szimpóziumot. Mindkét rendezvény megkapta a Külügyminisztérium engedélyét, azonban az 51. bizottság szimpóziumát az IAU későbbre halasztotta.

LÁNG TAMÁSNÉ VARGA MÁRTA

AZ EÖTVÖS LORÁND FIZIKAI TÁRSULAT  
CSILLAGÁSZATI CSOPORTJÁNAK MŰKÖDÉSE 1980—85

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat (ELFT) első önálló szakcsoportja, a csillagászati szakcsoport 1964-ben alakult Detre László elnökletével. Célja a csillagászok és csillagászat iránt érdeklődő fizikusok szakmai továbbképzése, a magas színvonalú ismeretterjesztés megszervezése, a csillagászat felsőfokú oktatásának továbbfejlesztése, valamint a Csillagászati Évkönyv szerkesztése. Megalakuláskor a szakcsoport vezetőségének tagjai: Almár Iván, Balázs Béla, Dezső Loránt, Flórián Endre, Keszthelyi Lajos, Marx György. A titkár Lovas Miklós volt. 1972-ben a szakcsoport nevét *csillagászati csoportra* változtatták. Az új elnök Dezső Loránt, a titkár Barcza Szabolcs lett. Ezt követően 1976-ban volt új vezetőségválasztás, ahol Szeidl Bélát választották elnöknek. A beszámolási időszakban (1980—1985) a vezetőség: Barcza Szabolcs (elnök), Marik Miklós (alelnök), Láng Tamásné Varga Márta (titkár), Gesztelyi Lídia, Nagy Sándor, Szabados László, ifj. Szalay Sándor.

A csillagászati csoport 1974-ben javaslatot tett a *Detre László-díj* alapítására, melyet 35 éven aluli kutatónak két évente ítélne oda a társulat akadémikus tagjaiból álló bizottság, a csillagászati csoporttól beérkezett javaslatok alapján. A díjat — megalapítása óta — a következő társulati tagok kapták: Ill Márton (1976), Szeidl Béla (1977), Balázs Lajos és Balázs Béla megosztva (1978), 1979-ben a díjat nem adták ki, ifj. Szalay Sándor (1980), Szabados László (1981), Gombosi Tamás (1982), ifj. Kálmán Béla (1983), Paál György (1984).

A Gondolat Kiadónál megjelenő Csillagászati Évkönyv szerkesztését — melyet 1975-ig a TIT csillagászati és űrkutatási választmányának vezetősége végzett — az ELFT csillagászati csoportja, valamint az MTESZ központi asztronautikai szakosztálya a TIT csillagászati és űrkutatási szakosztályának közreműködésével végzi. Jelenleg is e három szervezet vezetőségi tagjaiból áll a szerkesztőbizottság.

Az 1972-ben, Dezső Loránt elnökletével alakult vezetőség vállalta, hogy a csillagászok és csillagászat iránt érdeklődők számára magas színvonalú konferenciákat szervez, és megemlékezik a kiemelkedő tudományos eredmé-

nyek, valamint a kiváló tudósok születésének, illetve halálának évfordulói-ról. Azóta a csillagászati csoport a következő konferenciákat rendezte vagy társszervezőként részt vett a szervezésben:

- *Multiple Periodic Variables* (IAU-kollokvium), 1975. szeptember 1—5., Budapest.
- *Hidrodinamikai jelenségek a Napon és a csillagokban*, 1976. május 13—15., Visegrád.
- *Csillagfejlődési elméletek és empirikus bizonyítékaik*, 1977. május 26—29., Baja.
- *Ankét a csillagászat felsőfokú oktatásáról*, 1981. április 23., Budapest.
- *I. csillagászati őszi iskola: Mágneses jelenségek a Napon és csillagokban*, 1981. szeptember 21—23., Visegrád.
- *Magnetic and Variable Stars*, (a Csillagok fizikája és fejlődése című többoldalú együttműködés 3. és 4. albizottságának ülése), 1982. május 30.—június 2., Szombathely.
- *II. planetológiai szeminárium*, 1983. május 24—27., Debrecen.
- *II. nemzetközi csillagászati őszi iskola: A csillagászati mérések kiértékelésének problémái*, 1983. szeptember 29.—október 1., Visegrád.

Megemlékezések és emlékülések: Fényi Gyula halálának 50. évfordulója (1970), Detre László emlékülés (1981), Eddington születésének 100 éves évfordulója (1982), 400 éves a Gergely-naptár (1982).

Sajnálatos módon néhány tervezett és meghirdetett nemzetközi rendezvény nem valósulhatott meg, mivel a külföldiek beutazásához szükséges külügyi és MTA-engedélyeket nem kaptuk meg. (Ilyen rendezvények voltak az Evolutionary Status of Variable Stars, a Csillagászat oktatása című IAU-kollokviumok 1981-ben és 1982-ben.)

A csillagászati csoport rendezvényei közül ki kell emelni az 1981-ben tartott ankétot, melynek témája a *csillagászat felsőfokú oktatásának problémája* volt. Hazai vonatkozásban a vita kiemelkedő jelentőségű volt, melyet igen gondos és kiterjedt szervezés előzött meg, átfogva minden csillagászzal foglalkozó felsőfokú oktatási és kutatási intézményt, valamint az illetékes minisztériumi osztályt. A vitában elhangzott érdekes és hasznos megállapításokat összefoglaló jelentést elküldtük minden illetékes szervhez, támogatásukat kérve a kezdeményezésekhez. Ezekkel a javaslatokkal a jelenlegi — nem túl biztató — helyzeten szerettünk volna javítani, olyan időkben, amikor a főként alapkutatásokat végző tudományok oktatása nem kevés nehézséggel küzd, és az oktatás bővítése sok ellenállásba ütközik. Azóta egyik szervezettől sem kaptunk biztatást, sőt még visszajelzést sem. Többször felajánlottuk továbbá a társulat oktatási szakcsoportjainak, hogy a középiskolai vagy az általános iskolai tanári ankétokon legyen téma a csillagászat oktatása, a csoport szívesen vállalta volna egy ilyen előadássorozat megszervezését. A válasz hasonlóan negatív volt, mint az előzőekben. Ez igen sajnálatos, mivel a társulat tagjai között jelentős a tanárok aránya.

Véleményük formálásával, ismereteik felsőfokon való bővítésével szerettük volna elérni, hogy a csillagászat oktatásunkban a megfelelő helyre kerüljön.

Rendezvényeink között meg kell említenünk mindenekelőtt az *országos csillagászati szemináriumot*, melynek szervezését Marik Miklós látja el. A szeminárium rendszerességében, témájában és színvonalában egyaránt a legnépszerűbb rendezvény a hazai csillagászati életben. Másik hasonlóan rendszeres rendezvényünk a már hagyományossá váló *csillagászati őszi iskola*, melyet két évente az ELTE visegrádi üdülőjében tartunk. Ennek célja a szakcsillagászok magas színvonalú továbbképzése. A három-négy napig tartó „iskolán” egy kiválasztott témáról hangzanak el előadások, valóban oktató jelleggel. Az előadók a téma jól ismert hazai és külföldi szakemberei.

A legtöbb országban — Európában mindenütt — a csillagászoknak saját tudományos egyesületük van. Ez Magyarországon adminisztratív nehézségekbe ütközne, az alacsony taglétszám miatt. (A tagok létszáma 1980-ban 37 volt, 1984-ben pedig 94.) Ezért működik az ELFT egyik önálló szakcsoportjaként a csillagász csoport. A csoport kötelességeihez tartozik, hogy évente be kell számolnia működéséről a társulat vezetőségének. A társulat keretein belül lehetőségünk van arra, hogy különböző díjakra, kitüntetésre, évenkénti pénzjutalomra javaslatokat tegyünk. Ennek alapján Balázs Béla 1978-ban a Szocialista Kultúráért kitüntetést kapta. További, igen kedvező lehetőség, hogy a társulat utazási keretéből részesülünk. Bár 1980 óta nyugati utakra kiküldetést nem sikerült szereznünk, a szocialista országokba cserekeret terhére minden jelentkezőt ki tudtak küldeni. Ez a kiküldetési forma különösen azoknak az intézményeknek jelentős segítség, amelyeknek másfajta utazási keret nem áll rendelkezésükre (Uránia, Planetárium, pedagógiai intézmények). Sajnos az a tapasztalat, hogy bár minden évben meghirdetjük a lehetőséget, jelentkező alig van.

Az utazáshoz hasonlóan lehetőség van külföldi csillagászok meghívására, vendégül látására. 1980 óta a következő vendégeket fogadtuk: Ja. B. Zeldovics (Szovjetunió), A. Z. Dolginov (Szovjetunió), J. Sikorski (Lengyelország), V. Vanysek (Csehszlovákia), Teleki György (Jugoszlávia).

A csillagász csoport minden rendezvényéről értesítés jelenik meg a *Fizikus-naptárban*, amely az ELFT hivatalos körlevele, és amelyet minden tagdíjat fizető tagnak postán küldenek havonta.

A társulaton belül a többi szakcsoportokkal való kapcsolatunk sajnos igen minimális, inkább adminisztratív jellegű. Ez valószínűleg annak köszönhető, hogy tudományterületünket nem tekintik szorosan a fizikához tartozónak. Igen jó a kapcsolatunk viszont a társintézmények csillagászati és űrkutatási egyesületeivel (TIT, MTESZ KASZ, ELTE csillagász diákkör), melyekkel közösen sok sikeres rendezvényt bonyolítottunk le.

### **III. Cikkek**

## A CSILLAGÁSZAT ÚJABB EREDMÉNYEIBŐL

Bár a legutóbbi két-három évtizedben kétségkívül nőtt valamicskét az előre *tervezett* kísérletek szerepe a csillagászati kutatásokban, a legfontosabb információszerző módszer továbbra is a *megfigyelés* maradt. Ezért indokolt, hogy áttekintésünket az észlelések eredményességét sok szempontból meghatározó csillagászati műszerekkel kezdjük, s az utóbbiak kihasználhatóságát döntően befolyásoló klimatikus tényezőkkel foglalkozunk.

### Egzakt asztroklimatikus vizsgálatok

A XIX. század végén, amikor a levegő szennyezettsége és a mesterséges fényforrások zavaró hatásai miatt végképp „befellegzett” a városi csillagászatnak, a kutatók elindultak minél kedvezőbb helyet keresni távcsöveiknek. Egy-egy nagyobb teleszkóp fölállítására előtt évekig járták a kiszemelt vidéket, hogy ráakadjanak az ideális területre. A leendő obszervatóriumot ugyanis oda kívánták telepíteni, ahol a *legtöbb derült éjszakára* számíthattak évente. Második szempontjuk a hely *megközelíthetősége* volt, hogy az építőanyagokat és gépészeti berendezéseket egyáltalán oda tudják majd szállítani. Végül természetesen fontos szempont volt az is, hogy az építendő csillagdából ne lehessen majd kivilágított településekre, üzemekre látni, s hogy az alkalmazottak és a tervezett fotólaboratóriumok vízigényét is ki tudják elégíteni az obszervatórium környékéről.

Ettől az időszaktól kezdve általában annál nagyobb gondot fordítottak az ideális hely megtalálására, minél nagyobb teljesítőképességű, minél pontosabb mérésekre szánt, következésképp minél drágább távcső telepítésére készültek. A megfelelő terület kiválasztása azonban végső soron mindig *szubjektív benyomásokon* alapult. Emiatt az látszott a legcélravezetőbb megoldásnak, ha egyazon személy vagy kutatócsoport végez megfigyeléseket valamennyi kiszemelt helyen, s a szerzett tapasztalatok összevetése révén igyekezzenek megtalálni a legkedvezőbb megoldást. Így viszont rendkívül



hosszú időt kell szentelniük e feladatnak, hiszen minden szóbajövő régióban legalább egy éven át kell gyűjteni az adatokat.

Ez több szempontból is hátrányos. Először is igen hosszúra nyújtja a tényleges építészeti tervezést megelőző vizsgálódásokat, évekig hátráltatva ezzel az egész vállalkozást. Másrészt rendkívül nehéz olyan megszállott kutatókat találni, akik hajlandók rá, hogy életükből akár hosszú esztendőket is áldozzanak arra, hogy isten háta mögötti hegycsúcsokról, kietlen kunyhókban tengődve pusztán azért vizsgálgassák az égitestek fényét, hogy megállapíthassák, milyen az adott terület *asztroklímája*. (E kifejezéssel a vidék és a fölé boruló légkör azon meteorológiai és optikai jellemzőit illetik, amelyek a csillagászati megfigyelések eredményességére hatással lehetnek.)

Éppen ezért korunkban, amikor az összehasonlíthatatlanul pontosabbnak tartott műszeres mérések a természettudományok legtöbbikéből már majdnem teljesen kiszorították a szubjektív megfigyelőket, a modern asztrofizika művelői sem térhettek ki többé e kihívás elől. Ahhoz ugyanis, hogy a már megálmodott, vagy épp tervezés alatt álló távcsőgigaszok\* a tőlük remélt teljesítményt nyújthassák, tényleg a legkedvezőbb helyen kell fölállítani azokat. Minthogy pedig e műszerek várható költsége méretüktől és szerkezetüktől függően 40—100 millió dollárra tehető, a döntést senki sem alapozná nyugodt lélekkel néhány megfigyelő benyomásaira.

Az utóbbi években a csillagászok különböző nemzetközi szervezetei (elsősorban a Nemzetközi Csillagászati Unió, az IAU, valamint az Európai Déli Observatórium, az ESO) öt tudományos konferenciát szenteltek az óriásteleszkópok, ezek segédberendezései és optimális elhelyezésük témakörének. A jelenleg hozzáférhető információk szerint nagyon valószínű, hogy megépítik a Texas Egyetem 7,6 m, a Kalifornia Egyetem 10 m, az Egyesült Államok 15 m és az ESO 16 m átmérőjű távcsőgigaszát, és a szovjet 25 m-es teleszkóp tervezése is folyik.

A felsorolt műszerek közül kettőt (a minden valószínűség szerint már mozaiktükörrel készülő 10 és 15 átmérőjűt) az eddig talált legideálisabb helyen, *Hawaii szigetén*, a Mauna Kea nevű kialudt tűzhányó csúcsán, mintegy 4200 méteres tengerszint feletti magasságban állítanak majd föl. A texasi vékony monolitikus tükör valószínűleg „otthon” marad, hisz a terv lokálpatrióta támogatói ragaszkodnak ehhez.

Kérdéses még az európaiak óriástávcsővének ügye. Az egyértelmű, hogy az Óvilágban nem érdemes ilyen hatalmas költséggel (hőzavetőleg 90 millió dollárra becsülik a várható kiadásokat) készülő csillagászati műszert fölépíteni, s minthogy a vállalkozást az ESO kereteiben valósítják meg, adott, hogy a távcsövet a *Föld déli féltekéjén*, az időjárás szempontból biztosan kedvezőtlen tropikus övezettől távol kell elhelyezni. Ez annál is inkább

\* Lásd *Szécsényi-Nagy Gábor*: „A századvég optikai csillagászatának megfigyelő-műszerei” c. cikkét, CsÉvk. 1984/135.

indokolt, mert az új teleszkópnemzedék többi tagja ismét csak az északi égbolt megismerését támogatja majd (valószínű, hogy a szovjet óriástávcső sem kerül külföldre, ha elkészül), s így a még mindig sokkal kevésbé ismert déli égen több érdekes fölfedezésre számíthatnak.

Az európaiak az elmúlt két évtizedben igen jó tapasztalatokat szereztek chilei obszervatóriumukban, s úgy ítélik meg, hogy új, VLT nevű távcsöveket is ebben az országban érdemes telepíteniök. Az ideális hely kiválasztása azonban még nem történt meg — s ez nem is csoda, hiszen ez a „nadrágszjij”-ország igencsak bővelkedik magas hegyekben, hegycsúcsokban — bár már terepszemlét tartottal Chile kiszemelt északi vidékein.

A jelöltek listáján első helyen az Antofagastától mintegy 150 km-re délre fekvő, az óceán partjától mindössze 15 km-re levő *Cerro Paranal* áll. A 2650 m magasra nyúló, kopár gerincen jelenleg csak egy parányi kunyhó áll, de könnyen lehet, hogy néhány év múlva ide kerül majd a világ legnagyobb optikai távcsöve. A Csendes-óceán és az Atacama-sivatag között fekvő Paranal-csúcsot elsősorban az teszi vonzóvá a csillagászok számára, hogy viszonylag csekély magassága ellenére\* rendkívül száraz a levegője, s a légkör éjszakánként oly tiszta és nyugodt, hogy itt még a legrafináltabb igényeket kielégítő, ún. *fotoometriai minőségű éjszakák* is nagyon gyakoriak. (Ez utóbbiakat az jellemzi, hogy sem az atmoszféra — egyébként is igen jó — spektrális átteresztési tulajdonságai, sem pedig fénytörési jellemzői nem változnak az éjszaka folyamán, hogy tehát a csillagok pontszerűnek látszanak, nem „imbolyognak”, s elektromágneses sugárzásuk hullámhossz szerinti intenzitáseloszlása is alig különbözik attól, amilyenek a légkör fölött mérhetnénk.)

Hogy folyamatosan ellenőrizhessék a hely asztroklimáját, jól felszerelt automatikus mérőállomást helyeztek el a Cerro Paranalon, amelynek műszerei 30 m-rel a felszín fölött is gyűjtik az adatokat. Így az 1983 óta tartó, de csak kisebb-nagyobb megszakításokkal folyó vizsgálatokat ezentúl olyan *szabványosított mérésekkel* egészíthetik ki, amelyeknek eredményeit könnyűszerrel összevethetik a két másik vizsgált helyen folyókéval. Az egyetlen problémát az okozhatja majd, hogy a viszonylag rövid gerinc roppant keskeny, s bár a VLT épülete elhelyezhető rajta, további távcsöveknek nem lesz könnyű ott helyet szorítani.

A vidék másik számításba vett hegycsúcsa a 3100 m magas *Cerro Armazonas*, amely a parttól kissé távolabb, mintegy 7 km-rel még keletebbre, a szárazföld belseje felé esik. Előnyösebb alakú, mint a Paranal, hisz sokkal tágasabb teret kínál a kupolák számára, de a kutatók véleménye szerint itt messze nem olyan jók a légköri viszonyok. Míg az előbbin gyakorlatilag

\* Ez azért előnyös, mert itt a levegő oxigéntartalma még szinte mindenki számára megfelelő, nem úgy, mint a Mauna Kea Obszervatóriumban, ahol jó néhány kutató egyszerűen képtelen dolgozni.

egyenletesen áramlik a levegő, az óceántól 22 km-re fekvő csúcs környezetében már a turbulens hegyi szelek az uralkodóak. A végső döntésnél persze a műszeres vizsgálatok eredményeire támaszkodnak majd az obszervatórium helyének kijelölésével megbízott csoport tagjai, akik nem zárkoznak el attól sem, hogy igen nagy magasságban helyezték el a VLT-t.

Ezért vizsgálták meg néhány, a Bolíviával közös határ közelében, a San Pedro de Atacama nevű kicsiny településtől északkeletre fekvő vulkanikus csúcs asztróklimatikus viszonyait is. Így többek között meglátogatták a gépkocsival is elérhető *Apogadót*, amely 5650 méterrel nyúlik az óceán szintje fölé. E kialakult tűzhányó elsősorban azzal csábítja a kutatókat, hogy viszonylag könnyen föl lehet jutni rá, s ha meggondoljuk, hogy magasabb nemcsak Európa legmagasabb hegyénél, de a Kaukázus égbe nyúló csúcseinél is, ez igazán nem elhanyagolható szempont. Kérdéses azonban, hogy a ritka levegő okozta nehézségekkel szemben elegendők-e azok az előnyök, amelyeket egy ilyen magas hegycsúcs kínál az asztronómusoknak.

Az érdekelték most azt ítélik a legfontosabbnak, hogy minden szempontból egzakt összehasonlítást tehessenek a szóba jöhető telephelyek között. E célt szolgálják azok a vizsgálatok, amelyek keretében La Sillán, a Cerro Paranalon és egy kiemelkedően magas csúcson azonos mérések elvégzésére alkalmas és hasonlóan programozott *automatikus asztróklimakutató állomást* létesítenek. Ezek homogén mérési adatainak feldolgozására és kiértékelésére számítógépes eljárásokat dolgoznak ki.

A tervezett vizsgálatok közül említésre érdemes még a felszín fölötti légrétegek tulajdonságainak tanulmányozására szolgáló, s legfeljebb 80 km-re fölbocsátható „pórázra fogott” *léggömb*, amelytől elsősorban az atmoszféra áramlási viszonyainak föltérképezését remélik. Minthogy a berendezés könnyen mozgatható és egyszerűen fölállítható, úgy tervezik, hogy szolgálatait minden szóba jöhető helyen igénybe veszik majd a helyi tényezők megismerésére.

1985 folyamán helyezik majd el — előbb a Cerro Paranalon, majd, hogy pontos összehasonlítást tehessenek, La Sillán is — azokat a hőérzékelőket, akusztikus radarokat és az éjszakai észlelési körülmények jellemzését igazán egzaktta tevő automatikus megfigyelőket, amelyeknek adataira támaszkodva a végső döntést talán már egy-két éven belül kimondhatják — lehetővé téve ezáltal a részletes építészeti tervezés megkezdését.

A vizsgálatokban részt vevő kutatók közül az optimistábbak ráadásul abban is bíznak, hogy végre sikerül majd megállapítaniuk, mitől függ az egyértelműen, hogy egy adott helyen jók, avagy rosszak a csillagászati észlelések klimatikus feltételei. Bármily meglepő ugyanis, e kérdésre ma még senki sem képes minden részletre kiterjedően megfogalmazni a helyes választ.

## Szimultán, többsatornás polariméter La Sillán

A kozmikus objektumok elektromágneses sugárzásának vizsgálatára irányuló csillagászati mérések közül legkevésbé talán a *polarimetriai*ak közismertek. Ezek során — túlnyomórészt fényelektromos detektorok segítségével — azt igyekeznek megállapítani a kutatók, hogy a kiszemelt égitestről érkező fénynyalámban polározott-e a sugárzás, s ha poláros a fény, akkor ennek fokát és minőségét is megpróbálják kiolvasni a kapott elektromos jelekből.

A polarizációs méréseket is elvégezhetjük akár integrált fényben (tehát a lékör és a műszer optikai elemei által áteresztett valamennyi hullámhosszat együttesen véve figyelembe), akár szűkebb spektráltartományokban. Utóbbi esetben azonban csak a távcső által összegyűjtött csillagfény töredékét hasznosíthatjuk, hisz a polariméterbe épített szűrő a kiválasztott tartományon kívüli fotonokat nem engedi az érzékelőbe jutni. Így például egy hagyományos felépítésű, négy szintartomány analízisére szánt polariméterrel legkevesebb négyszer annyi ideig tart egy-egy mérés, mint egyetlen spektráltartományban. Az eljárás tehát korántsem nevezhető takarékosnak, sem optimálisnak.

A Chilében fölállított 1,5 m átmérőjű dán tükörteleszkópra most fölszerelt *ötcsatornás polariméter* ezzel szemben folyamatosan és *egyidejűleg* méri a fény intenzitását a választott öt színképi sávban, az *U* (ibolyántúli), a *B* (kék), a *V* (vizuális), az *R* (vörös) és az *I* (infravörös) színekben. Az egyes sávok ekvivalens hullámhossza rendre 360 nm, 440 nm, 530 nm, 690 nm és 830 nm.

A szimultán mérést az teszi lehetővé, hogy a távcső által összegyűjtött fényt *dikroikus szűrők* sorozatán át vezetik a detektorokra. E szűrőket úgy választották meg, hogy épp a fölsorolt tartományokban reflektálják a fényt (mindegyikük egyben), míg az összes többi fotont továbbengedik. Az optikai tengellyel 45°-os szöget bezáró síkban fekvő szűrők közül az első tehát kivágja és az oldalt elhelyezett fényelektron-sokszorozóba vetíti az egyik szélső szintartomány sugarait, míg a többiét zavartalanul tovaengedi. (Ezután jön a második szűrő, s így tovább. Az egész folyamat leginkább talán ahhoz hasonló, ahogyan az arra szolgáló gépek a különböző nagyságú tojásokat, ércpénzeket vagy gyümölcsöket válogatják.)

Ez a — négy speciális szűrőt magába foglaló — rendszer azonban még csak egy *ötcsatornás fotométer*, amely az UBVR-rendszerbeli szimultán mérésekre szolgál. A finn Pirola által a Helsinki Egyetemen kifejlesztett műszer azonban lényegesen többet tud ennél. Egy roppant egyszerű, de igen jól bevált fogással lehetővé teszi, hogy az *égi háttér okozta többletvilágítást* is pontosan figyelembe tudják venni a kozmikus objektumok fényének vizsgálatá során.

Az egyenlítőtől távol fekvő (elsősorban finn, svéd, norvég és dán) obszervatóriumokban dolgozóknak ugyanis különösen sok gondot okoz, hogy az égbolt még a ritka derült napokon is csak elvétve sötét. Az éjszakák éppen a derült tavaszi-nyári hónapokban a legrövidebbek nálunk, illetve a nyári napforduló táján nincs is arrafelé csillagászati értelemben vett éjszaka, csak szürkület. Telente általában kedvezőtlen az időjárás, és még a fönmaradó derült éjszakákon is előfordul, hogy északi fény dereng égboltjukon. Nem csoda hát, ha épp egy finn kolléga tervezte műszerben találkozunk a ragyogó ötlettel.

Ennek lényege, hogy a távcső fókuszsíkjában mindig *párosával* helyezhető el az aktuális légköri viszonyoknak és az elvégezni kívánt méréseknek leginkább megfelelő átmérőjű diafragmák. A műszeregyüttest úgy kell beállítani, hogy *a mérendő csillag fénye* épp átjusson az egyik nyíláson, míg a másikba lehetőleg semmilyen kozmikus objektum képe ne kerüljön bele — ezen *csak az égbolt szórt fénye* tudjon áthaladni. Az ikerblende előtt egy lukacsos szélű korongot forgatnak, amely másodpercenként huszonötször a csillag és az égbolt együttes, huszonötször pedig csak az égbolt fényét ereszti át. A továbbiakban a fényelektromos érzékelő s a hozzá kapcsolódó elektronikus egység feladata megállapítani, hogy mekkora a csillagról és a vele együtt mindig leképzett háttérről, valamint csak a háttérről érkező elektromágneses sugárzás intenzitásának különbsége. Hogy a fénynyalábok szagatása és a két egymással párhuzamos nyaláb intenzitásának összehasonlítása minél csekélyebb szisztematikus hibát eredményezzen, úgy iktattak be egy gyűjtőlencsét (mezőlencse), hogy a két blendén át beeső fény a fotokatód ugyanazon területére jusson. (Erre a megoldásra azért van szükség, mert a katódok érzékenysége általában már viszonylag kis távolságokon is igen erős változásokat mutat.) A mérési pontosságot azzal is igyekeztek fokozni, hogy a vörös és infravörös tartomány vizsgálatára szánt galliumarzenid-fotokatódos detektorokat  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletre hűtött termosztátban helyezték el.

Hogy hogyan lesz *polariméter* e nagyszerű fotométerből? Egy parányi változtatással. A fénynyalábokat szeletelő korong elé *planparallel kalcitlemezt* csúsztatnak. Ennek vastagságát úgy választották meg, hogy a kevert nyalábot *két párhuzamos, de egymásra merőlegesen polározott részre* hasítsa. Ezek egymástól való távolsága a kalcitlemezből való kilépés után pontosan a két diafragma közötti távolságnak felel meg. Végeredményben tehát *két képet* kapunk a távcsővel megcélzott csillagról. Egyet az eredetileg is neki szánt nyílásban, míg egy másikat (az extraordinárius képet) a korábban az égi háttér fényének kivágására használt blendében.

Az elrendezés óriási előnye, hogy míg segítségével a csillag sugárzásának két komponensét sikerült szétválasztani, addig az égi háttér mindkét diafragmán át azonos járulékot szolgáltat, tehát mindkét fényutat azonos mértékben „szennyezi”. Hisz a folytonos eloszlású háttérsugárzás ordinári-

us és extraordinárius nyalábjai egyaránt bekerülnek a két blendébe. Így tehát sikerült optikai módszerekkel eliminálni az égi háttér polározottsága okozta hibát, minthogy a két csatornában végzett mérések összehasonlításakor e zavaró sugárzások mintegy „kioltják” egymást.

Az első mérések célja a műszeregyüttes (a távcső és a polariméter) okozta *műszeres sajátpolarizáció* meghatározása volt. Ebből a célból 35 olyan közeli csillag fényének UBV-tartománybeli polarizációját vizsgálták, amelyek sugárzása csak rendkívül csekély mértékben polarizált. E mérések alapján sikerült kideríteni, hogy a készülék által szolgáltatott eredményekben még két százezred résznyi ( $2 \times 10^{-5}$ ) szisztematikus hiba sem lehet.

Erősen polarizált fényű standardcsillagok megfigyelése révén meg tudták állapítani a rendszer főbb paramétereinek más csillagászati polariméterekéhez való viszonyát. Ez elengedhetetlen ahhoz, hogy a kapott értékeket másokéival összevethessék.

Mindezek után hozzáfoghattak a tudományos feladatok megoldásához is. Elsőként ismert távolságú, A és F színképtípusú, második populációs, pozitív galaktikus szélességeken fekvő csillagok fényét tanulmányozták  $180^\circ$  és  $90^\circ$ -os galaktikus hosszúság között. Megállapították, hogy *a 75 pc-nél közelebbi objektumok fényében nem jelentős az intersztelláris eredetű polarizáció*, de a másik három távolságcsoportha (75—150 pc, 150—225 pc és 225—300 pc) tartozó csillagokéban annál inkább. Az egymástól nem túl nagy szögtávolságra levő csillagok esetében mind a polarizáció foka, mind az elektromos térerősségvektornak a mérésekből kiszámítható helyzete igen erős korrelációt mutat. Feltűnő, hogy alacsonyabb galaktikus szélességeken magasabb fokú polarizációt találtak, de csak a távolabbi csillagok esetében. Ez a jelenség az intersztelláris anyagnak a Galaxis szimmetriásíkja közelében tapasztalt földúsulásával lehet kapcsolatban, bár a kis minta nem zárja ki annak lehetőségét, hogy pusztán lokális hatások jelentkeznek ilyen formában. Ugyanezen okból nem lehet még meghatározni, hogy pontosan hol is húzódik az a „demarkációs vonal”, amely elhatárolja egymástól a csekély és a számottevő mértékben polarizált fényű objektumokat.

A továbbiakban *az igen erős mágneses terű fehér törpéket* is tartalmazó szoros kettősök (az ún. AM Her típusú objektumok) szimultán polarimetriai vizsgálatát tervezik több színben, még hozzá többszín-fotometriai mérésekkel kiegészítve. Az elméleti számítások szerint nagyon valószínű, hogy e különlegesen erős mágneses mezejű égitestekre mágneses pólusaik vidékén szinte rázúdul kísérőjük anyaga, s így ebből a régióból igen erősen (10—30%-ban) cirkulárisan polarizált fény eredhet. A méréseket — minthogy e kettőscsillagok keringési periódusa, rendkívül kis kölcsönös távolságuk miatt, még három óránál is rövidebb — igen gyors egymásutánban kell majd végezniük a kutatóknak, amit a mikroprocesszoros vezérlés könnyíthet meg.

Az is valószínű, hogy az új műszert azok a csillagászok is használni fogják majd, akik a fiatal vagy igazándiból még meg sem született csillagokkal,

*presztelláris objektumokkal* foglalkoznak. A polarimetria ugyanis igen jól bevált módszer a ködbe ágyazódott kozmikus fényforrások, a ragyogó objektumokat övező porfelhők tulajdonságainak tanulmányozásában. Ugyanakkor nem lebecsülendő szerep juthat a készüléknek a csillagfejlődés kései állapotainak elemzésében, elsősorban a gyorsan forgó — FK Comae típusú — óriáscsillagok mutatásában.

### Félvezető detektorokkal nyert „színes” extragalaxisképek

Közismert, hogy a fényelektromos érzékelők elterjedése megdöntötte a fotólemez egyeduralmát a csillagászat számos területén. A sok-sok képelem különálló megörökítésére és érzékelésére is képes félvezető eszközök piacra kerülése óta ez a folyamat még föl is gyorsult. A legutóbbi évek kedvencei, a *CCD-detektorok* valóban látványos sikereket könyvelhettek el. Elég itt arra utalnunk, hogy a Halley-üstököst már akkor megtalálták segítségükkel, amikor látszólagos fényessége még a 24<sup>m</sup>-t sem érte el. Sőt a felfedezést követően még legalább egy esztendeig is csak a CCD-vel felszerelt távcsövekkel tudták nyomon követni a csillagászok a várva várt kométát.

A fényelektromos érzékelők tehát fokozatosan minden területen kezdik legyűrni „agg ellenfelüket”. Most már ott tartunk, hogy a fotóanyagoktól régóta megszokott és elvárt, de más detektorfajtáknál mindeddig nem hiányolt teljesítményre is képessé tették a CCD-eket; elkészültek az *első „színes” képek*, amelyeket nem színes filmre vettek föl, hanem elektronikus eszközök és egy számítógép segítségével.

Francia kutatók a világ egyik legérzékenyebb csillagászati félvezető detektorát, a Chilében fölállított dán reflektorra szerelt CCD-kamerát világitották meg halvány extragalaxisok fényével, *különböző színszűrőkön* keresztül. (Pontosan azt tették, mint a színes negatív és diaanyagokban nem nagyon bízó csillagászok, akik fekete-fehér negatívokat exponálnak két-három vagy esetleg még több megfelelően kiválasztott színű üveglemezen át, majd ezekből állítják össze a színes képet.) A kísérleti vállalkozásban a régóta használt (Johnson-féle) kék, egy vörös és egy infravörös színtartományban gyűjtötték össze az objektumok fényét. Hogy miért nem a megszokott ibolyántúli, kék és vizuális vagy esetleg zöld spektráltartományban dolgoztak, az azzal magyarázható, hogy a CCD-k érzékenysége és fényhasznosításuk hatékonysága a rövid hullámhosszakon meglehetősen mérsékelt, ezért célszerűbb a három sávot úgy elosztani a spektrum mentén, hogy azok minél nagyobb hullámhosszú régiókba essenek. Így nem használtak ibolyántúli színszűrőt, s ezért került be infravörös szűrő a kiválasztottak közé. Mindez sem elvileg, sem gyakorlatilag nem okoz különösebb gondot, hisz amikor láthatóvá teszik a képet egy megfelelő felbontású színes képernyőn,

úgysem természetes színeket kapnak. (Az ultraibolya sugarakkal is ez volna a helyzet, hisz szemünk azok érzékelésére sem képes.)

Az igazi problémát inkább az jelentheti, hogy a színes kép különböző komponenseit nem tudják *egyszerre* fölvenni. Olyan ez, mintha valakit csecsemőként fotóznánk le kék, fiataként vörös és mondjuk aggastyánként infravörös színben, s ebből akarnánk kiolvasni, hogy milyennek is kell lennie színes képének. Persze extragalaxisokkal nem ennyire tragikus a helyzet. Minthogy átmérőjük általában több tucat kiloparszek, a róluk műszereinkbe jutó fény úgysem lehet egykorú. A hozzánk közelebb eső peremükről esetleg százezer évvel is „fiatalabb” fényt fogunk föl, mint a túlsó oldalukról. Az a néhány perc vagy esetleg néhány óra, ami az egyes CCD-képek, a színkivonatok fölvétele között eltelik, igazán sem nem oszt, sem nem szoroz. . .

Az első felvételek *spirálgalaxisokról* készültek. Érdekes részletek tanulmányozhatók az *NGC 1068* katalógusszámú Seyfert-galaxis képén éppúgy, mint az *NGC 289*-es küllős spirálén vagy az *NGC 7496-os* SBc-típusú objektumén. Valamennyiük közül azonban talán az a legizgalmasabb, amelyik az *NGC 1808-at* ábrázolja. Ez a galaxis arról nevezetes, hogy úgynevezett *forró foltok* vannak a magjában. Most, az új eljárás segítségével, sikerült kideríteni, hogy a magban korábban is észlelt, és a forró foltok közötti összeköttetést biztosítónak tartott szálak valójában teljesen független képződmények.

### Hírek az Asztronról

Szovjet kollégáink általában nem kényeztetnek el bennünket azzal, hogy túlon túl részletes információkat közölnének még épp folyamatban levő űrkutatási programjaikról. Az 1983 márciusában Föld körüli pályára juttatott Asztron elnevezésű mesterséges hold (egy, az égitestek ibolyántúli sugárzásának tanulmányozására szerkesztett automatikus csillagászati obszervatórium) esetében is hasonló volt a helyzet. Igaz, a nyolcvan centiméter átmérőjű tükörteleszkóppal felszerelt űrcsillagda szerkezete, főbb paramétereiről már hosszabb ideje ismertek, a vele végzett mérésekről és ezek eredményeiről mégis alig lehetett hallani, olvasni.

A csendet a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Krími Asztrofizikai Obszervatóriumának tudományos igazgatója, A. A. Bojarszuk vezetésével nemrég törte meg a szovjet és francia kutatókból álló csoport. Rövid beszámolójukból végre megtudhattuk, hogy már több mint *száztíz égitest* elektromágneses sugárzásának színképét tanulmányozták a kemény és lágy ibolyántúli sugarak régiójában. A célpontok között *csillagok és távoli csillagrendszerek* egyaránt megtalálhatók.



Előbbiek közül a különös spektrális tulajdonságú. A színképtípusúak (az ún. *Ap-csillagok*) esetében sikerült kimutatniuk, hogy a korábban megbízhatóan még nem azonosított színképvonalaik között jó néhány olyan (is) akad, amelyek ólom, illetve más nehézelemek jelenlétéről árulkodnak. Az ólom fölfedezése azért látszik különösen fontosnak, mert ez az elem *radioaktív bomlási folyamatok termékeként* is ismert, így más-más tömegszámú izotópjainak előfordulási gyakoriságát összevetve megpróbálkozhatunk az- zal, hogy az eddigiektől különböző információk alapján adjunk becslést építőanyaguk korára.

Ugyanígy arra is reményt nyújt az új eredmény, hogy segítségével jobban megismerjük a nehézelemek részecskéinek az óriáscsillagok testében való „legyártása” szempontjából oly alapvető *s-folyamat* (a sorozatos neutronbefogás) még csillagászati időskálán is hosszú lefolyását. Az ólomén kívül meglepően magas uránium-gyakoriságot is sikerült kimutatniuk, bár a 73 Draconis esetében talált, s a Napra jellemzőnél százezerszer magasabb érték kissé extrémnek tűnik.

Az Ap-csillagokon kívül olyan kettősöket is megvizsgáltak, amelyek egyik komponensének felszíni hőmérséklete az átlagosnál lényegesen magasabb, továbbá olyan objektumokat, amelyekről föltehető, hogy anyaguk egy részétől épp most szabadulnak meg. Az ibolyántúli tartományban dolgozó spektrográffal törpe novák és távoli extragalaxisok fényét is tanulmányozták. Ezen vizsgálatok eredményeiről remélhetőleg már a nem túl távoli jövőben olvashatunk majd.

### Tanárok a világűrben

A hozzánk csak véletlenszerűen eljutó információk alapján nehéz véleményt alkotni arról, hogy milyen a pedagógusok anyagi megbecsülése az Amerikai Egyesült Államokban. Egy azonban bizonyos, a pálya *presztízse* összehasonlíthatatlanul magasabb, mint nálunk. Ennek bizonyítására elég R. Reagan elnök egyetlen mondatát idéznünk: „... Utasítom a NASA-t, hogy országunk valamennyi elemi és középiskolájára kiterjedő vizsgálat eredményeként válassza ki azt a személyt, aki a legalkalmasabb rá, hogy az első polgári utas legyen űrhajózásunk történetében — a legkiválóbb tanárt!” — hangzott el a politikus szájából 1984. augusztus 27-én.

A választás valószínűleg nem volt könnyű, hisz az Egyesült Államok említett iskoláiban körülbelül kétmillió pedagógus tanít, akik közül mintegy nyolcvanezren jelentkeztek a fölhívásra. A nyilvános pályázaton bárki indulhatott, aki USA-állampolgár, és legalább öt esztendeje főállásban tanít, s minthogy az orvosok által támasztott egészségügyi követelmények sem túl szigorúak, akár ötven év fölötti oktatók is eséllyel vehettek részt. Egyetlen

biztos kizáró ok, ha valakinek házastársa a NASA alkalmazottja, vagy korábban az volt.

Az Egyesült Államok űrprogramjait irányító funkcionáriusok több évi vajúdás után jutottak arra az elhatározásra, hogy tanárt tüntessenek ki a rendkívüli feladattal. Újságírók, képzőművészek, költők, zenészek és más, a nagyközönséggel szoros kapcsolatban álló foglalkozási ágak képviselői is szoba kerültek az előzetes megbeszéléseken, de végül úgy döntöttek, hogy az ország lakossága azzal nyerheti a legtöbbet, ha pedagógust bíznak meg azzal, hogy az egyszerű polgár szemével nézzen körül „odakint”.

### A Plútó—Charon-rendszer fotometriája

A Naprendszer bolygói közül a legkevésbé ismert továbbra is foglalkoztatja az asztronómusokat. Évtizedeken át az égitest mérete, tömege és átlagos sűrűsége körül zajlottak a tudományos viták. Holdjának fölfedezése nyomán arra a következtetésre jutottak a kutatók, hogy a Plútó sziderikus forgási periódusa és a Charon keringési periódusa pontosan megegyezik — hozzávetőlegesen 6,39 nap. Tekintve, hogy a bolygó felszíne bizonyára nem teljesen egyenletes, továbbá, hogy holdja időnként eléje, illetve mögéje kerülhet, az adatok pontosítására érdemesnek látszott precíz fényelektromos fotometriai mérésekbe kezdeni.

Az 1980 óta rendszeresen folyó észlelések eredményeit feldolgozó D. J. Thalen és E. F. Tedesco arról számolhatott be, hogy végre sikerült tízezred napnál kisebb (hat másodperces) hibával megállapítaniuk a kettős rendszer fényváltozási periódusát. E szerint a bolygó tengely körüli sziderikus forgási periódusa:

$$P = 6^d,38755 \pm 0^d,00007.$$

A fényváltozás amplitúdója a vizsgált színek tartományban  $0^m,29$ -nak adódott, ami meglepő módon mintegy *háromszorosa* az ötvenes években mért értéknek. Ugyanakkor a rendszer integrált látszó fényességének (állandó távolságra redukált) középértéke negyed fényrenddel kisebbnek adódott, mint harminc évvel ezelőtt.

A fénygörbe Fourier-analízise alapján arra következtetnek a kutatók, hogy a Plútó felszínén *két, nagyobb kiterjedésű, sötétebb talajjal fedett terület* van. Ami a hosszú időskálán jelentkező átlagfényesség-csökkenést illeti, ez minden bizonnyal azzal magyarázható, hogy a bolygó Nap körüli keringése során fokozatosan olyan helyzetbe jut, hogy egyre inkább az átlagosan sötétebb féltekéjére látunk rá. Spektrális vizsgálatok eredményeire támaszkodva ugyanakkor az is kimondható, hogy e sötétebb tartományok viszonylag jó hatásfokkal verik vissza a vörös fényt.

A két amerikai csillagász azzal is megpróbálkozott, hogy a fénygörbe két (körülbelül hétórás) szakaszának nagy időfelbontású elemzése révén megállapítsa, mikor kerül a bolygó elé Charon nevű holdja, illetve mikor bújlik az be a Plútó mögé. Bár a mérések során az elmondottak miatt fellépő 0<sup>m</sup>01-t meghaladó fényváltozásokat mindenképpen detektálniuk kellett volna, semmi ilyet nem észleltek. Így valószínű, hogy vagy a két égitest méretarányát, vagy a Charon pályájának térbeli helyzetét (csomóvonalának elhelyezkedését) nem ismerjük helyesen. A fotometriai vizsgálatokat éppen ezért tovább folytatják.

### A Galaxis tömege

A Tejútrendszer össztömegének meghatározása sohasem volt igazán pontosan megoldható. A különböző (fotometriai és spektroszkópiai, illetve dinamikai) módszerek természetesen más-más eredményt adnak, de sokszor még az ugyanazon módszerrel dolgozó csillagászok is eltérő tömegértékeket vezetnek le. A sokak által pontosabbnak tartott dinamikai vizsgálatok esetében ez azzal magyarázható, hogy a választott próbatestek mozgásállapotából mindig csak annak az anyagalmaznak a tömegére lehet becslést adni, amely épp az illető objektum pályáján „belül” található. Nyilvánvaló tehát, hogy a galaxismagtól távolabbi égitestek mozgását kémlelve nagyobb tömegeket kell kapnunk.

A Tejútrendszer tömegének mindenkori legvalószínűbb értékét — illetve a tényleges tömeg egy alsó korlátját — tehát várhatóan úgy kaphatjuk meg, ha az ismert legtávolabbi galaktikus objektumok színeképét fogjuk vattatóra. Így tett a Lockheed cég egyik, Palo Altóban levő laboratóriumában dolgozó R. C. Peterson is. Őt gömbhalmazt választott ki a Galaxis határövezetéből (Eridanus, NGC 2419, Palomar 3, Palomar 4, Palomar 14), s még jó néhányat a centrumhoz közelebb fekvők közül. Mindegyikükben megkeresett vagy fél tucatnyi óriáscsillagot, s azok fényének spektrális analizésére alapozta számításait. Arra az eredményre jutott, hogy amennyiben a rendszer centrumától 10 kpc-re tényleg 220 km/s az általánosan jellemző kerületi sebesség, akkor a Tejútrendszer össztömegének el kell érnie a *Nap tömegének egybilliószorosát* (azaz  $10^{12}$  naptömeget).

### Mégsem csillag a HDE 269599

Ezt a déli égbolton, a Nagy Magellán-felhő irányában látszó égitestet először A. J. Cannon, a neves csillagszínekép-szakértő próbálta meg besorolni a Harvardon kidolgozott spektrálosztályok valamelyikébe. Valószínűleg azonban nagyon különösnek találhatta az 1925-ben, Chilében objektívpriz-

ma segítségével fölvelt szinképet, mert a több mint egy évtizeddel később közreadott jegyzékben csak annyit közölt róla, hogy az *pekuliáris* (különös).

A látszólagos égi helyzete miatt különben is nehezen tanulmányozható égitestre ezt követően a feledés homálya borult, és csak 1956-ban fordult ismét felé a kutatók figyelme. K. Heinze akkoriban úgy találta, hogy optikai sugárzásának szinképében *emissziós vonalak* is találhatóak, s S 111 néven katalogizálta. Négy évvel később több kutató közös erőfeszítéssel kiderítette, hogy a különös forrás igen nagy valószínűséggel a Nagy Magellán-felhő egyik objektuma. Emellett szólt a szinképvonalak eltolódásaiból levezetett radiálissebesség-érték. Amennyiben hipotézisük helytálló, a HDE 269599-nek roppant fényesnek kell lennie, hisz ilyen óriási távolságból is jól észlelhető. Bár észrevették, hogy az égitest *több objektumból álló kompakt társulás*, mégis alkalmazták rá a Harvard-féle osztályozási sémát, spektrumát ezúttal normális B típusúnak klasszifikálva.

Mint hogy a Radcliffe Obszervatóriumban végzett megfigyelések során a halmazocskának csak egy része volt leképezhető a spektrográf részére, a csillagászok igyekeztek további szinképeket készíteni. E kampány eredményeként jó ideig úgy tűnt, hogy az objektum annál rejtélyesebb, minél több információval rendelkezünk róla.

1984 második felére végre tisztulni kezdett a kép. Az ESO Chilében fölállított 3,6 méteres óriástávcsövéhez illeszkedő *Caspec* elnevezésű műszer (egy, a Cassegrain-fókuszba szerelt echelle-spektrográf) segítségével a látható, míg az IUE (International Ultraviolet Explorer) nevű, Föld körüli pályán keringő automatikus obszervatórium révén az ibolyántúli tartományban nyertek igen részletes szinképfelvételeket.

Ez utóbbiak, s a kérdéses területet ábrázoló fotók alapján megállapítható, hogy a *HDE 269599 legalább tíz, igen fényes csillagból álló kompakt csoport*. Az aszimmetrikus elrendeződésű társaság egymástól legtávolabbinak tűnő komponensei mindössze tíz ívmásodpercrenyire látszanak egymástól. Ez azt jelenti, hogy ha valóban a Nagy Magellán-felhő tagjai, a halmazocska átmérője akkor sem haladja meg a 2,5 pc-et.

Sikerült azt is megállapítani, hogy az objektívprizmával készített szinképek *különösségét* a legnyugatabbra fekvő *fényes szuperóriás csillag* vonalas emissziója okozta. A rejtély nyitját most megtalált német kutatók ezért azt javasolják, hogy a továbbiakban *ezt* az égitestet illessék az S 111-es katalógusszámmal, míg a Radcliffe-lista 105-ös sorszámú objektumaként (R 105) az ettől legtávolabb látszó, s a csoport északkeleti csücskében viritó, normális, B típusú abszorpciós szinképet mutató csillagot javasolják elfogadni.

Az S 111-ről sikerült még további részleteket is megtudni. Tekintve, hogy emissziós szinképvonalainak profilja (a hullámhossz szerinti intenzitáseloszlás finomszerkezete) szinte megszólalásig hasonló a *P Cygni* jelű objektuméhoz, feltételezhető, hogy légkörének szerkezete sem sokban különbözik ezétől. Nagyon valószínű tehát, hogy a *forró csillagot sűrű, táguló burok*

övezi. Némely színképvonal profiljából arra lehet következtetni, hogy a burok legalább kétrétegű. Feltehetően a lassabban táguló a sűrűbb, vastagabb, míg a gyorsabban expandáló a ritkább, vékonyabb (ez logikusnak látszik, hisz hosszú távon előbb kell főlhígulnia, elvékonyodnia a gyorsan, mint a lomhábban felfúvódó rétegek).

Ma azért kell mégis ilyen óvatosan fogalmaznunk, mert a vonalprofilok e jelenségről árulkodó részletei alig-alig emelkednek ki a háttérzajból. Ráadásul a (biztosan a csillag felső, híg rétegeiben kialakult) tiltott emissziós vonalak meglepően kis sebességszórást sejtetnek, a P Cygni profilúak kb. 600 km/s-os sebességű csillagszelet valószínűsítő kontúrjával szemben. Úgy tűnik tehát, hogy a HDE 269599 tartogat még néhány meglepetést az asztrofizikusoknak.

### Készül a második Palomar-atlasz

A Palomar-hegy neve sok kollégánknak és a csillagászat iránt érdeklődő laikusok többségének a világ minden bizonnyal talán leghíresebb óriástávcsövét, a második világháború éveiben gyártott 200 hüvelyk (508 cm) szabad nyílású tükörteleszkópot juttatja eszébe. Pedig más nevezetessége is van az ott fölépített csillagvizsgálónak. 1948 óta a Mount Palomar Obszervatóriumban működik minden idők legeredményesebb Schmidt-rendszerű teleszkópja is. Ez a műszer (éppúgy, mint a hatalmas reflektor) jó ideig a világ legnagyobbja volt a maga kategóriájában. Szferikus tükrének átmérője 183 cm, korrekciós lemezéé — ez szabja meg a szabad nyílás méretét — 122 cm, míg a távcső leképezési léptéke szempontjából fontos gyújtótávolság 307 cm. Ezek alapján még nem mindenki számára nyilvánvaló, hogy miért olyan nevezetes ez a műszer. Ha azonban figyelembe vesszük, hogy a Schmidt-teleszkópokat gyakorlatilag csak a kozmikus objektumok fényképezésére használják, megérthetjük, hogy roppant kedvező nyílásviszonya ( $122/307 \sim 1/2,5$ ) valamennyi hasonló társa fölébe helyezi.

Ezzel az óriási lemezis „fényképezőgéppel” készítették el az ötvenes években azt a 935—935 felvételt, amelyeken a —30°-nál nem kisebb deklinációjú kozmikus objektumok optikai sugárzásának kék, illetve vörös komponensét örökítették meg. A *fotografikus égboltatlaszt* végül e lemezek többszörös átmásolásával állították elő. Azóta is ezek a térképlapok nyújtják a legtöbb segítséget a roppant halvány, vagy éppen változó fényességű csillagokat, irdatlan távolságban levő extragalaxisokat kutató asztronómusoknak, hisz minden olyan objektum fellelhető rajtuk, amelynek látszólagos fényessége az expozíció idején nem volt kisebb, mint 21<sup>m</sup>.

Tekintve, hogy az NGS—POSS (ez az atlasz hivatalos neve: National Geographic Society — Palomar Observatory Sky Survey) immár három évtizedes, elérkezett az ideje, hogy felfrissítsék. Ezt elsősorban az indokolja,

hogy az eltelt idő alatt számottevő változások (főleg helyzet- és fényesség-, de némely ködös objektumnál alakváltozások is) következtek be kozmikus környezetünkben és a világűr mélységeiben. Ahhoz tehát, hogy a térkép híven mutassa a valóságot, helyesbítenni kell — éppúgy, mint a földrajziakat. De talán ugyanilyen fontos az is, hogy az eltelt több mint negyedszázad alatt óriásit fejlődött a fotóanyaggyártás, s így ma már összehasonlíthatatlanul érzékenyebb, ugyanakkor finomabb szemcsézetű negatívokra exponálhatnak a kutatók. Sőt — a legutóbbi években szerzett tapasztalatokat felhasználva — az új felvételsorozat készítése során már minden egyes lemez érzékenységét tovább javíthatják („hiperszenzibilizálhatják” az emulziót). Végül az sem mellékes szempont, hogy az új negatívokra már az obszervatóriumban ráfényképezhetik a fotometriai kiértékeléshez feltétlenül szükséges kalibrációs ábrákat, amelyek műszeres vizsgálata alapján megállapítható lesz majd, hogy a fényérzékeny rétegben létrejött feketedés milyen intenzitású besugárzás hatására alakult ki.

1985-ben ismét belevágtak hát a nagy vállalkozásba. A 48 hüvelykes Schmidt-kamerát kissé megfiatalították, a fókuszfelület görbültségét korrigáló lencsét kicserélték benne, tükrét új bevonattal látták el. Így a műszer leképezése ma a 330 nm-es hullámhossztól (ibolyántúli tartomány) az 1000 nm-ig (infravörös régió) tökéletesnek mondható. Ezúttal mégis csak az északi égboltot szándékoznak végigfotózni vele, hisz a negatív deklinációjú területek elég közel vannak az obszervatórium horizontjához, így semmiképp sem biztosítható, hogy azok képein is ugyanakkora legyen a határmag-nitúdó, mint a zenit közelében fényképezhetőknél. Mindez azonban nem jelenti azt, hogy 0° és —30° közötti területekről nem juthatnak modern Schmidt-felvételekhez a világ csillagászai. Ezt a zónát ugyanis a Palomar Obszervatórium Schmidt-teleszkópjával majdnem pontosan megegyező felépítésű és méretű, Ausztráliában felállított műszerrel (a „UK Schmidttel”, amely Siding Springben üzemel) és az ESO Chilében működő 100 cm nyílású kamerájával épp most fotózták le. E képek alkotják az ESO/SRC SSS-t, a Déli Égbolt Atlaszt (*Southern Sky Survey*).

Az új felvételsorozatnál — amely színenként 894 lemezből áll majd, ha 1990 táján elkészül — egymástól öt fokra levő irányokba állítják a távcső optikai tengelyét, így elérik, hogy a tájékozódást jócskán megkönnyítő 1°, 6-os átfedésben lesznek a szomszédos lapok. (Az első menetben a lemez-középpontokat egymástól hat-hat fokra jelölték ki.) Valamennyi területről három, különböző típusú emulzióra készítenek képeket. Az Eastman Kodak vállalat IIIa—J jelű lemezeit GG 385-ös, a IIIa—F jelűeket RG 610-es, míg az infravörös tartományban is számottevő érzékenységű IV—N jelűeket RG 9-es kódszámú színszűrőn át világítják majd meg. Az egész vállalkozás alatt mérik majd az emulziót érő fény intenzitását, így az expozíciós időt mindig úgy választhatják meg, hogy a kialakuló kép tulajdonságai optimálisak legyenek.

A IIIa—J és IIIa—F jelű emulziókat szobahőmérsékleten tiszta nitrogén- és hidrogéngázban, az infravörös lemezeket pedig ezüstnitrát-oldatban fürdetve érzékenyítik. A próbafelvételek tanúsága szerint így például hatvan perces expozíció révén  $23^m$ -s határfényességig minden csillagot le tudnak majd fényképezni a IIIa—J típusú lemezekre. A világ csillagvizsgálói számára mind üveglemezen, mind pedig műanyag fóliákon elkészítik majd a pozitív hasonmáskópiát.

A képek felvételével párhuzamosan hozzálátnak azok kiértékeléséhez is. Így rögtön átvizsgálják a lemezeket, hogy az esetleg rájuk került kisbolygó- és üstökösnyomokat idejekorán felfedezzék, ezen objektumokat azonosítsák. Ugyancsak vizuális kiértékelés keretében szándékoznak felkutatni az eddig még rejtve maradt csillaghalmazokat is. Műszeres vizsgálatokat folytatnak majd a mesterséges holdak röntgenteleszköpjai által talált objektumok optikai megfelelőinek azonosítására, a galaxisok és ködök felszíni fényességeloszlásának tanulmányozására, a közeli galaxishalmazok fotometriai és szerkezeti jellemzőinek kipuhatólására és természetesen a csillagok sajátmozgásának megállapítására — ez esetben a fölvételeket a harminc év előttiekkel együtt mérik majd ki.

A vállalkozás anyagi fedezetét az Eastman Kodak, a Sloan Alapítvány és a National Geographic Society biztosítja.

### Galaxisgyűrű

Az extragalaktikus csillagászat művelői jó néhány egzotikus objektumot, különös társulást fedeztek már fel. Ez utóbbiak körébe tartoznak a már több mint negyedszázada kutatott *kölcsönható galaxisok*, a *szoros galaxis-párok* és a *galaxisláncok*. A felsorolt égitestek kutatása azért folyik oly kitartóan, mert az elméleti vizsgálatok tanúsága szerint ezek túlnyomó része nem keletkezhetett egyedi csillagrendszerek véletlen találkozásai következtében. E rendszerek tagjait tehát *szoros rokon kötélek* fűzik össze, így fizikai-kémiai tulajdonságaik elemzésétől az optimistább csillagászok a galaxisok születési körülményeinek megismerését is remélik.

Bár a kutatók korábban is rá-ráakadtak az ezernyi extragalaktikus objektumot megőrkítő felvételeken olyan négy-öt égitestből álló, viszonylag kompakt csoportocskákra, amelyeknek tagjai mintha egy-egy kör kerülete mentén helyezkedtek volna el, a *galaxisgyűrűk* létét sokan mindmáig kétségnek tartották. E társulások egyik legismertebbike, a *Klemola 25* katalógusszámú kicsiny galaxiscsoport esetében most részletes fotografikus asztrometriai, fotometriai és spektroszkópiai vizsgálatok eredményeként A. C. Danksnek és J. Matarne-nek sikerült bizonyítania a régi sejtést.

Megállapították ugyanis, hogy a Tejútrendszerből hozzávetőleg egymilliárd fényév távolságban levő rendszer átmérője 280 ezer fényév (amennyiben

a Hubble-állandó értékét  $50 \text{ km/s}\cdot\text{Mpc}^{-1}$ -nek fogadjuk el.) A fotókon füstkarikához hasonlóan látszó objektum össztömegére kapott érték jó egyezésben van az óriás elliptikus galaxisokéval. A gyűrűben egymástól jól megkülönböztethető négy anyagcsomó radiális sebessége közel azonos, az átlagértéktől való jelentéktelen eltéréseiből arra lehet következtetni, hogy a galaxisgyűrű „síkjá” majdnem pontosan merőleges arra az irányra, amerre mi az objektumot megfigyelhetjük.

Különösen izgalmassá teszi a dolgot, hogy az alakzat nagyon hasonlít ahhoz, amelyet elméleti szakemberek majd egy évtizede kaptak *modellszámítások* eredményeként. A két csillagász éppen ezért arra gyanakszik, hogy a galaxisgyűrű egy olyan, saját gravitációs terében összehúzódó gyűrű alakú ősfelhőből formálódott, amelyben maradandó lokális sűrűsödések keletkeztek. Természetesen — éppúgy, mint a csillaghalmazok esetében — a Klemola 25-nél sem zárható ki teljes bizonyossággal az a lehetőség, hogy csupán egymáshoz igen közel került csillagrendszerek ideig-óráig fennálló „életközösségének” vagyunk szemtanúi.



## AZ IRAS EREDMÉNYEI — AZ INFRAVÖRÖS ÉGBOLT

Az *IRAS* (*Infra Red Astronomical Satellite*) amerikai—holland—angol csillagászati hold átütő sikert ért el az infravörös csillagászatban. Tevékenysége alig tíz hónap alatt az asztrofizika szinte minden területén új felfedezésekre vezetett, noha a mérések teljes feldolgozása még hosszú időt vesz igénybe. Az 1985. évi Csillagászati Évkönyv már foglalkozott az IRAS feladataival és néhány eredményével,\* most az újabban publikált cikkek és az 1984. évi COSPAR-kongresszuson elhangzott előadások alapján megkíséreljük az eredmények összefoglalását.

### Az első infravörös-csillagászati hold

Az 1983. január 26-án felbocsátott IRAS elsődleges célja az égbolt feltérképezése volt a *távoli infravörös tartományban*. Infravörös-csillagászati holdat (a hűtési nehézségek miatt) korábban még nem bocsátottak Föld körüli pályára. A kezdeményező hollandokhoz és az amerikaiakhoz később csatlakoztak az angolok, akik Chiltonban, Oxford mellett építették fel és üzemeltették a földi bevállomást.

Az amerikaiak által készített *Ritchey—Chrétien-távcső* 57 cm-es berillium főtükre gyűjtötte össze az infravörös sugárzást, melyet a fókuszsíkjában elhelyezett és szuperfolyékony héliummal 2,4 K-re ( $-270,75\text{ °C}$ ) hűtött detektorok érzékelték. A távcső falát 10 K-re, a napvédő burkot 80 K-re kellett hűteni, hogy a műszerek hősugárzása ne zavarja a méréseket. Ez volt a legnagyobb hűtőrendszer, mely valaha is a világűrben működött.

A rendkívül érzékeny detektorok egy-egy porszem infravörös sugárzását 2-3 km-ről érzékelték volna. A fókuszsíkban elhelyezett 62 detektor a 12, 25, 60, illetve 100  $\mu\text{m}$ -es hullámhosszak környékén működött, ami egy-egy 200, 100, 50, illetve 30 K hőmérsékletű fekete test sugárzási maximumának

\* Lásd *iff. Kálmán Béla*: „A csillagászat újabb eredményeiből” című cikkét; CsÉvk. 1985/147.

felel meg. A 62 detektor minden eleme egy-egy 5 ívperc széles sávot söpört végig az égen, miközben 0,25–1,0 s integrációs idővel regisztrálta a beérkező teljes infravörös fluxussal arányos jelet. Utólag számítógéppel szűrték ki a regisztrátumokból a néhány ívpercnél kisebb kiterjedésű „pontforrásokat”.

Az IRAS pályáját úgy állapították meg, hogy amíg a hűtésre használt hélium el nem párolog, a hold szinte folyamatosan mérhessen. Ezért az IRAS poláris pályán, 900 km magasan, végig a terminátor fölött keringett. Napi 14 keringéséből kilencet kötött le az *égbolttérképező program*, a többbit kalibrációra, illetve az előre kiválasztott objektumok behatóbb megfigyelésére fordították. Ezeknek az irányított megfigyeléseknek vagy a *térbeli felbontása*, vagy az *érzékenysége* volt jobb az átlagosnál. A fényesebb forrásokról a DAX nevű holland berendezés 7 és 24  $\mu\text{m}$  között *szinképelemzést* is végzett. A hold naponta kétszer mintegy 700 millió bitnyi információt sugárzott le az angliai vevőállomásra.

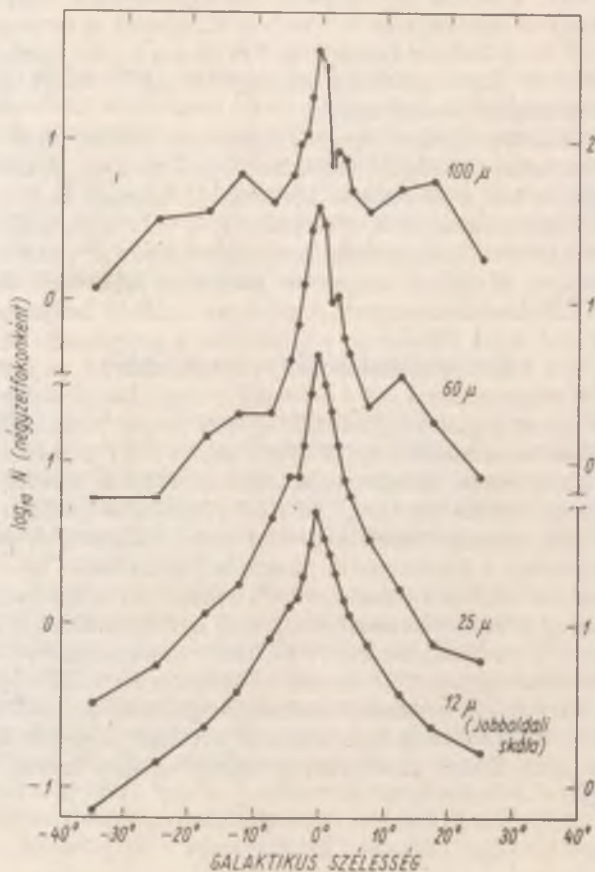
A repülés kezdetén, az egész égbolt átvizsgálása előtt az IRAS „előzetes mintát” vett az infravörös égről, annak mintegy 900 négyzetfokos területéről. A vizsgált zónát a felbocsátás körülményei szabták meg, s ezért az égbolt két sávjára korlátozódott — 60 fok, illetve 252 fok ekliptikai hosszúságoknál. Ez a „minta” csillagászati szempontból nem volt optimális, mivel nem tartalmazott 40 foknál magasabb galaktikai szélességű területeket, mégis fontos felfedezésekre vezetett. Augusztusra az IRAS befejezte az *infravörös égbolt első teljes felmérését*, s újrazekzdte a programot. Mire 1983. november 22-én beszüntette működését, addigra sikerült az égbolt 95%-ának második letapogatása is, sőt a harmadik sorozat háromnegyed részével is végzett. Végül az éggömb 3%-án csak egyszer haladt végig, s 2% (ennek zöme ekliptikus hosszúságban egy 5 foknyi sávba esik) teljesen kimaradt.

Az észlelt *pontforrások* száma meghaladja a 200 000-et. (Összehasonlítául érdemes megemlíteni, hogy az IRAS előtt a *különböző* hullámhosszakon is összesen csak mintegy félmillió forrást katalogizáltak!) A megjelenő IRAS-katalógusban a pontforrások pozícióbeli pontossága 10–40 ívmásodperc körüli lesz (fényes forrásoknál 4–9 ívmásodperc), fotometriai pontossága a vártnál jobb, a hiba nem haladja meg az 5 százalékot. A detektorrendszer rendkívül stabilnak bizonyult! Valahányszor a berendezés újra meg újra végigpásztázta ugyanazt az égtájat — ugyanaz az eredmény adódott. Ezek az ismételt mérések nemcsak a rendszer megbízhatóságának ellenőrzésére szolgáltak, hanem arra is, hogy kiszűrjék a mozgó vagy változó fényességű objektumokat. Ennek köszönhető a Naprendszerhez tartozó új égitestek felfedezése.

## A Tejútrendszer infravörös képe

Mivel e cikk írása idején még nem áll rendelkezésünkre az IRAS várhatóan mintegy 250 000 objektumot tartalmazó *pontforrás-katalógusa*, az előzetes mintavétel adhat tájékoztatást az infravörös égbolt objektumainak eloszlásáról és természetéről.

Az 1. ábrán látható a minta objektumainak eloszlása a *galaktikus szélesség* függvényében. Alacsony ( $|b| < 10^\circ$ ) szélességeken a források felületi sűrűsége olyan nagy, hogy legtöbbjüket még nem azonosították ismert



1. ábra. Infravörös források eloszlása a  $b$  galaktikus szélesség függvényében, az IRAS mérései alapján

objektumokkal. Vannak köztük ionizált hidrogénfelhők, planetáris ködök és egyéb típusú diffúz ködök, fiatal, porfelhőbe ágyazott csillagok, csillagkeletkezési területek.

20 foknál magasabb galaktikus szélességeken a 12 és 25  $\mu\text{m}$ -en észlelt források több mint felét *csillagokkal* azonosították, főleg K és M színképtípusúakkal. Nem kétséges, hogy az észlelt objektumok másik fele is sok csillagot tartalmaz, amelyek azonban halványabbak, mint az azonosításhoz használt SAO-katalógus határfényessége.

Ugyancsak magas galaktikus szélességeken a 60 és 100  $\mu\text{m}$ -en sugárzó objektumok mintegy negyedét ismert *galaxisokkal*, elsősorban spirálisokkal azonosították. Akad a 60  $\mu\text{m}$ -es források közt *csillag* is, többnyire *cirkumstelláris burokkal* körülvettek. A maradék *nagyon halvány galaxisokból állhat* és 25—150 K hőmérsékletű, *porfelhőkben levő, fősorozat előtti csillagokból*. 1984 elején nagy érdeklődést keltettek azok a magas galaktikus szélességeken látható IRAS-pontforrások, amelyek helyén nem látszott *semmiféle optikai objektum*. Később a legnagyobb távcsövekkel készített felvételeken nagy részüket olyan, nagyon halvány spirálgalaxisokkal sikerült azonosítani, amelyek infravörös luminozitása messze felülmúlja az optikait.

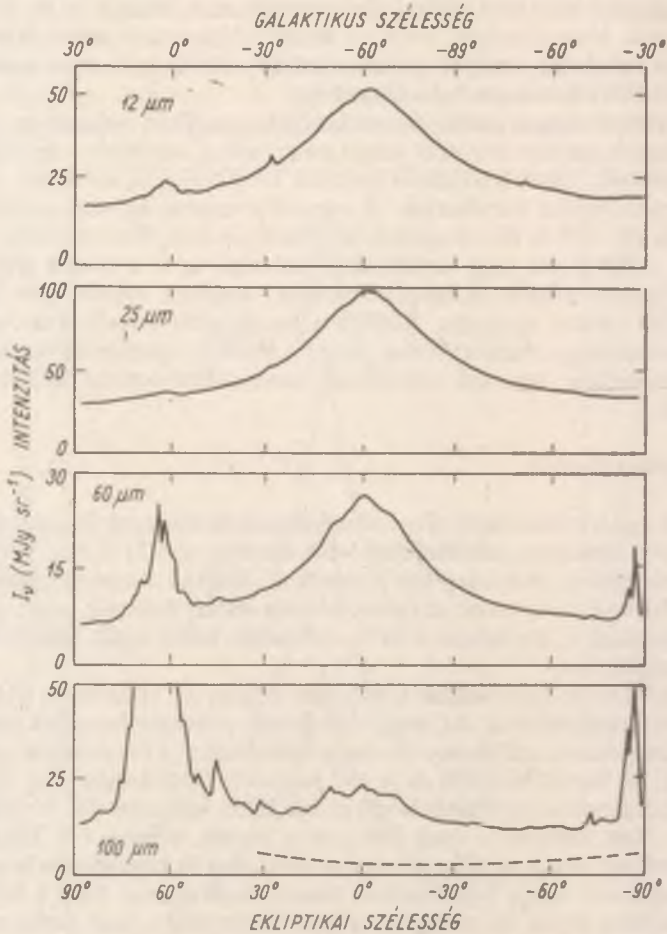
### *Infravörös cirruszok*

Vannak a galaktikus siktól távol olyan infravörös források is, amelyek csak 100  $\mu\text{m}$ -en látszanak, színhőmérsékletük alacsonyabb 25 K-nél. Többnyire nem pontszerűek, és néhány fok kiterjedésű felhökké csoportosulnak. Ezek az ún. *infravörös cirruszok* az égbolt minden részén láthatók, még a galaktikus pólusokon is. Ily módon a diffúz infravörös háttér egyik összetevőjének tekinthetjük őket.

Az infravörös fátlyofelhők távolságát csupán az infravörös adatokból nem lehet meghatározni. Az, hogy több hónap alatt nem mutattak parallaxikus elmozdulást, azt bizonyítja, hogy valószínűleg a Naprendszeren kívül vannak, de legalábbis 1000 cs. e.-nél nagyobb távolságban. Egy részüket sikerült is azonosítani sötét galaktikus felhőkkel vagy neutrális hidrogénfelhőkkel. Van azonban a csak 100  $\mu\text{m}$ -en észlelt, néhány fok kiterjedésű felhőknek egy olyan osztálya is, amelyet nem sikerült kapcsolatba hozni sem a Naprendszer, sem a Tejútrendszer ismert struktúráival. Ezek a felhők az interstelláris anyag új, eddig ismeretlen összetevőjét, vagy pedig a külső Naprendszerben levő hideg anyagot képviselhetik.

A diffúz infravörös háttérnek a cirruszokon kívül *sima komponense* is van. A 2. ábrán a diffúz háttér intenzitása látható a négy IRAS-sávon az ekliptikus szélesség függvényében. A 100  $\mu\text{m}$ -es sugárzás *nem szimmetrikus* az ekliptika síkjára, ami azt mutatja, hogy legnagyobb része galaktikus eredetű. Még magas galaktikus szélességeken is jelentős mennyiségű por

van. Az infravörös háttér sima galaktikus összetevőjének fényessége arra enged következtetni, hogy a por fénygyengítése a galaktikus pólusokon 0,1 magnitúdó körül van. Nagyjából ugyanekkora a fátyolfelhők extinkciója is.



2. ábra. A diffúz infravörös háttérsugárzás különböző hullámhosszakon

## *Galaxisunk centrumát*

vastag porfelhők veszik körül, amelyekeken csak az infravörös és rádióhullámok képesek áthatolni. A centrális vidék szerkezeti részleteit tehát ezeken a hullámhosszakon kell feltérképezni. Az IRAS a Tejútrendszer centrumának irányában nagy területen végzett érzékeny intenzitásméréseket. A legkiemelkedőbb részlet minden hullámhossztartományban maga a *centrum*. De jól definiált infravörös képződmények felelnek meg a *Sagittarius A, B2, C és D rádióforrásoknak* is. Az 1. színes kép a centrális vidék infravörös képét a négy IRAS-sávon hamis színekkel szemlélteti. 100  $\mu\text{m}$ -en feltűnőek a galaktikus síkból kifelé nyúló szálas szerkezetű képződmények. Ezeknek szinte folytatásai csökkenő fényességgel az infravörös cirruszok, amelyek az egész égbolton láthatók.

### **Kiválasztott objektumok IRAS-megfigyelései a Tejútrendszerben**

Az ég folyamatos pásztázását megszakítva az IRAS olyan objektumokon végzett speciális, nagy érzékenységű vagy térbeli felbontású fotometriai vagy spektroszkópiai megfigyeléseket, amelyek érdekesek az infravörös hullámhosszakon. Ezek közül ismertetünk néhányat.

#### *Porburkok csillagok körül*

Porfelhők általában olyan csillagok körül vannak, amelyek életük jelentősebb *tömegvesztéssel* járó szakaszában tartózkodnak: nagyon fiatalok vagy nagyon öregek. Az IRAS észlelt is ilyen tömegvesztésből eredő porfelhőket.

Figyelemre méltó például az a *porgyűrű, amely a  $\lambda$  Orionis körül* látható. Az Orionban van az egyik hozzánk legközelebbi csillagkeletkezési hely, hatalmas porfelhőkkel, bennük kialakuló és már kialakult csillagokkal. A 2/a színes képen az Orion csillagkép infravörös képe látható, azaz lényegében a sugárzó por. A  $\lambda$  Orionist körülvevő gyűrű annak a felhőnek a maradványa lehet, amelyből a csillag kialakult.

Égészen más típusú porfelhőt észlelt az IRAS, ugyancsak az Orionban, a *Betelgeuse körül*. A Betelgeuse előrehaladott fejlettségű csillag, mintegy 1 naptömegnyi anyagot veszít minden hatmillió évben. A kidobott anyag *három porhég* formájában veszi körül a csillagot; a legkülső hég sugara 4,5 fényév. A héjak nem zártak, csak a csillag egyik oldalán láthatók. Mivel a tömegkidobást szimmetrikusnak tételezik fel, valószínű, hogy a héjak a kidobódás után lelassultak, és lemaradtak a Betelgeuse mögött.

A legnagyobb szenzációt azonban rögtön az IRAS repülésének kezdetén az a felfedezés keltette, hogy a *Vega körül* is van egy porburok.

A Vega, az  $\alpha$  Lyrae az északi égbolt fő spektroszkópiai referenciacsillaga. A0 típusú, sugárzása a látható és közeli infravörös tartományban egy 10 000 fokok fekete testének felel meg. Az IRAS a Vegát vizsgálta és vele együtt még egy sor standardcsillagot észlelt. 12  $\mu\text{m}$ -en a földi megfigyelésekkel jól egyező eredményeket kapott. 25  $\mu\text{m}$ -en azonban a Vega energiakibocsátása már 1,3-szerese volt annak, ami egy 10 000 fokok fekete testtől várható lenne. 60  $\mu\text{m}$ -en hétszer, 100  $\mu\text{m}$ -en pedig tizenhatszor volt fényesebb egy tipikus A0 csillagnál. Ez az első eset, hogy jelentősebb tömegvesztés nélküli csillagról *infravöröstöbbletet* észleltek.

A nagy térbeli felbontású megfigyelések kizárták azt a lehetőséget, hogy a többlet egy véletlenül a látóvonalba eső másik objektumtól eredt volna. Ugyanakkor a sugárzó tartomány átmérőjét 60  $\mu\text{m}$ -en a mérések 20 ívmásodpercesnek mutatták, ami azt jelenti, hogy a többlet nem származhat egy csillagszerű sötét kísérőtől. Az a lehetőség marad tehát, hogy az infravörös többletsugárzás a csillag körüli porfelhőből ered. Mivel a Vega színe nem mutat tömegvesztést, az intersztelláris közegből pedig a fiatal csillag erős sugárnyomása miatt nem tud anyagot befogni, a felhőnek a csillag keletkezése óta ott kell lennie. Ez azonban csak akkor lehetséges, ha a felhő *legalább centiméteres átmérőjű részecskékből* áll; a kisebbek a csillag sugárzásával kölcsönhatva vagy elillannak, vagy a felszínére hullnak. És mivel a csillagokat létrehozó átlagos intersztelláris felhők 0,01—0,5  $\mu\text{m}$  átmérőjű részecskékből állnak, arra lehet következtetni, hogy a Vega körüli felhő részecskéi a csillag élete során nőttek meg.

A mért intenzitások azt mutatják, hogy a sugárzó részecskék hőmérséklete kb. 85 K, és egy *85 cs. e. sugarú gyűrűt* alkotnak, amelynek tömege a Földének egy százaléka. Lehetnek azonban a gyűrűben *sokkal nagyobb méretű részecskék* is, amelyek sugárzása nem észlelhető, és ebben az esetben a gyűrű tömege is sokkal nagyobb lehet. Nagyon valószínű, hogy a Vega körül az IRAS egy kialakuló bolygórendszert látott.

Ezek után megvizsgálták az ég mintegy *9000 legfényesebb csillagát* annak reményében, hogy másik Vega-szerű rendszert is találnak majd. Csak kevés olyan csillag akadt, amelynek észlelt infravöröstöbbletét nem lehetett már régebben ismert mechanizmussal értelmezni. Közöttük van két fényes déli csillag, a *Fomalhaut* ( $\alpha$  Piscis Austrini) és a  $\beta$  Pictoris is. A  $\beta$  Pictoris porgyűrűjét 1984-ben két amerikai csillagásznak sikerült lefényképeznie a chilei Las Campanas obszervatórium 2,5 m-es távcsövével. A Földről a gyűrű az éle felől látszik, átmérője kb. tízszerese a Naprendszerének.

## Csillagkeletkezési helyek

A csillagok keletkezése és fejlődésük korai szakasza az infravörös csillagászat egyik legérdekesebb tárgya. Mivel a csillagok sötét intersztelláris felhőkben születnek, kialakulásuk a látható fény tartományában nem követhető: szinte minden kibocsátott energiájuk *infravörös sugárzás* alakjában hagyja el a felhőt.

A *Chamaeleon I* egy sötét felhő, amelyben (a közeli infravörösben végzett megfigyelések szerint) csillagok keletkeznek. Ez a felhő különösen jó célpont volt az IRAS számára, mivel ekliptikus és galaktikus szélessége egyaránt magas, így megfigyelését nem zavarja a háttérsugárzás. Az IRAS hetven infravörösforrást talált benne, de ezek természete nem egyforma. Akadnak köztük források, amelyek  $12\ \mu\text{m}$ -en a legfényesebbek — egyenletes eloszlásuk a felhő felületén azt mutatja, hogy *előtércsillagok*. Ezeken kívül vannak meleg,  $70\text{--}200\ \text{K}$  hőmérsékletű objektumok, amelyek *porburókkal körülvett, fősorozat előtti csillagok* lehetnek. Közülük néhány már korábban is ismert T Tauri típusú vagy emissziós csillagokkal azonosítható. Végül olyan infravörös források is vannak a Chamaeleon I-ben, amelyek csak  $60$  és  $100\ \mu\text{m}$ -en látszanak, nem pontszerűek, és többnyire kívül vannak a felhő határain. Ezek *kicsi, sötét globulák* lehetnek.

A kis tömegű, Naphoz hasonló csillagok kialakulásával kapcsolatban különösen sok válaszra váró kérdés van, mivel ezt a folyamatot sokkal nehezebb megfigyelni, mint a nagy tömegű csillagok születését. A *Lynds 1551* nevű sötét felhőben az IRAS arra talált bizonyítékot, hogy *a kis tömegű csillagok is a nagyokhoz hasonló módon és hasonló körülmények közt keletkeznek*. Ebben a felhőben van egy régóta ismert, a Nap luminozitásának hatszorosával sugárzó, kb. egy naptömegnyi infravörös forrás, kialakulóban levő csillag, amelyből bipolárisan anyag áramlik ki. Ebben az anyagáramban az IRAS egy *másik forrást* talált,  $0,1\ \text{pc}$ -re az előzőtől. Feltehető, hogy az újabbban felfedezett forrás úgy jött létre, hogy a másiktól kiáramló anyag *összenyomta* az útjába kerülő felhődarabot. (Ehhez hasonló folyamatot már jó néhány OB-asszociációban is megfigyeltek.) Abból, hogy a kiáramló anyag mennyi idő alatt teszi meg a  $0,1\ \text{pc}$  távolságot, a forrás kora is megbecsülhető:  $24\ 000$  évnek adódott.

Kis tömegű csillagok keletkezését fedezte fel az IRAS a Perseusban, a *Barnard 5* nevű *kis molekulafelhőben* is, amelyet pedig a rádiómegfigyelések teljesen nyugodt, passzív felhőnek mutattak. *Négy infravörös forrást* észlelt benne. Az egyik kb.  $800\ \text{K}$  hőmérsékletű, és feltehetően nem más, mint egy tízszeres napluminozitású és nagyjából a Nappal azonos tömegű új csillag. A másik forrás hidegebb, mintegy  $25\ \text{K}$ -es. Lehet, hogy a gravitációs összehúzódás nagyon korai szakaszában van, de az is lehet, hogy csak egy



átlagosnál sűrűbb felhődarab, amelyet az intersztelláris sugárzás melegít. Van továbbá két olyan forrás is a felhő határain belül, amelyek már kialakult T Tauri csillagoknak látszanak.

### Öreg csillagok — planetáris ködök

Az öreg csillagok, amelyek már elég hidegek, szintén érdekesek a részletes infravörös-vizsgálatra. Az IRAS nagyszámú *OH/IR-csillagot* észlelt. Ezeket a hideg, valószínűleg óriásági fejlődésük vége felé tartó csillagokat először *OH-mézeremissziójuk* útján észlelték, s később sikerült a mézerforrásokat hideg csillagokkal azonosítani.

Az IRAS megfigyelései azt mutatják, hogy e csillagok színe (tehát az ebből származtatható hőmérséklete is) széles skálán változik. Legmelegebbek az optikai hullámhosszakon is észlelhető OH-emissziós *mira típusú változók* 4000 K körüli színhőmérséklettel, míg a lehidegebbek mindössze 100 K-esek. Az észlelt színhőmérsékletek a két szélső érték között folytonos sort alkotnak. A sor két vége közt fontos különbség az, hogy míg a legmelegebbek nagy amplitúdóval változnak, a lehidegebbek csak alig vagy egyáltalán nem.

Ezeket a csillagokat *vastag cirkumsztelláris porburok* veszi körül, amely a csillag által kidobott anyagból áll. A színek ennek a porburoknak a tömegétől függnek: a vörösebbeket nagyobb mennyiségű por burkolja be, mint a kékebbeket. Ebből arra lehet következtetni, hogy a vörösebb OH/IR-csillagok tömegvesztése nagyobb, mint a kékebbeké. A lehidegebb OH/IR-csillagok a csillagfejlődési elméletek szerint közel vannak fejlődésüknek ahhoz a pontjához, ahol *planetáris ködökké* válnak.

Planetáris ködökről 7,4 és 23  $\mu\text{m}$  között kis felbontású színeképeket készített az IRAS. Először sikerült emisszióban észlelni a kétszeresen ionizált neon 15,5  $\mu\text{m}$ -es vonalát, amelynek földi megfigyelését a légköri szén-dioxid erős abszorpciója lehetetlenné teszi. Ez a vonal a planetáris ködök elektronhőmérsékletének érzékeny indikátora. Másik, meglepő eredmény, hogy az infravörös vonalakból leszármaztatott *elemgyakoriságok* többszörösei a korábban kapott értékeknek. Az eltérés oka egyelőre ismeretlen.

### A Rák-köd IRAS-megfigyelései

Régóta ismert, hogy a Rák-köd sugárzásának intenzitása a rádiótartományban, valamint a látható és ultraibolya hullámhosszakon egyaránt csökken a rövidebb hullámhosszak felé haladva, de az optikai és az ultraibolya tartományban ez az esés sokkal meredekebb, mint a rádióban. A két hullámhossztartomány közt tehát (az infravörösben) a spektrumban valahol törésnek kell lennie. A törés helye — a szinkrotronsugárzást leíró elmélet felhasználásával — értéket adhat a köd mágneses terére. Az IRAS-megfigyelések

a Rák-köd mágneses terére  $3 \times 10^8$  T-t adtak, ami kevesebb, mint a Föld felületén mért érték ezredrésze.

Az IRAS fényesebbnek találta a Rák-ködöt infravörösben, mint az a szinkrotronsugárzás elméletéből várható volna. A többlétsugárzás valószínűleg *termikus eredetű*: a ködben levő portól származik. Ez a por elnyeli a ködben keletkezett nagy energiájú fotonok néhány százalékát, és az infravörösben sugározza ki az energiát. Az IRAS-adatok azt az elképzelést támogatják, hogy a port a szupernóvává vált csillag dobta ki, de nem zárható ki az sem, hogy abból az intersztelláris közezből ered, amelybe a köd tágul.

### Extragalaktikus objektumok IRAS-megfigyelései

#### *M 31 (Andromeda-köd)*

Legközelebbi szomszédgalaxisunk, az M 31 közelsége miatt fontos célpont volt (3. ábra). Az IRAS emissziót fedezett fel a galaxis *magjából és a mag körül egy 45 ívperc sugarú gyűrűből*. Ez a gyűrű a 21 cm-es rádióterképeken is látszik. OB-asszociációk fűtik, a sűrű felhőben felgyorsult csillagkeletkezés végtermékei. A központi vidékről jövő sugárzás legvalószínűbb forrása pedig a nagy koncentrációban jelenlevő vörös óriáscsillagok által felmelegített por. Az M 31 egyébként gyenge infravörös forrás; teljes luminozitásának csak kb. 3%-a jut a 10  $\mu\text{m}$  fölötti hullámhossztartományba.



3. ábra. Az M31 az IRAS felvételén

Az Andromeda-köd két kísérőjéről, az M 32-ről és az NGC 205-ről is észlelt sugárzást az IRAS. Az M 32 a rövid hullámhosszakon látszik, ami a *késői csillagok* sugárzásával van összhangban. Az NGC 205 viszont hosszabb hullámokon fényesebb, sugárzása *folyamatban levő csillagkeletkezésre* utal.

## Távolabbi galaxisok

Az előzetes IRAS-mintavétel 60  $\mu\text{m}$ -en 86 galaxist tartalmazott, szinte csak spirálokat. Elliptikus mindössze kettő volt a mintában. Ez várható is volt, hiszen az infravörös sugárzás fő forrása a galaxisokban a *felmelegített por*, és ez nincs az elliptikusokban. Az észlelt infravörös/kék luminozítáсарányok széles skálán változnak: 0,5 és 50 között.

Az erős infravörös sugárzást a forró, fiatal csillagok által felmelegített por bocsátja ki, így azok a galaxisok fényesebbek az infravörösben, amelyekben a *csillagkeletkezés üteme* gyorsabb. Érdekes eredmény, hogy az észlelt 86 galaxis közül 11-nek két ívpercen belül van szomszédja, további nyolcnak pedig nagy valószínűséggel van közeli társa. (Véletlenszerű eloszlás esetén a mintában csupán négy, szomszédokkal rendelkező galaxis lenne várható!) Ez a példa azt mutatja, hogy a galaxisok fejlődésére nagy hatással van *kölcsönhatásuk* a közeli szomszédaikkal: szélsőséges csillagkeletkezési lökések forrása lehet.

A térképező programon kívül az IRAS végignézett 165 darab, 13 magnitúdónál fényesebb galaxist. 108-ban talált infravörös sugárzást, túlnyomórészt spirálokból. Egyetlen elliptikust sem észlelt, viszont a minta minden késői típusú spirálgalaxisában talált emissziót. A *szabálytalan galaxisok* közül az M 82 volt a legfényesebb. Az infravörös/kék luminozítáсарány ebben a mintában is tág határok közt változik. Az Arp 220 nevű pekuлиárius galaxisban az arány például 80 — ez a galaxis energiájának 99%-át infravörösben sugározza ki. Ehhez hasonló szélsőséges luminozítáсарányok vannak azokban a galaxisokban is, amelyek eredetileg az „azonosítatlan pontforrások” kategóriájába tartoznak. A nagy csillagkeletkezési lökésekön kívül a *galaxismagok aktivitása* is előidézhetheti az erős infravörös sugárzást.

## Rádiógalaxisok és kvazárok

A 3C390,3 a Draco csillagképben egy 15 magnitúdós, valószínűleg óriás elliptikus galaxis, milliárd fényév távolságban. Az IRAS mérései szerint legtöbb energiáját az *infravörösben* bocsátja ki, és a sugárzás intenzitásának 25  $\mu\text{m}$  körül van a maximuma. (A legtöbb észlelt aktív galaxis ezzel szemben halványabb 25  $\mu\text{m}$ -en, mint 60  $\mu\text{m}$ -en.) Nyitott kérdés még, hogy a 25  $\mu\text{m}$ -es *többletsugárzás* termikus eredetű-e (meleg portól származó) vagy sem (például szinkrotroneredetű). Ha a sugárzás termikus, akkor a sugárzó tartomány hőmérséklete 180 K körül van, mérete pedig több száz fényév. A sugárzás egyik lehetséges forrása a galaxis fényes magjának ibolyántúli emissziója, a másik pedig a magból kiinduló anyagnyaláb, „jet”, amely az elméletek szerint a *rádióforrást* is működteti. Ha a sugárzás nem termikus, eredetere elfogadható magyarázat lehet a mag egy újabb aktivitási hulláma. Ebben az esetben a galaxis infravörös emissziója néhány hónap alatt változ-

hat. Noha a 3C390,3 az optikai és röntgenhullámokon erősen változik, az IRAS megfigyelései két hónap alatt nem mutattak változást.

A kvazároknak két változatuk van: egyesek rádiósugárzása nagyon erős, de a többségé gyenge. (A két csoport rádiósugárzása egy több mint százszoros faktoriall tér el egymástól!) Látható fényben és közeli infravörösben viszont fényességük is, folytonos színpükük is nagyon hasonló. Valószínű, hogy (mint a Rák-köd esetében, itt is) az infravörösben, a látható és a rádiótartomány között történik valami. Az első IRAS-jelentések között három erősen és két gyengén rádiósugárzó kvazár megfigyelései szerepeltek. Úgy látszik, hogy az a pont, ahol a spektrumok elhajlanak egymástól, kívül esik az IRAS által észlelt tartományon. Nincs feltűnő különbség a két csoport közt a mért intenzitásokban. Az *erős rádiósugárzó kvazárok* infravörös fényessége a rádió- és az optikai adatokkal együtt *szinkrotronspektrumot* ad. Ezeknek az objektumoknak nincs termikus eredetű infravörös sugárzásuk. A *gyenge rádiósugárzó kvazárok* viszont 100  $\mu\text{m}$ -en mutatnak egy kis többletet. Ez feltehetően a kvazárt körülvevő (valószínűleg spirális galaxisban levő) por termikus sugárzása.

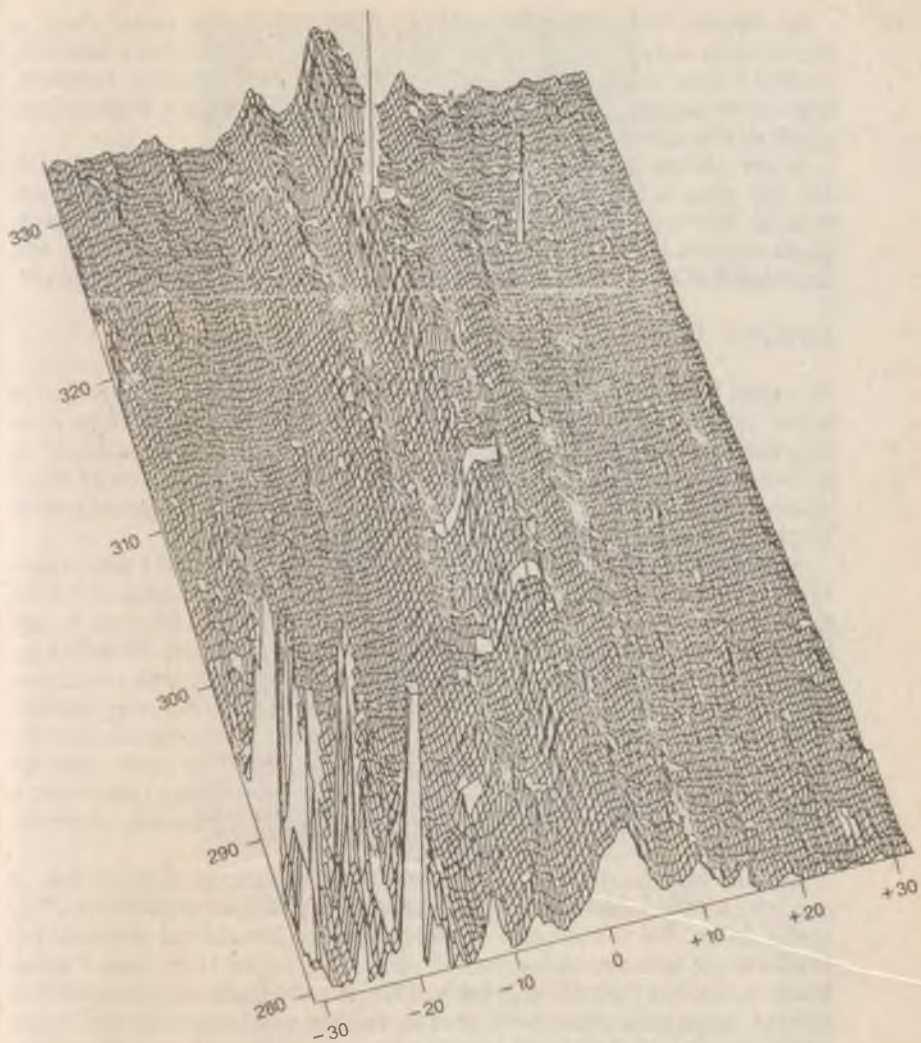
### A Naprendszerhez tartozó objektumok

Az IRAS egyik legfontosabb eredménye, hogy az infravörös égbolt nem írható le tökéletesen egy csak pontforrásokból álló katalógussal. Ez a megállapítás külön is érvényes az „infravörös Naprendszer-képre”, hiszen 12 és 25  $\mu\text{m}$ -en mindenképpen

#### *az állatövi fény*

dominál. Az IRAS-adatok alátámasztották azt a megfigyelést, hogy az állatövi fényt alkotó por szimmetriasíkja mintegy *3 fokkal hajlik az ekliptikához* (a felszálló csomó 87 fok ekliptikai hosszúság közelében található).

A 60  $\mu\text{m}$ -es sávban az is kivehető, hogy az állatövi fény nemcsak az ekliptikában világít, hanem *további két porréteg* található 9 fokkal az ekliptika fölött, és ugyanennyivel alatta (4. ábra). Feltételezik, hogy a porrétegek a Naprendszer kisebb égitestjeinek (kisbolygók, üstökösök) ütközéseiből származnak, mivel e portórusz intenzitásmaximuma a megfigyelések szerint 200—300 millió km-re, vagyis a kisbolygóövezetbe esik. A por összömege akkora lehet, mint egy 1 km-es kisbolygóé.



4. ábra A 60  $\mu\text{m}$ -es sávban mért sugárzási intenzitás ekliptikus szélesség és hosszúság szerinti eloszlása. A képen látható három „gerinc” az állatövi fény három porgyűrűjének felel meg

Az állatövi fény emissziója a négy hullámsávban arra mutat, hogy a *porszemcsék mérete viszonylag nagy* (mintegy 30  $\mu\text{m}$  átmérőjűek), fényviszszaverő képességük csekély (10—20%), hőmérsékletük alacsony. Felteszik, hogy azért hidegek, mert a por szilikátokból áll (akárcsak a Naprendszer egyéb sziklás égitestjei), s ez az anyag jó hőszűrő.

A már említett ismeretlen eredetű és elhelyezkedésű *infravörös cirruszfelhők* egy része is kapcsolódhat a Naprendszerhez, mint annak igen távoli kísérője. Mivel ezeknél a felhőknél nem találtak mérhető parallaxist, távolságuk meghaladja az 1000 cs. e.-t. Van olyan felfogás is, hogy az Oort-féle üstökösfelhőhöz tartoznának, valahol messze a Naprendszer határvidékén.

### *Üstökösök, kisbolygók*

Az a tény, hogy az IRAS igen eredményes üstökös vadásznak bizonyult, arra mutat, hogy Naprendszerünkben lényegesen több a *halvány üstökös*, mint korábban gondolták. Úgy tűnik, hogy ezek az üstökösök „porosabbak” is a vártnál, hiszen például a visszatérő Tempel—2-üstökös esetében az IRAS olyan — 30 millió km hosszú! — keskeny porcsóvát észlelt, melyet a korábbi visszatérések idején senki sem látott.

Az üstökösök és kisbolygók felfedezése az IRAS segítségével a következőképpen történt. Számítógépi program gondoskodott arról, hogy az IRAS távcsöve minden egyes keringés után megismételjen minden felvételt. Az így létrehozott képpárokat a földi irányítóközpontban oly módon értékelték ki, hogy megkeresték rajtuk az időközben észrevehetően elmozdult pontforrásokat. Ezeket a *mozgó infravörös objektumokat* aztán mind a négy hullámsávban megvizsgálták, megállapítva hőmérsékletüket és mozgásuk irányát. Ha a megfigyelési eredmények nem egyeztek korábban már ismert kisbolygók, illetve üstökösök megfelelő adataival, akkor táviratilag riasztották a megfigyelési programban részt vevő földi megfigyelőállomásokat, obszervatóriumokat.

Az első jelentős sikert a már az 1985-ös Csillagászati Évkönyvben is említett *IRAS—Araki—Alcock üstökös* (5. ábra) felfedezése jelentette 1983. április 26-án. Ez volt az első üstökös, amelyet űreszközzel fedeztek fel. Érdekességét azonban elsősorban az adta, hogy május 11-én csak 3 millió km-re haladt el a Földtől, vagyis közelebb, mint bármely üstökös az elmúlt kétszáz évben. Bár szabad szemmel is látható volt, nem vált különösen feltűnő üstökössé. Infravörösben viszont a csóvája, mely vizuálisan alig látszott, széles, fényes, 400 000 km-t is meghaladó, látványos alakzat volt. Ez arra utal, hogy a csóva anyagát ezúttal is inkább por, mint jég alkotta.



5. ábra. Az IRAS—Araki—Alcock-üstökös az IRAS felvételén

Az IRAS programjának összeállítói azt hitték, hogy a hold a 16-18 magnitúdó fényes kisbolygók tömeges felfedezésével jeleskedik majd. Mégis inkább IRAS-üstökösökről, mint IRAS-kisbolygókról tudunk: a hold az IRAS—Araki—Alcock után még *négy további új üstököst* fedezett fel. Nyilvánvaló, hogy azok az üstökösök, amelyekben a por dominál, különösen alkalmas objektumok voltak az IRAS számára.

A legfontosabb kisbolygó, amelyet az IRAS fedezett fel, valószínűleg szintén üstökösmaradvány. Az 1983 TB jelű objektumot a Leicester Egyetem egyik hallgatója fedezte fel 1983. október 11-én az IRAS anyagában.



A megfigyelés idején az objektum a Földtől 30 millió km-re járt, fényessége 16 magnitúdó volt. Kezdetben azt hitték, hogy az Apollo-típusú, különleges kisbolygók közé tartozik, mivel a pálya perihéliuma a Merkúr pályáján belül, mindössze 20 millió km-re van a Naptól! Pályahajlása 22 fok, az excentricitás 0,90, a keringési idő másfél év. A pálya tüzetesebb elemzése azonban elárulta, hogy ez a 2 km-nél kisebb égitest szinte pontosan a *Geminidák nevű meteorraj pályáján* kering a Nap körül. Ez azt jelenti, hogy valószínűleg nem kisbolygó, hanem annak az üstökösnek egy nagyobb maradványa (magja?), mely a meteorrajt létrehozta.

A már említett *földi, kiségitő megfigyelési kampány* értékesen támogatta az IRAS üstökös- és kisbolygókutató programját. Összesen tíz obszervatórium kapott felkérést, hogy fényerős, nagy látómezejű Schmidt-távcsövével kapcsolódjon be az IRAS által felfedezett objektumok földi megfigyelésébe — köztük a Csillagászati Kutató Intézet piszkés-tetői obszervatóriuma. Az IRAS által felfedezett ilyen objektumok észlelését Lovas Miklós és Tóth Imre végezte a Mátrában. A riasztás telexen érkezett, és ugyancsak telexen továbbították az IRAS angliai adatközpontjába a sikeres felvételekről kimért pozíciókat. Az IRAS—Araki—Alcock 1983 d üstököséről Piszkés-tetőn két lemez készült, az 1983 j jelűről tizennégy, az 1983 o jelűről öt és a Hartley—IRAS 1983 v jelűről nyolc. Ezen utóbbi üstökösöt 1983. november 4-én fedezték fel, rövidebb ideje előtt, hogy az IRAS beszüntette működését; ezt az üstökösöt 1983/84 telén a Mátrában többször is sikerült megfigyelni.

Ugyancsak nyolc felvétel készült az 1983 TB jelű, különleges kisbolygóról. Mindezek a megfigyelések hozzájárultak az IRAS-objektumok pályáinak meghatározásához.

Több ízben felröppent a hír, hogy az IRAS segítségével sikerült felfedezni *Naprendszerünk tizedik bolygóját*, túl a Plútó pályáján. A „gyanúba vett” infravörös objektumok azonban rendre távoli spirálgalaxisoknak bizonyultak. Bár a feldolgozásnak még távolról sincs vége, nincs bizonyíték arra, hogy az optikai azonosítás nélküli IRAS-objektumok valamelyike lenne a keresett tizedik bolygó. Annyi azonban kétségtelen, hogy ha Napunknak létezik távoli, hideg kísérője, akkor valahol „binnen van” az IRAS hatalmas katalógusában, amely még évtizedekig ellátja munkával a csillagászokat.

### Az infravörös csillagászat jövője

Az IRAS minden szempontból beváltotta a hozzá fűzött reményeket. Jól működött maga a távcsőrendszer, és fontos szerepet játszott a sikerben a többször újraprogramozható fedélzeti számítógép. A hűtőrendszer egész idő alatt kifogástalanul látta el feladatát, még az utolsó novemberi megfigyelések is teljes értékűek.

Az infravörös égbolt igen bonyolult szerkezetű, és pontforrásokkal nem írható le. A megfigyelések értelmezését nagymértékben megkönnyítette volna egy detektorrendszer a még hosszabb, például 300  $\mu\text{m}$ -es hullámhosszon. A színeképek felbontóképességét szintén javítani kellene.

A sikeres IRAS-program ellenére még mindig nagyon keveset tudunk az infravörös égboltról. További infravörös holdak felbocsátását tervezi a kilencvenes évekre az ESA, a NASA és a Szovjetunió. Az ESA terve az *ISO* (Infrared Space Observatory — 6. ábra), amely százszor érzékenyebb lenne



6. ábra. Az ISO nevű ESA-műhold terve

az IRAS-nál, s 1000 és 40 000 km között húzódó, 12 óra keringési idejű pályán működne. A 60 cm-es távcső fókuszsjkját szintén 2,7 K-re hűtenék. A három tengelyre stabilizált hold 7 ívmásodperc pontosságú pozíciókat rögzítene, és 150  $\mu\text{m}$ -ig lenne érzékeny.

A NASA foglalkozik egy *SIRTF* (Shuttle Infra Red Telescope Facility) elnevezésű tervvel. Az 1 m tükrű infravörös távcsövet az űrrepülőgéppel helyeznék Föld körüli pályára. A berendezés 2 és 200  $\mu\text{m}$  között dolgozna. A NASA távolabbi tervként az *LDR* (Large Deployable Reflector) feljuttatását tervezi. Ez a 10-20 m átmérőjű, nagy felbontású űrtávcső a távoli infravörös és a szubmilliméteres tartományban működne.

A Szovjetunió tervei között említést érdemel az *SMMT* jelű szubmilliméteres távcső 1 m-es tükörrel. A távcsövet 40 K, a detektorokat 1 K hőmérsékletre kívánják lehűteni.

Az NSZK a *Spacelab* űrállomásra készít *GIRL* (German Infra Red Laboratory) néven 60 cm-es infravörös távcsövet, mellyel elsősorban szinképelemzést végeznének az IRAS által felfedezett objektumokról. Kisebb infravörös távcsövet visznek fel az egyik *Spacelab*bel amerikai űrhajósok is.

Az egész elektromágneses spektrumban már csak az infravöröshöz kapcsolódó *szubmilliméteres tartomány* képvisel olyan „szűz területet”, amelyben rendszeres csillagászati észlelések még nem folytak. Ez a tartomány kínálja tehát a leggyorsabb sikereket. Ha az infravörös csillagászatra eddig fordított erőfeszítéseket más (például röntgen-, ultraibolya, rádió-) tartományok teljesítményével hasonlítjuk össze, ma még vitathatatlan a lemaradás. További specializált műholdakra van szükség mind az infravörös, mind a szubmilliméteres tartományban. Enélkül aligha lehet megismerni olyan alapvetően fontos kozmikus folyamatokat, mint a csillagok és a bolygórendszer keletkezése. Az IRAS jelenti az első, nagyon sikeres lépéseket ezen az úton.

HORVÁTH ANDRÁS

TIT Budapesti Planetárium és Uránia Csillagvizsgáló

SZABÓ LÁSZLÓ

MTA Központi Fizikai Kutató Intézete

## A VEGA-PROGRAM, A VÉNUSZ BOLYGÓ ÉS A HALLEY-ÜSTÖKÖS ŰRSZONDÁS KUTATÁSA

Immár másodszer közeledik a Nap és egyben a Föld felé a huszadik században egy neves, történelmi üstökös, a *Halley*. „Előéletéről”, pályájáról a Csillagászati Évkönyv 1984-ben számolt be.\* Cikkének végén megemlítette, hogy ennek az üstökösnek a felkutatására 1984/85-ben öt üstökösszonda indul. Időközben az amerikai űrkutatók is csatlakoztak szovjet, európai és japán kollégáikhoz azzal, hogy egy régóta pályán levő, s a napszelet, illetve a Nap—Föld-kapcsolatokat vizsgáló ISEE—3 nevű űrszondájukat a kutatási program befejeztével kinevezték üstökösszondának (*ICE* — *International Cometary Explorer*). Ez a mesterséges égitest igen bonyolult pályamanőverek segítségével indult el 1983/84 fordulóján a *Giacobini—Zinner-üstökös* felé. Így az üstökösszondák családja hattagúra növekedett, részletes adataikat az 1. táblázatban foglaltuk össze.

Jelen cikkünkben a Vénusz bolygó és a Halley-üstökös megközelítésére tervezett *Vega űrszondák* feladatáról, felépítéséről, pályájáról és műszerezettségéről számolunk be.

### A Vega-terv

1979 végén merült fel az ötlet, hogy a szovjet *Venyera program* 1984/85-re tervezett két űrszondáját további célokra is felhasználják 1986-ban. A terv az volt, hogy a Vénusz bolygó 1985-ös megközelítése és kutatása után a két űrszonda tovább repülő része elindul a Halley-üstökössel való randevúra (1. ábra).

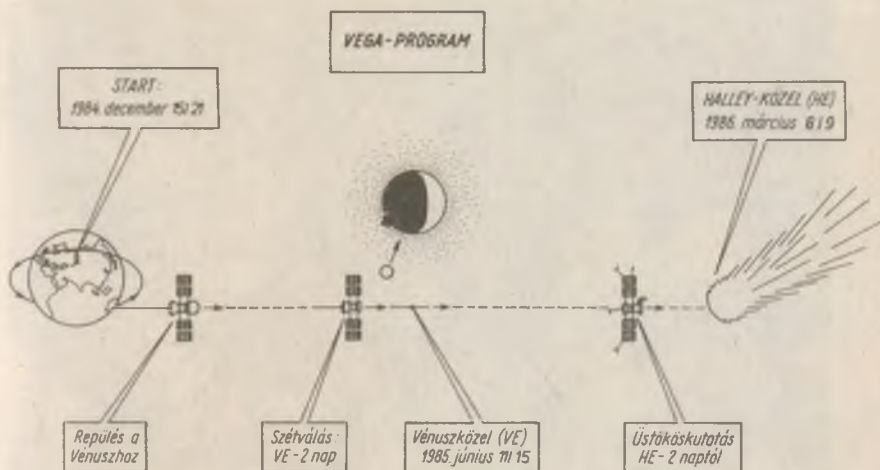
\* Lásd Tóth Imre: „A Halley-üstökös 1985/86. évi visszatéréséről” c. cikkét, CsÉvk. 1984/183.

## Üstökösszondák

	Vega-1 Vega-2	Giotto	Planet-A MS-T5	ICE** (ISEE-3)
Start	1984. dec. 15. 1984. dec. 21.	1985. júl. 2.	1985. aug. 19. 1985. jan. 7.	1978. aug. 12. (1983. dec. 24.)
Üstökös- randevű	1986. márc. 6. 1986. márc. 9.	1986. márc. 13.	1986. márc. 8. 1986. márc. 8.	1985. szept. 1. 1986. márc. 28. (H)
Távolság	10 000 km 5 000 km	500 km	100 000 km 1 000 000 km	32 millió km (H).
Relatív sebesség	78 km/s	68 km/s	70 km/s	20 km/s
Műszerek tömege	152 kg 152 kg	58 kg	15 kg 10 kg	97 kg
Telemetria max. sebessége	65 kbit/s	39 kbit/s	1 kbit/s	
Ürszonda tömege	~ 2000 kg ~ 2000 kg	960 kg	138 kg 136 kg	470 kg
Hordozó- rakéta	Proton Proton	Ariane	Mű-3S Mű-3S	Thor-Delta

\*\* A Giacobini-Zinner-üstökös (G-Z) felé indult, Föld körüli pályáról, 1983-ban.

A program nevét a kettős feladatról nyerte: oroszul a *Ve* a Vénuszt (= *Venyera*), *ga* a Halleyt (= *Gallej*) jelzi. A terv megvalósítására a szovjet szakembereken kívül az Interkozmosz-együttműködésben részt vevő országok kutatóit is meghívták: bolgárokat, csehszlovákokat, lengyeleket, NDK-belieket, valamint az NSZK-beli Max Planck Intézet és az Osztrák Tudományos Akadémia szakembereit. A szovjetek mellett a terv két legfontosabb résztvevője a francia nemzeti űrkutatási központ, a CNES, és a magyar Interkozmosz-tanács. Hazánkat az MTA KFKI fizikusai, mérnökei, valamint a Budapesti Műszaki Egyetem mikrohullámú tanszékének űrelektronikai szakemberei képviselik. Az üstökösről nyert adatok feldolgozásába a magyar csillagászok is bekapcsolódtak.



1. ábra. A Vénusz bolygót és a Halley-üstököst kutató Vega-program sémája

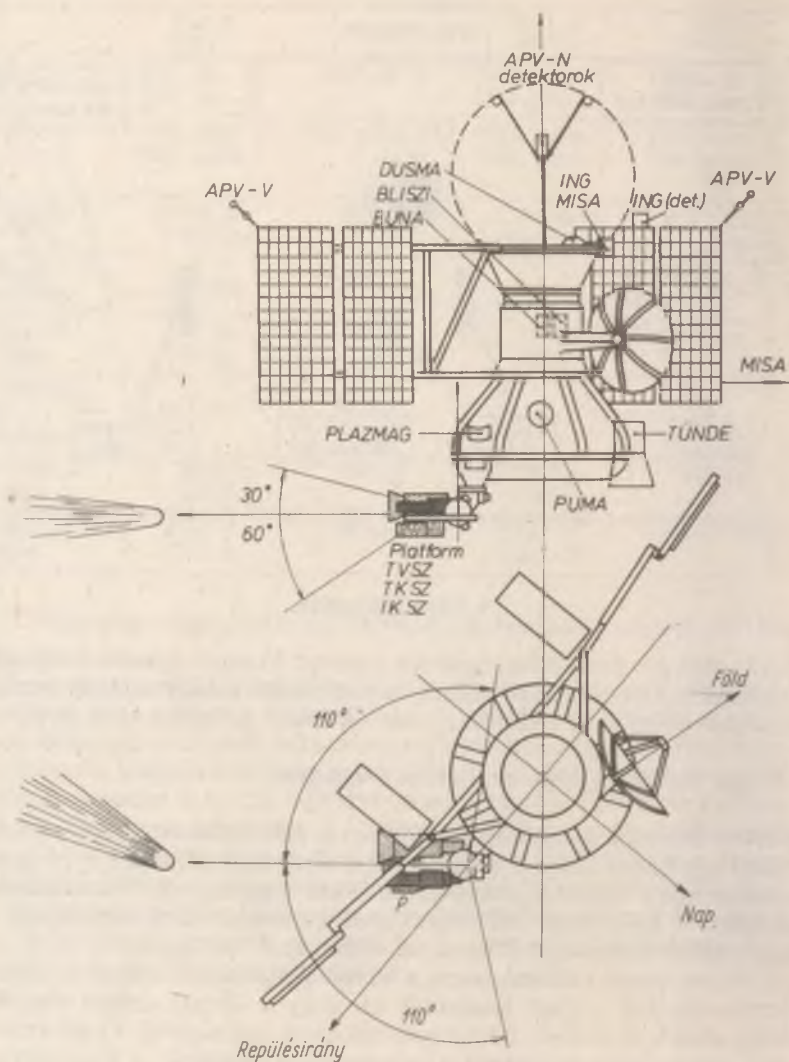
### A Vega űrszondák

Szerkezetük (2a ábra) erősen hasonlít a szovjet Venyera szondák harmadik nemzedékére. Két fő részből állnak: a gömb alakú tartályban levő leszálló egységből (~ 1,5 t) és a szállító egységből, amely az üstökös felé repül.

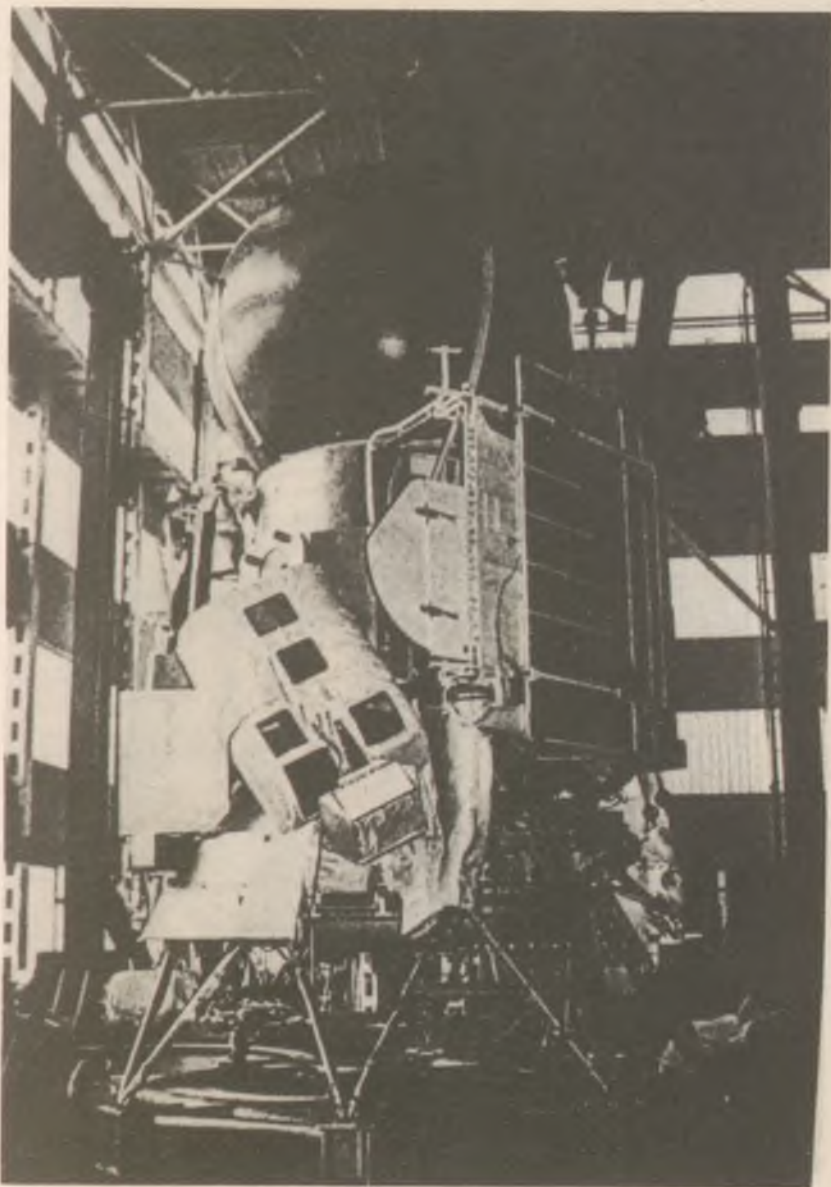
#### A Vegák leszálló egységei és kutatási programjuk

A 2,4 m átmérőjű gömb alakú tartályban a már jól bevált leszálló egység mellett egy újfajta *ballonos mérőszondát* is elhelyeztek (3. ábra). A 25 kg-os ballonszonda a Vénusz légkörében, kb. 55 km magasságban 48 órán keresztül mérte 5 kg tömegű műszerparkjával a hőmérsékletet, a nyomást, a függőleges szélességet és az aeroszolrészecskék sűrűségét.

A ballonszonda rádiórendszere a mérési adatokat *közvetlenül* a Földre közvetítette. Ezt a tényt használták ki, hogy a Vénusz mellett elrepülő Halley-szonda és a földi rádiótávcső-hálózatok segítségével, *VLBI-technikával* igen pontosan megmérjék a ballonszondák mozgását. A Vega-ballonszonda VLBI-méréseben a hat állomásból álló szovjet rádiótávcső-rendszer és egy tizenkét állomásból álló, a franciák által szervezett vevőrendszer vesz részt. (Utóbbi gerincét a NASA űrszondairányító hálózata alkotja és részt

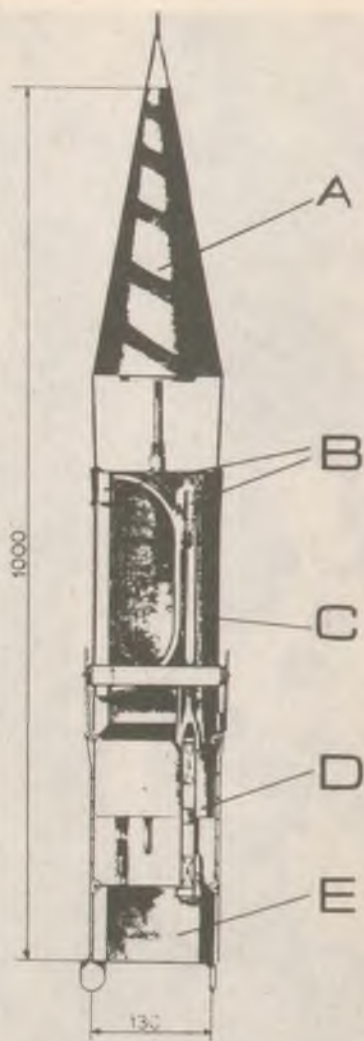


2a ábra. A Vega űrszondák szerkezete és a tudományos műszerek, valamint a szolgálati berendezések elhelyezkedése



*2b ábra. Vega szonda a szerelőcsarnokban*



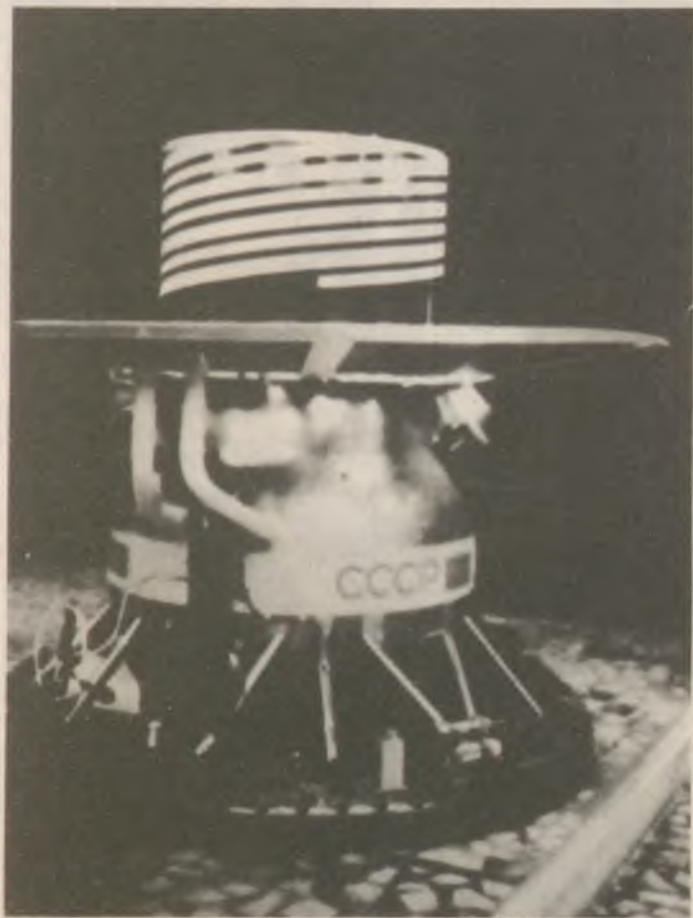


3. ábra. A Vega ballonszondák felépítése

vett a vételben az arecibói 300 m átmérőjű, valamint az effelsbergi 100 m-es rádiótávcső is.)

A leszálló egység (4. ábra) műszerei, illetve mérőberendezései a következők:

- ultraibolya spektrométer,
- gázkromatográf,
- röntgenfluoreszcens spektrométer,



4. ábra. A Venyera—13, —14 leszálló egysége, ehhez hasonló a Vega szondák Vénusz felszínére leereszkedő mérőegysége

- tömegspektrométer,
- hőmérséklet- és nyomásmérő.

A leszálló egységek magukkal vittek egy, a Venyera—13-on és —14-en használthoz hasonló *fúróberendezést* (5. ábra) is. Az ezzel a berendezéssel vett *talajminta* kémiai összetételét a szonda a helyszínen analizálta.



5. ábra. A Vega leszálló egységein látható függőleges fúrószerkezet a talajminta vételére szolgál

## *A Vega-program Vénusz-kutatási feladatai az alábbiak voltak:*

A Vénusz légkörének vizsgálata:

- felhőstruktúra,
- kémiai összetétel,
- víztartalom,
- hőmérséklet,
- nyomás,
- sűrűség.

A légkör mozgásának (*szuperrotáció*) tanulmányozása:

- a felhőmozgás,
- a függőleges és vízszintes szélességek mérése VLBI-technikával.

A Vénusz felszínének vizsgálata:

- talajmintavétel fúrással,
- összetétel-meghatározás,
- hőmérséklet,
- nyomás,
- szélesség,
- fényszórás és abszorpció.

## *A Vegák Halley-szondái*

A korábbi Venyerák szállító egységéhez képest a Halley-szondát jelentősen áttervezték: kétszer akkora a napelemtáblák felülete, a háromtengelyes irányzórendszer, amely a Földre, a Napra és a Canopus csillagra állítja be a szonda helyzetét, szintén új, gyorsabb és nagyobb teljesítményű az adatközvetítő (telemetriai) rendszer, új a hűtőegység és lényegesen nagyobb a pályakorrekcióhoz szükséges hajtóanyag-tartalék. Ezeket az újdonságokat 1983/84-ben már alkalmazták a Vénusz körüli pályára állított Venyera—15, —16 űrszondákon. A Vegáknak még egy területen kell helytállniuk: igen hosszú ideig, majdnem másfél évig kell üzemelniük. Ezt a hosszú működést próbálták ki a Venyera—13, —14, —15, és —16 űrszondákkal.

A Vega szondákon megnövelték a Földre közvetítő parabolaantenna átmérőjét is, mintegy 2,5 m-re. Az üstökös légkörében levő részecskékkel történő találkozáshoz az űrszondákat egy *ütközéshárító porvédő pajzs*sal látták el. Ez a pajzs két, egymástól néhány cm-re levő vékony alumíniumrétegből áll, az első réteget átütő részecskék a második réteget már nem tudják átlyukasztani.

Lényeges újdonság a Vega szondák *elforduló platformja* (2b. ábra). Ezen helyezték el az üstökös vizsgálatára szánt legfontosabb optikai műszereket. A Vega Halley-szondákon elhelyezett tizenkét tudományos és három szolgálati berendezést négy fűcsoportba sorolhatjuk:

Az optikai, távmérő berendezések, amelyek a platformon helyezkednek el, az üstökös magjára néznek (5. színes kép):

- televíziós rendszer (TVSZ),
- háromcsatornás spektrométer (TKSZ),
- infravörös spektrométer (IKSZ).

A becsapódást érzékelő műszerek a szonda mozgásirányának megfelelően „előre”-néznek:

- portömeg-spektrométer (Puma),
- porszemcse-számláló (SZP-1),
- porbecsapódás-számláló (SZP-2),
- semlegesgáz-tömegspektrométer és porspektrométer (ING + Dusma).

Plazmafizikai műszerek:

- ion- és elektron-spektrométer (Plazmag),
- energikus részecskedetektor (Tünde),
- magnetométer (Misa),
- kisméretű hullámdetektor (APV-N),
- nagyfrekvenciás hullámdetektor (APV-V).

A mérőműszerek szolgálati egységei:

- automatikus, stabilizált platform (ASZP-G),
- parancsvevő és -szétosztó (Buna),
- központi mérésiadat-gyűjtő egység (Bliszi).

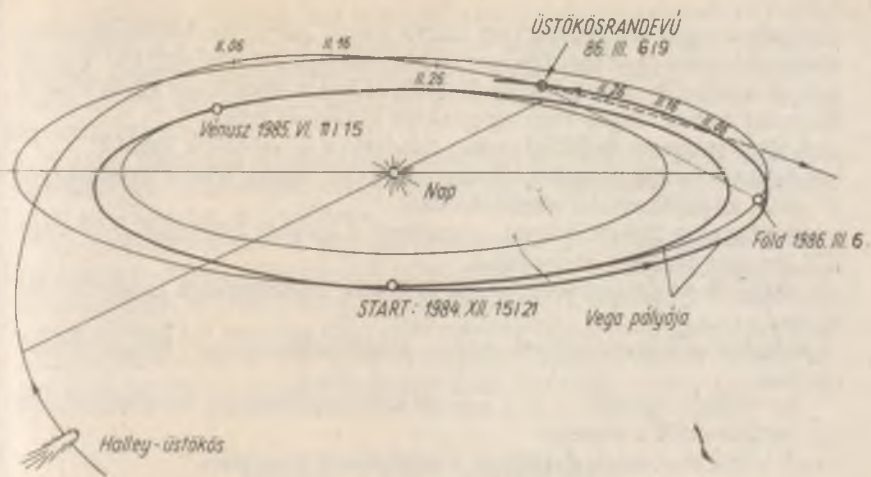
### A Vega szondák pályája

A Vega szondákat 1984. december 15-én és 21-én indították a Bajkonur űrrepülőtérrel Föld körüli parkoló pályára, majd onnan a Vénusz bolygó felé kb. 180 napig tartó útra (6. ábra). A Vénusz megközelítése előtt két nappal a Vegákról levált a leszállóegység.

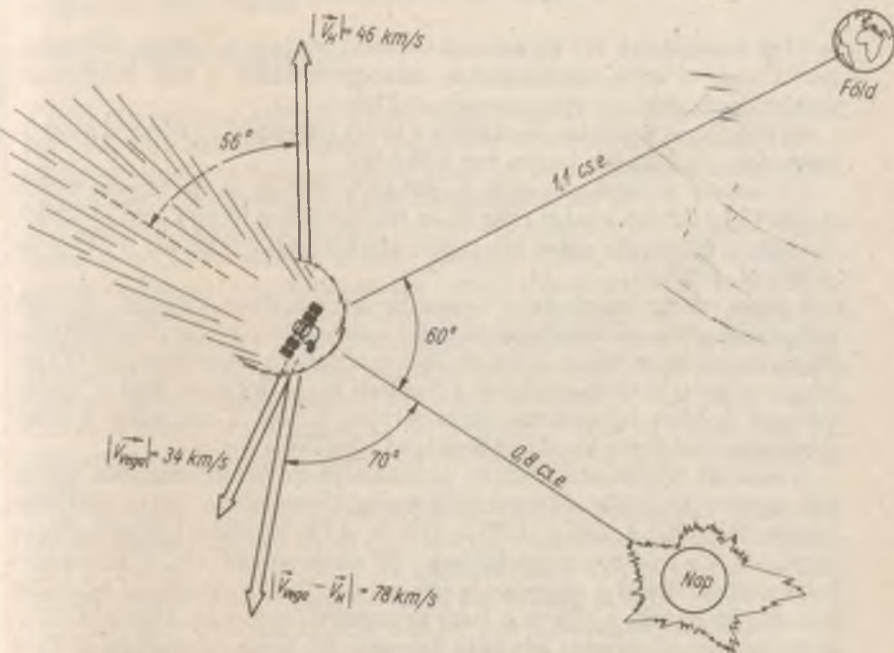
A Vegák leszálló egységei 1985. június 11-én és 15-én beléptek a Vénusz légkörébe és részben ejtőernyős, részben pedig légköri fékezés után *simán leszálltak* a felszínre. Ezúttal azonban nem a Nap által megvilágított, hanem az éjszakai oldalra, az Aphrodite-föld keleti felére, az egyenlítő közelébe (Vega—1:  $\varphi = 7,2^\circ$ ,  $\lambda = 177,6^\circ$ ; Vega—2:  $\varphi = -6,5^\circ$ ,  $\lambda = 181,1^\circ$ ).

A leszálló egységek a légkörbe kibocsátották a kis méretű ballonokat, így VLBI-technikával az elrepülő egységről és a Földről követni lehetett légkörbeli mozgásukat, azaz közvetlenül mérhetővé vált a légkör „szuperrotációs” forgása.

A Vegák Halley-szondái a Vénusz felett (39 000 és 24 500 km) repültek el, s majdnem egy teljes keringést végeznek a Nap körül, mikorra 443 napos repülés után (a tervek szerint) 1986. március 6-án 3 óra UT-kor az első szonda mintegy 10 000 km-re megközelíti a Halley-üstökös magját, mélyen berepülve annak légkörébe a Nap által megvilágított oldal felől (7. ábra).



6. ábra. A Vega szondák pályája



7. ábra. A Vega szondák üstökösközelésének geometriája

Az első szondát kb. három nap múlva követi párja. Az üstökösrandevú idején a szondák és az üstökös egymáshoz viszonyított sebessége kb. 78 km/s lesz. A találkozás után a Halley-üstökös 46 km/s sebességgel kifelé repül a Naprendszerből, míg a Vega szondák 34 km/s-mal befelé.

A Vega program üstökös-kutatási feladatai a következők lesznek:

- Az üstökös-mag vizsgálata: forma, szerkezet, méret, felszín tanulmányozása, anyagösszetétel meghatározása.
- A mag és a légkör (kóma) kapcsolata: a magból kiáramló „ős-” vagy „anyamolekulák” azonosítása.
- A légkör porszemcséi méretének és kémiai összetételének meghatározása.
- A légkör gázösszetevőjének, az ún. „leánymolekuláknak” kémiai vizsgálata.
- Az üstökös-ionoszféra és a napszél kölcsönhatásának tanulmányozása (magnetoszféra mérése).
- A kóma és a osóva dinamikai jelenségeinek vizsgálata.

### A Vega szondák rádióközvetítései

A Vega szondáknak két függetlenül üzemelő telemetriai (rádióadó-) rendszerük van: a *lassú rádiócsatornán* másodpercenként 3 kbit információ továbbítható, míg a *gyors csatornán* 65 kbit.

Az ellenőrzési üzemeket leszámítva a gyors telemetria az üstökös megközelítésekor az alábbiak szerint fog működni:

Két nappal a találkozás előtt (—48<sup>h</sup>-tól —46<sup>h</sup>-ig) és egy nappal előtte (—24<sup>h</sup>-tól —22<sup>h</sup>-ig) két-két órán át, a találkozáskor három órát (—2<sup>h</sup>-tól +1<sup>h</sup>-ig), a találkozás utáni két napon két-két órát (+22<sup>h</sup>-tól +24<sup>h</sup>-ig és +46<sup>h</sup>-tól +48<sup>h</sup>-ig).

A lassú telemetriai rendszer háromféle üzemmódban dolgozik: Az első pályaszakaszban, a *Földről az üstököshöz való repülés*kor négy műszer (ING, Plazmag, Tünde és Misa) működik, ezek méréseit kis adatsűrűséggel (3 kbit 20 percenként) a Bliszi-rendszer a fedélzeti magnetofonon rögzíti, amely összesen 5 Mbit információt képes tárolni. Ezeket a méréseket a lassú telemetriai csatornán kb. 20 naponként közvetítik a Földre.

A második pályaszakaszban, az *üstökösmegközelítés* időszakában (előtte két naptól a találkozás utáni második napig) kilenc műszer (ING, Plazmag, Tünde, Misa, IKSZ, SZP-1, SZP-2, APV-N, APV-V) adatai húszpercenként rögzítődnek a fedélzeti magnetofonon. Ez alkalmanként kb. 77 kbit információt jelent. Mivel a magnetofon így egy nap alatt megtelik, az adatokat naponta közvetítik a Földre a lassú telemetriai csatornán. Ugyanakkor a gyors telemetria naponta két órán keresztül 65 kbit/s sebességgel küldi a Földre valamennyi, tehát tizenkét műszer pillanatnyi mérési eredményét.

A *találkozáskor* három órán keresztül a mérési adatok azonnali közvetítése történik a Földre, a gyors telemetriai csatornán. A lassú telemetria közben az egyes tudományos műszereket a második pályaszakaszhoz hasonló módon kérdezi le, de közbülső tárolás nélkül, közvetlenül továbbítja az adatokat a Földre.

A lassú telemetria mindhárom üzemmódja során az egyes tudományos berendezések technológiai adatait (hőmérséklet, feszültség, teljesítményfelvétel stb.) is gyűjti és továbbítja.

Az ürrepülés során az első pályaszakaszon a mérési adatok az IKI (Moszkva)—KFKI (Budapest) közötti telefonvonalas számítógép-kapcsolaton keresztül jutottak a KFKI-be tudományos feldolgozásra. A találkozás idején a televíziós rendszer nagy információtartalma miatt geostacionárius műhold közvetítésével a KFKI-ban telepített Moszkva típusú vevőállomáson keresztül létrejövő számítógép-kapcsolat biztosítja majd az adatátvitelt.

### Műszerek a Vegák Halley-szondáin

A szondákon elhelyezett műszerekre vonatkozó részletesebb adatokat a 2. táblázatban tüntettük fel.

#### Optikai, távmérő berendezések

A televíziós rendszer (TVSZ) kettős feladatot lát el: egyrészt képeket készít (és továbbít a Földre) az üstökös magjáról, környezetéről és kómájáról a különféle színekpartományokban, másrészt az üstökösrag automatikus követéséhez szükséges platform-vezérlőjeleket biztosítja.

A platform irányítása digitális, illetve analóg módon is történhet. Alapállapotban a CCD-érzékelők képéből kapott irányba, illetve (az utolsó percekben) a folyamatos pályaszámítás alapján előrejelzett irányba és szögsebességgel történik a platform mozgatása. Az üstökösrag felismerésének hiányában a digitális vezérlés történhet a beégetett, illetve földi számparancssal korrigált pályaelemek alapján. Földi parancsra vagy meghibásodás esetén a szonda automatikusan az analóg vezérlésre tér át, amely vagy a CCD-ből televíziós üzemmódban 0,1 s-onként kiolvasott képek, vagy egy nyolcszögletes csillagadó (fényérzékelő) segítségével állítja elő a vezérlőjeleket.

Az üstökösfelismerés és a részletes megfigyelés ellentmondó követelményeinek kompromisszumaként egy *kis-* és egy *nagylátószögű kamerát* tartalmaz a rendszer (8—10. ábra). A kamerákban a fény prizmával elosztva két-két érzékelőre jut. A nagylátószögű kamerában az egyik CCD működik televíziós üzemmódban. A többi CCD-érzékelő elektromechanikus zár mögött helyezkedik el, és képei a két mikroprocesszort tartalmazó elektronika-

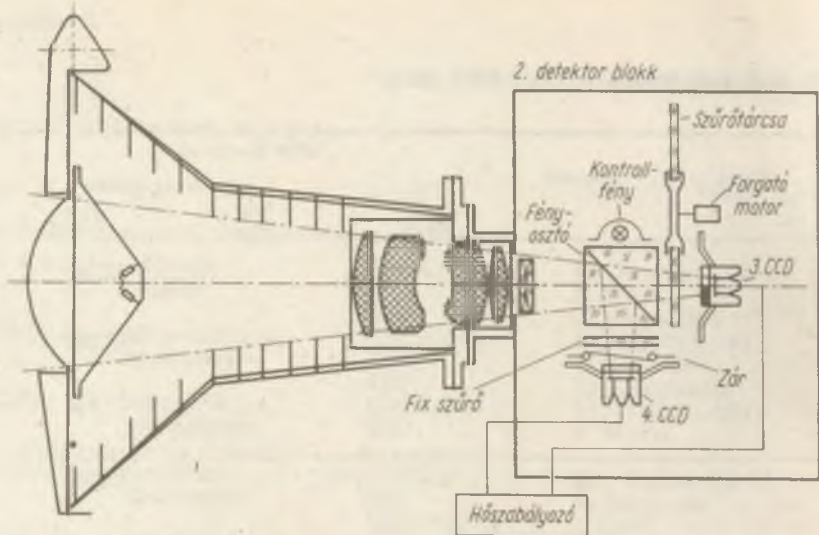


## A Vega Halley-szondák mérőműszereinek

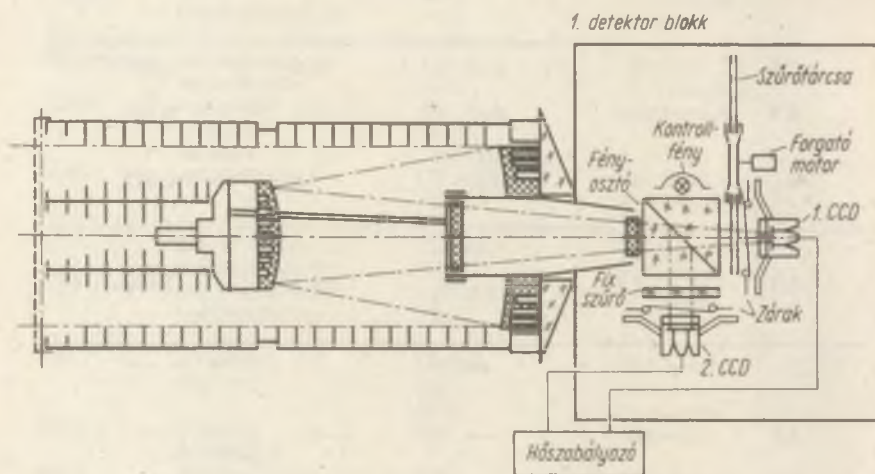
Műszer			
jele	neve	gyártója	Vezető kutatók
TVSZ	televíziós rendszer	CNÈS (Fr.) Mo. SZU	P. Cruvelier Szabó L. G. Avanyeszov
TKSZ	háromcsatornás spektrométer	CNÈS (Fr.) Bulg. SZU	G. Moreels M. Gogosev Krasznopolszkij
IKSZ	infravörös spektrométer	CNÈS (Fr.) SZU	J. F. Crifio V. Moroz
Puma	portömeg-spektrométer	CNÈS (Fr.) SZU MPI (NSZK)	J. L. Bertaux R. Szaggyejev J. Kissel
SZP—1	porszemcse-számláló	SZU	O. Vajsberg
SZP—2	porbecsapódás-számláló	SZU	E. Mazec
ING és Dusma	semlegesgáz-tömegspektrométer; porspektrométer	Mo. MPI (NSZK) SZU	Somogyi A. E. Keppler V. Afonyin Simpson
Plazmag	ion-elektron-spektrométer	Mo. SZU	Gombosi T. K. Gringauz
Tünde	energikus-részecske-detektor	Mo. SZU MPI (NSZK)	Somogyi A.
Misa	magnetométer	OTA (Ausz.) SZU	W. Riedler E. Jerosenko
APV—N	kisfrekvenciás hullámdetektor	Csehszl. SZU	J. Vojta S. Klimov
APV—V	nagyfrekvenciás hullámdetektor	CNÈS (Fr.) SZU	C. Beghin Molcsanov
ASZP—G	forgatható platform	Csehszl. Mo. SZU	B. Valniček Szalai S. G. Szaszin
Bliszi	központi adatgyűjtő	Mo.	Gschwindt A.
Buna	parancsfelvevő	SZU	B. Novikov

## és szolgálati berendezéseinek főbb adatai

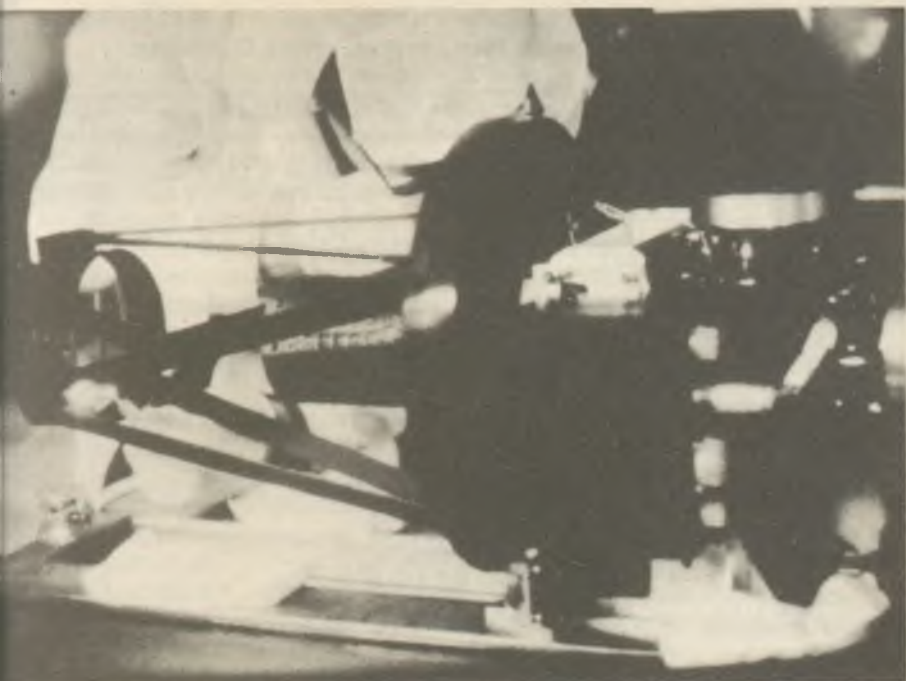
Tömeg (kg)	Teljesítmény (W)	Telemetria sebessége		
		első lassú (bit/s)	második pályaszakasz lassú (bit/s)	gyors (K bit/s)
31	24	—	—	32,768
14	25	—	—	12,288
18,5	15	—	3,6	2,048
14,5	20	—	—	10,240
1,9	2	—	1,8	0,150
3	3	—	1,8	1,024
7	7,5	0,3	0,9	1,024
7,5	8	1,35	12,6	2,048
4,9	5,4	0,45	5,4	0,512
4	5	0,45	1,8	0,512
5,7	7,5	—	34,2	2,410
25	40	—	—	—
8,5	11	—	—	—
8,5	9	—	—	—



8. ábra. A Vega Halley-szondák kislátószögű, azaz nagy felbontású tv-kamerájának vázlatja



9. ábra. A Vega Halley-szondák nagylátószögű, azaz kis felbontású tv-kamerájának vázlatja



10. ábra. A nagyfelbontású kamera távcsöve (balra) és magyar fejlesztésű érzékelő és vezérlő elektronikája (jobbra)

ban kerülnek feldolgozásra. A tv-rendszer főbb paraméterei a 3. táblázatban találhatóak.

A háromcsatornás spektrométer (TKSZ) ultrabolya, látható és infravörös tartományban vizsgálja az üstököscsóva és -kóma kémiai összetételét, a kóma gázmolekuláinak sebesség és sűrűség szerinti eloszlását az üstökös-mag közelében. Mindhárom csatorna érzékelői egy közös, Cassegrain-típusú teleszkóp mögött helyezkednek el (a főtükör fókusztávolsága 500 mm, a rendszer szabad átmérője 140 mm). A segéd-tükör egy letapogató rendszeren nyert elhelyezést, ami kétdimenziós képek készítését teszi lehetővé. A berendezés további paraméterei a 4. táblázatban láthatók.

Az infravörös spektrométer (IKSZ) feladata a gáz- és porrészecskék kémiai összetételének vizsgálata, továbbá az üstökös-mag méretének, emisszióképességének és hőmérsékletének meghatározása. Az első feladat megoldását két spektroszkópiai csatorna, a másodikat egy képfelvévő csatorna biztosítja. A berendezés főbb paramétereit az 5. táblázatban tüntettük fel.

## A Vega Halley-szondák televíziós rendszerének főbb adatai

	Kislátószögű kamera	Nagylátószögű kamera
Optika típusa	Ritchey-Chréien tükrös	lencsés
Fókusz távolság	1200 mm	150 mm
Fényerő	1 : 5	1 : 3
Látószög	26,4x39,6	3°30'x5°15' 3°30'x2°38'
Felbontó képesség	3,1" x4,1"	25" x33"
Fényérzékelő CCD	512x576 elemű CCD	512x576 elemű CCD
Szűrők	8 elemű fix 50—1050 nm 630—760 nm	fix 8 fokozatú 630—760 nm 630—760 nm
Expozíciós idő	elektromechanikus	elektronikus
Fedélzeti feldolgozás	két mikroprocesszoros, azonos hozzáférés mindhárom csatornához	analóg-digitális feldolgozás
Képtovábbítás	128 x 128 elem a követési irányra szimmetrikusan, centrális négy 128x128 elemű kép; a teljes kép 16 részletben; végszűzében közvetlenül a CCD-ről 512 x 512 képelem	minden negyedik képelem
Platformvezérlés	a közeli szakaszban szögsebesség-vezérlés előrejelzéssel	relatív szög helyzet-vezérlés

## A háromcsatornás spektrométer adatai

	Ultraibolya	Látható	Infravörös
Sávszélesség (nm)	120—320	350—900	900—1700
Spektrális felbontás (nm)	0,3	0,8	9,0
Szögfelbontás	7'x8'	7'x8'	6'x60'
Detektor	lineáris CCD	lineáris CCD	Ge-fotodióda

## *A port és semleges gázokat vizsgáló (becsapódást érzékelő) műszerek*

*A por-tömegspektrométer (Puma)* a  $0,1\text{--}1\ \mu\text{m}$  nagyságú porrészecskék összetételét méri az  $1\text{--}110$  atomi tömegegység-tartományban,  $\Delta m = m/200$  relatív pontossággal. A berendezésben a beérkező porrészecskék egy ezüst céltárgyba ütköznek, ahol az ütközés hatására kialakuló plazmafelhő a céltárgy és a porrészecske ionjaiból áll. A plazmából  $1,5\ \text{kV}$  feszültséggel kivont ionok gyorsítás után egy repülési-idő-analizátorra jutnak, és így a becsapódó részecskék tömege meghatározhatóvá válik.

*A porszemcse-számláló (SZP-1)* egy nagy felületű ( $100\ \text{cm}^2$ -es) arany céltárgyat és két gyűjtőelektródát tartalmaz. A becsapódó részecske okozta plazmafelhőből a két elektróda az elektronokat és az ionokat gyűjti össze. A plazmafelhőből nyert teljes töltés arányos a becsapódó porrészecske teljes tömegével. Ily módon a beérkező porrészecskék tömegeloszlása a  $10^{-18}\text{g}\text{--}10^{-12}\text{g}$  tartományban meghatározható.

*A porbecsapódás-számláló (SZP-2)* detektora egy fémlemezre szerelt piezoelektromos kristály. A becsapódó porrészecske rezgésbe hozza a fémlemezt, ezt a rezgést a piezokristály detektálja. A rezgés amplitúdója a becsapódó részecske impulzusától függ, mivel azonban a részecskék sebessége közel azonos az űrszonda és az üstökös relatív sebességével, azaz  $78\ \text{km/s}$ -mal, az amplitúdó a részecske tömegével arányos. A relatív sebességvektor irányába néző detektor a  $10^{-11}\ \text{g}$ -nál nagyobb tömegű részecskéket képes érzékelni.

*A semlegesgáz-tömegspektrométer (ING)* esetén a belépő semleges gázmolekulákat egy erős elektrosztatikus tér (kb.  $10^8\ \text{V/cm}$ ) ionizálja. Az ionok adott energiára történő gyorsítása után egy  $10\ \text{cm}$  hosszú repülési-idő-analizátorba jutnak. Az adott energiából és a mért repülési időből a sebesség-

5. táblázat

### Az infravörös spektrométer adatai

---

#### Teleszkóp

típusa Ritchey-Chrétien  
érezkélő felülete  $129\ \text{cm}^2$   
fókuszávolsága  $538\ \text{mm}$   
látószöge  $1^\circ$

---

#### Spektrális érzékenység

1. csatorna  $2,5\text{--}5\ \mu\text{m}$  (SSC)
2. csatorna  $6\text{--}12\ \mu\text{m}$  (LSC)
3. csatorna  $7\text{--}14\ \mu\text{m}$  (IMC-képfelnevő)

---

#### Spektrális felbontóképesség

$\Delta\lambda = \lambda/50$  a két (1. és 2.) spektroszkópiai csatornában

---

#### Detektorok

$80\ \text{K}$ -re hűtött HgCdTe

---

illetve a tömegeloszlás meghatározható. Ily módon tanulmányozható az interplanetáris tér és az üstökösökoma semlegesgáz-összetétele.

A *porspektrométer (Dusma)* az üstökös környékén található por összetételét méri. Az érzékelője egy *elektrétfólia*, amely a porszemcse becsapódásakor annak energiájával arányos villamos impulzust ad ki. Az impulzusokat egy egyszerű számláló energiaintervallumonként összeszámolja. Az érzékelő — működési elvéből következően — érzékeny a rázkódásra, ezért melléépítettek egy kis méretű zárt, ún. *vétődetektort*, amely rázkódás esetén letiltja az érzékelő jeleit. A Dusma az ING készülék telemetriai egységén keresztül adja ki az adatait, mintegy „belecsempészve” azokat az ING által ki nem használt időbe.

### Plazmafizikai műszerek

Az *ion- és elektronspektrométer (Plazmag)* öt detektoregységet tartalmaz (6. színes kép):

- egy, a relatív sebességvektor irányába mutató elektronikus analizátor az *üstökös eredetű ionokat* analizálja a 15 eV—3500 eV tartományban,  $\Delta E = E/25$  felbontással,
- egy, a Nap felé orientált elektrosztatikus analizátor a *napszél ionjait* analizálja az 50 eV—250 000 eV tartományban,  $\Delta E = E/50$  felbontással,
- egy harmadik, a Napra merőleges irányítású elektrosztatikus analizátor az *elektronok energiaspektrumát* méri 3 eV—5000 eV között,
- két hengeres fékezőrácsos analizátor (az egyik a Napra, a másik a relatív sebességvektorra irányítva) a *napszél-, illetve az üstökös eredetű ionok teljes fluxusát* méri.

Az *energikus részecskedetektor (Tünde)* két azonos felépítésű, egymással 35°-os szöget bezáró félvezető detektort és egy antikoincidenciába, „elleneseményűségbe” kapcsolt szcintillációs detektort tartalmaz.

A berendezés a 20keV/nukleontól néhányszor 10 MeV/nukleonig terjedő energiatarományban ionok, a kb. 0,5 MeV-től néhány MeV-ig terjedő tartományban az *elektronok energia és részecskefajta szerinti analizisét* végzi. Segítségével az üstökös eredetű és gyorsított ionok, az üstökös magból kibocsátott „szupertermikus” elektronok és ionok, valamint a galaktikus kozmikus sugárzás energiaeloszlása tanulmányozható.

A *magnetométer (Misa)* feladata a mágneses tér konstans és kisfrekvenciás komponenseinek mérése a bolygóközi térben és a napszél—üstökös kölcsönhatási zónában. A *mágneses tér három térbeli komponensét* mérő érzékelőegységek a napelemekhez rögzített, 5 m hosszú rúd külső végén helyezkednek el. Ezekről az érzékelőktől 1,5 m-re van felszerelve egy egykomponensű, kalibrációs célt szolgáló detektor.

A *kisfrekvenciás hullámdetektor (APV-N)* dipóltechnikával méri az *elektromos potenciálkülönbséget* az űrszondától elszigetelt 5 m-es rudak végén

elhelyezett detektorok között, a 0,1—100 Hz tartományban,  $10\mu\text{V}/\text{m}$  érzékenységgel. A berendezés egy Faraday-csapdát is tartalmaz a plazmasűrűség-változás mérésére.

*A nagyfrekvenciás hullámdetektor (APV—V).* A napelemek szélére szerelt rudak végén elhelyezett detektorok 11 m-es bázistávolságon mérik az elektromágneses tér változását három frekvenciatartományban: 0—0,1 Hz és 0,1—8 Hz között lineárisan, a 8 Hz—300 kHz tartományban 16, logaritmikusan elhelyezett sávban. A berendezés érzékenysége  $0,1\ \mu\text{V}/\text{mHz}^{1/2}$ , dinamikája 70 dB. A rudakon féltávolságban elhelyezett Langmuir-detektorok a plazmasűrűség eloszlását a  $10\text{—}10^5\ \text{cm}^{-3}$ , hőmérsékletét a 0,1—5 eV tartományban mérik.

### *Az űrszonda szolgálati berendezései*

*Az automatikus, stabilizált platform (ASZPG).* Igen szigorú követelményeknek kell eleget tenni, hogy feladatának megfelelhessen. (Az üstökösmező közelítés és az üstökös mellett való elhaladás különböző fázisaiban a rászerelt optikai eszközöket ez a berendezés fordítja az üstökös felé.)

A platformnak az indítástól csaknem 430 napig „becsukott” pozícióban kell lennie, s csak az utolsó pályakorrekció után veszi fel az üzemi pozíciót. Ebben az állapotban a platformnak az űrszonda pályasíkjában  $\pm 110^\circ$ , míg erre merőlegesen  $+30^\circ$  és  $-60^\circ$  közti elmozdulást kell biztosítania.

A találkozáskor, a tervezett 10 000 km-es távolságú elhaladásnál, a megfigyelőműszerek optikai tengelyét közel  $0,5^\circ/\text{s}$  szögsebességgel kell forgatni ahhoz, hogy azokban ne elmosódott, hanem álló kép jöhessen létre.

*A parancsvevő és -szétosztó egység (Buna)* végzi a telemetriai csatornán keresztül érkező egyedi parancsok kódolását, valamint a számparancsok formálását és a többi fedélzeti berendezés felé való szétosztását, illetve továbbítását. Az egyszerű, önmagában is redundáns felépítésű, nagyrészt jelfogós hálózatú berendezés a megbízhatóság fokozása érdekében teljes hidegtartalékkal rendelkezik.

*A központi adatgyűjtő (Bliszi)* az egyes tudományos berendezésektől összegyűjtött és blokkokba rendezett információt továbbítja a lassú és gyors telemetriai egységek felé. A viszonylag egyszerű felépítésű SSI és MSI integrált áramkörököt tartalmazó berendezés kétszeres hidegtartalékkal rendelkezik.

Az egyes tudományos műszerek elhelyezését az űrszondán a 2. ábra szemlélteti.



## Magyar részvétel

A Vega űrkísérletet egy nemzetközi tudományos-műszaki tanács irányítja, melynek — a részvétel arányainak megfelelően — nyolc szovjet, ötöt francia és magyar résztvevője, további egy-egy tagja van a többi országból. Az operatív műszaki irányítást az egyes országok képviselőiből álló műszaki vezetőség végzi.

A magyar fél a Vega űrkísérletben:

- a központi adatgyűjtő (Bliszi),
- a Plazmag spektrométer,
- a Tünde részecskedetektor,
- a televíziós rendszer (TVSZ)

fedélzeti elektronikus berendezéseinek és földi ellenőrző rendszereinek elkészítését, továbbá

- a semlegesgáz-tömegspektrométer (ING) és
- a porspektrométer (Dusma)

berendezése földi ellenőrző rendszereinek kidolgozását vállalta el.

A műszerek építése közben egy sor váratlan nehézség merült fel, többek között:

- A program megkezdéséig nem rendelkezünk tapasztalatokkal *bolygóközi űrszondák* műszereinek készítése terén. Az ilyen űrszondák műszereivel szemben támasztott műszaki követelmények (rázás-, vákuum-, sugárzásállóság, széles működési hőmérséklettartomány, zajérzékletlenség, nagy megbízhatóság, élettartam stb.) igen szigorúak.
- A televíziós rendszer, de különösen az üstökösfelismerés, platformvezérlés kidolgozásánál nehézséget jelentett, hogy hasonló rendszer tervezésében, elkészítésében és működésének ellenőrzésében sem nekünk, sem együttműködő partnereinknek nem volt tapasztalata. (Hasonló problémával küzdött az ESA Giotto szondája televíziós rendszerén dolgozó csoport is!)
- Utoljára, de nem utolsósorban a *rendkívül rövid határidők*. A tervezés megkezdésétől az indításig még négy év sem állt rendelkezésre. Ez alatt az idő alatt egy laboratóriumi modellt, két technológiai példányt és három repülő példányt, továbbá ezek földi ellenőrző rendszerét kellett elkészíteni, bemérni és kipróbálni. Ez egyrészt igen feszített tempót követelt, másrészt az egyes munkafázisok egymásra csúszását eredményezte, ami érthető módon többletmunkához vezetett.

## A $\delta$ SCUTI CSILLAGOK

A csillagászok évszázadok során számos csillagtípust figyeltek meg, amelyek valamely oknál fogva változtatják fényüket. A változás oka lehet pusztán geometriai eredetű (fedési kettősök), okozhatja a csillag életében bekövetkező hirtelen, robbanásszerűen végbemenő folyamat (nóvák, szupernóvák), de leggyakrabban a csillag anyagának pulzáló mozgása felelős a fényváltozásért. A *pulzáló változócsillagok* közé tartoznak az RR Lyrae csillagok, a cefeidák, a  $\delta$  Scuti csillagok és a fehér törpék.

Valamennyi csoport a Hertzsprung—Russell-diagram egy jól körülhatárolt részén, az *instabilitási sávban* foglal helyet, jelezvén a bennük lejátszódó folyamatok hasonlóságát. Az instabilitási sávon belül a *periódus hossza* határozza meg az egyes csillagtípusok helyét: a  $\delta$  Scuti csillagok a cefeidákkal és a fehér törpékkel szomszédosak, s a fehér törpék után a Galaxis második legnépesebb csoportját alkotják. Megfigyelésük néhány évtizede folyik, mióta a fotoelektromos technika elterjedése lehetővé tette a néhány század magnitúdós változások észlelését, ezred magnitúdós pontossággal.

Annak ellenére, hogy szerte a világon jelentős mennyiségű ismeretet sikerült már felhalmozni a  $\delta$  Scuti csillagokról, egészen a legutóbbi évekig még az elnevezésük körül is heves vita dúlt a csillagászok között. A  $\delta$  Scuti csillagok ugyanis eléggé heterogén csoportot alkotnak. Olyan csillagok is mutatják a  $\delta$  Scuti-jellemzőket, amelyeket más szempontok alapján különálló csillagtípusként jelöltek. Ha jól meggondoljuk, ez a viszonylagos zűrzavar nem is meglepő. Noha a HR-diagram legnagyobb részén a „normális” csillagok vannak többségben, az A—F szinképtartományban, ahol az instabilitási sáv keresztezi a fősorozatot, a rendellenesen viselkedő csillagok inkább törvényszerűséget, mint kivételt jelentenek. A rendellenes viselkedés jelenthet fényváltozást, a mágneses tér változását és színképi anomáliákat.

Mielőtt a  $\delta$  Scuti csillagok részletes ismertetésére áttérnénk, tekintsük át röviden azokat a csillagtípusokat, amelyek a  $\delta$  Scutikkal azonos helyen találhatóak a HR-diagramon, mert a későbbiekben gyakran hivatkozunk rájuk.

## Mágneses Ap-csillagok

Definíció szerint azok a csillagok tartoznak ide, amelyek színképében a Si, Cr, Sr, Eu és más ritka földfémek közül egynek vagy többnek rendellenesen erősek a vonalai. A *rendellenes viselkedés* szinte minden típusát észlelni lehet az Ap-csillagokban. Változik a luminozitásuk, a színük, a színképvonalak és a mágneses tér erőssége. A különböző típusú változások *azonos periódusúak* egy adott csillagon. Találtak Ap-csillagot néhány napos, de néhány évtizedes periódussal is.

Az azonos periódusú változások magyarázatát a legjobban a *ferde rotátor modell* adja meg. E modell alapvető feltevése, hogy a mágneses tér tengelye *szöget zár be a forgás tengelyével*. Ha a csillagon az anyagba „befagyott”, a csillag anyagával együtt forgó mágneses teret feltételezünk, akkor a távoli szemlélő számára a mágneses tér erőssége — a szöget bezáró tengelyek miatt — *változást mutat*. Feltételezés szerint a különböző elemek *foltokban* koncentrálódnak a csillag felszínén, ami a forgás miatt *spektrális változásokat* okoz. Az Ap-csillagok luminozitása és színe a színképükben előforduló vonalak mennyisége és/vagy erőssége miatt mutat változást.

A késői B és korai A típusú csillagok öt-tíz százaléká mutat Ap-jellemzőket. A normál csillagokhoz képest kisebb a kettőscsillagok aránya, és lassabban is forognak. Feltehetően mágneses fékezés révén veszítették el impulzusmomentumuk egy részét.

Újabban néhány hidegebb Ap-csillagban *néhány perces időskálájú fényváltozást* észleltek, amelyek nem-radiális pulzációnak tűnnek. Ennek magyarázatát a *ferde pulzátor modell* adja, amely szerint a pulzáció a mágneses és nem a forgástengely körül szimmetrikus. A pulzáció jelenléte az Ap-csillagokban átfedést jelenthet a  $\delta$  Scuti csillagokkal. Fősorozati csillagok.

## Am-csillagok

Az instabilitási sáv egész területén, a törpéktől a szubóriásokig előfordulnak olyan csillagok, amelyek különleges, *fémvonalas* színképet mutatnak. A hagyományos definíció szerint azon csillagok tartoznak ide, amelyek színképtípusa legalább öt spektrális alosztállyal különbözik a kalcium K vonala, illetve a fémvonalak alapján történő színképosztályozás szerint. Az utóbbi időben differenciáltabb kritériumok alapján a fémvonalas csillagok *három alosztályát* különböztetik meg. Nézzük meg, hogy az osztályozásra használt színképi kritériumok mellett, melyek azok a további jellemvonások, amelyek elválasztják ezt a három csillagcsoportot.

Az *Am-csillagokban* a vas (Fe) és ennél nehezebb fémes elemek a normálnál *nagyobb* mértékben vannak jelen, és a kalcium (Ca) és/vagy szkandium (Sc) a normálnál *kisebb* mértékben észlelhető. Az Am-csillagok is

fősorozati objektumok. Effektív hőmérsékletük 7400 és 10 200 K között van. Nemcsak a spektroszkópiai jellemzőik alapján különböznek azonban a normál A csillagoktól, hanem a kettős rendszerbeli gyakoriságuk és a forgási sebességük alapján is.

Az Am-csillagok többsége (és feltehetően az összes A4-nél későbbi színképtípusú Am-csillag) ugyanis *spektroszkopikus kettős* tagja. Az ismert kettősök kétharmada olyan rendszerben figyelhető meg, ahol a keringési periódus 100 napnál kisebb, míg a normál A csillagoknál a periódusok 100 napnál hosszabbak. A legnagyobb tengelyforgási sebesség, amit Am-csillagoknál észleltek  $\sim 100$  km/s, tehát lassan forognak. Feltehetően az összes késői A típusú csillag, amelyre ez az érték 40 km/s-nál kisebb, fémvonalú csillag.

Azt a kérdést, hogy az Am-csillagok kettősbeli gyakorisága, lassú forgásuk és a spektrális anomáliák között milyen kapcsolat létezik, még nem tisztázták, de azt biztosan állíthatjuk, hogy az *Am-csillagok a fősorozaton nem pulzálnak*. Erre a megfigyelésre még a  $\delta$  Scuti csillagok részletes ismertetése során visszatérünk.

A *gyenge vonalú Am-csillagok* (jelölésük *Am:*) hasonlóak az Am-csillagokhoz, csak a színképi anomáliák kevésbé hangsúlyozottak.

A  *$\delta$  Del csillagok* esetében csak a vasnál nehezebb elemek mutatnak anomáliát, a kalcium a hidrogénhez képest *normális* mennyiségben fordul elő.

Az *Am:* és a  *$\delta$  Del* típusok a *fősorozat fölött* helyezkednek el, a szubóriásiokig a csillagok nagyobb luminozitású csoportját képviselik. A pulzáció szempontjából lényeges különbség mutatkozik ezen két csoport és az Am-csillagok között. Az *Am:* és a  *$\delta$  Del* csoportra jellemző tulajdonságok *nem zárják ki a pulzáció jelenlétét* a csillagban. Több *Am:* típusú csillagban sikerült pulzációs eredetű változást kimutatni, míg a  *$\delta$  Del* csillagok egyik tipikus képviselője, a  $\rho$  Pav (és még több más ilyen csillag is) pulzációs változónak bizonyult. Az elméleti megfontolások alapján a  *$\delta$  Del* csoport minden tagja változó lehet. Valóságban az észlelt  *$\delta$  Del* csillagok 30%-a mutatott változást, 70%-uk a  *$\delta$  Scuti* csillagokhoz hasonlóan  $0^m01$ -nál kisebb amplitúdójú.

A fémvonalú csillagok színképi anomáliáit és a pulzáció jelenlétét, illetve kizárását az egyes csoportokban a *diffúziós elmélettel* magyarázhatjuk, amelyről később részletesen beszélünk. Az *Am:* és a  *$\delta$  Del* csoport közötti különbséget a színképi anomáliákban az okozhatja, hogy az *Am:* csillagok átlagos színe kékebb, mint a  *$\delta$  Del* csoporté. A  *$\delta$  Del* csillagok az instabilitási sáv vörös részén helyezkednek el. Arra a következtetésre juthatunk, hogy a fémvonalú csillagok egy csoportja szintén átfedést mutat a  *$\delta$  Scuti* csillagokkal.

## Törpe cefeidák

A bevezetőben már utaltam arra, hogy az A és korai F típusú változócsillagok elnevezése körül jelentős zavar uralkodott. Így Shmith 1955-ben a rövid periódusú változókat *törpe cefeidáknak* nevezte el. (Ide tartozott a  $\delta$  Scuti csillag is.) A későbbiekben a változás amplitúdója alapján kettéválasztották a csoportot. A kis amplitúdójú, rövid periódusú változókat prototípusuk után  *$\delta$  Scuti csillagoknak* hívták. A  $0^m3$ -nál nagyobb amplitúdójú változókat *AI Velorum, törpe cefeida vagy RR<sub>s</sub> csillagoknak* nevezték. Az újabb vizsgálatok alapján azonban kiderült, hogy a rövid periódusú változócsillagok amplitúdó szerinti osztályozása mesterséges, semmiféle ésszerű magyarázata nincs. Ekkor kezdődött el a vita, hogyan nevezzék a rövid periódusú változók egyesített csoportját. Az egyik javaslat szerint vissza kell térni az eredeti törpe cefeida elnevezéshez. Ez a név azt tükrözi, hogy ezek a csillagok a cefeidák kisebb méretű rokonai. A valóságban azonban ezen csillagok között nemcsak törpék, hanem óriások is vannak. Fölmerült az *ultrarövid-periódusú változók* elnevezés is, de ezt már a fehér törpék változásaira lefoglalták. A rövid periódusú változó nevet szintén nem lehet használni, mivel ez az RR Lyrae csillagokhoz kapcsolódik.

Breger javaslata, mely szerint *a legkevesebb változtatást igénylő nevet* kell elfogadni, ésszerűnek látszik. A változócsillagok általánosan ismert katalógusa az RR<sub>s</sub> nevet ismeri el a nagy amplitúdójú változókra és a  $\delta$  Scuti nevet a kis amplitúdójú változókra, s következőképpen definiálja ezeket a típusokat:

**RR<sub>s</sub>:** RR Lyrae típusú változók 0,21 napnál kisebb periódussal (törpe cefeidák). A korong populációhoz tartoznak, hiányoznak a halmazokban. Luminozitásuk  $2^m$ — $3^m$ -val halványabb, mint az RR<sub>ab</sub> és RR<sub>c</sub> csillagok luminozitása. Tipikus reprezentánsuk — SX Phe.

**$\delta$  Sct:** A (késői alosztályok) és F színképtípusú pulzáló változók, amplitúdójuk nem nagyobb, mint  $0^m1$  (ritkán  $0^m3$ ). A fénygörbe alakja rendszerint erősen változik. Sok tulajdonság alapján hasonlítanak a törpe cefeidákhoz, de különböznek tőlük a kis amplitúdóban. Találtak ilyen csillagokat a Hyadok típusú halmazokban. Hasonlóak az RR<sub>s</sub> típusú csillagokhoz, a periódusuk nem hosszabb 0,2 napnál. Tipikus reprezentánsuk —  $\delta$  Scuti.

Mivel, mint már említettük, az amplitúdó szerinti csoportosítás fizikailag értelmetlen, a két fenti név közül csak az *egyiket* célszerű megtartani. Az észlelések azt jelzik, hogy *a kis amplitúdójú változók egy nagyságrenddel nagyobb gyakorisággal fordulnak elő*, mint a nagy amplitúdójúak. Ily módon a legkevesebb változtatást az jelenti, ha egységesen a  *$\delta$  Scuti* nevet fogadjuk el a változók ezen csoportjára.

Az RR<sub>s</sub> (= törpe cefeida, = AI Vel) csillagok nem alkotnak külön típust, hanem *nagy amplitúdójú  $\delta$  Scuti csillagokként* szerepelnek. Az utóbbi évek vizsgálatai azt is kimutatták, hogy a törpe cefeidák  $\delta$  Scuti csillagok közé

való sorolása nem csupán az elnevezések egyszerűsítése miatt szükséges. Azonos *perióduseloszlást* kaptak mind a törpe cefeidák, mind a klasszikus  $\delta$  Scuti csoportjára. A fotometriai észlelésekből leszámaztatott paraméterek, amelyek a *kémiai összetételre* utalnak, szintén hasonló értékűek mindkét csoportra. Azonos luminozitást feltételezve mindkét csoportra *alacsony (I. populációs) térbeli sebességek* adódnak. Tömegük az  $1\text{--}2,5 M_{\text{Nap}}$  tartományba esik. Mindkét csoport azonos periódus—felszíni nehézségi gyorsulás relációnak engedelmeskedik. Ezen megállapítások fényében elmondhatjuk, hogy a törpe cefeidák többsége normál I. populációs csillag, amely a fejlődés fősorozati vagy fősorozat utáni állapotában van. Gyakorlatilag azonosak a fejlett, hosszabb periódusú  $\delta$  Scuti csillagokkal.

*A rövid periódusú törpe cefeidák* azonban speciális alosztályt jelentenek. (Legalább négy csillag tartozik ide.) Nagy a térbeli sebességük és alacsony a fémtartalmuk. Semmiképpen sem lehet őket I. populációs csillagoknak tekinteni. Két magyarázat lehetséges e fémszegény törpe cefeidák létre:

— Nem I., hanem *II. populációs* fősorozati csillagok. (Az SX Phe pulzációs periódusai, a felszíni nehézségi gyorsulás értéke és a csillag trigonometrikus parallaxisa például kizárja azt a lehetőséget, hogy horizontális ági csillag legyen.) Elfogadva a *fősorozati* fejlődési állapotot, koruk csupán  $\sim 2 \times 10^9$  évnek adódik. Kékebbek, mint a tipikus II. populációs csillagok. Olyan fémszegény csillagok lehetnek, amelyek nemrég keletkeztek a galaxisban, vagy néhány fémszegény csillag fősorozati fejlődése valamilyen oknál fogva késleltetve van. (Erre egy lehetséges magyarázat, hogy a centrális konvekciós zóna kiterjedtebb, mint amivel a standard csillagfejlődési elméletben számolnak, és így a fősorozati állapot tovább tart.) Ezen hipotézis szerint a fémszegény törpe cefeidák a gömbhalmazokban észlelhető „blue stragglerek”, („kék csavargók”) megfelelői a galaktikus mező csillagai között.

— *A fősorozatról elfejlődött csillagok.* A fémszegény törpe cefeidák a fősorozatról nagymértékben elfejlődött, a héliumégés utáni állapotban levő, kis tömegű ( $0,5 M_{\text{Nap}}$ ), II. Populációs vagy öreg I. populációs csillagok, amelyek a fejlődés vörös óriás szakaszában elveszítették tömegük nagy részét. Most a fehér törpe állapot felé fejlődnek tovább, lényegesen alacsonyabb luminozitással, mint ami a normális horizontális ágra megszokott.

Itt jegyzem meg, hogy fémszegény csillagok a kis amplitúdójú  $\delta$  Scuti változók között is vannak (pl. BS Tuc).

## $\delta$ Scuti csillagok

A  $\delta$  Scuti csillagokat először Wright (1900) említette, aki a  $\delta$  Scuti radiális sebességének változását mutatta ki. A fotografikus technika fejlődése miatt egyre jobb észlelések készültek, és 1935-ben már sikerült viszonylag pontos egyidejű radiálissebesség- és fotometriai méréseket kapni a  $\delta$  Scutiról. Meghatározták periódusát és a csillagot a  $\beta$  Canis Maioris változók csoportjában helyezték el. A következő években végzett további észlelések derítették ki, hogy a  $\delta$  Scuti inkább a cefeidákra hasonlít, mint a (forróbb)  $\beta$  Canis Maioris változókra. Walker, továbbá B. Lindblad és Eggen (1953) felfedezte, hogy a DQ Cep és a CC And is hasonló típusú változók. A döntő fontosságú felfedezésre 1956-ban került sor, amikor Eggen a  $\rho$  Pup és a  $\delta$  Del csillagokat észlelte, s világossá vált, hogy az előbbieken említett öt csillag a változócsillagok különálló típusát jelenti.

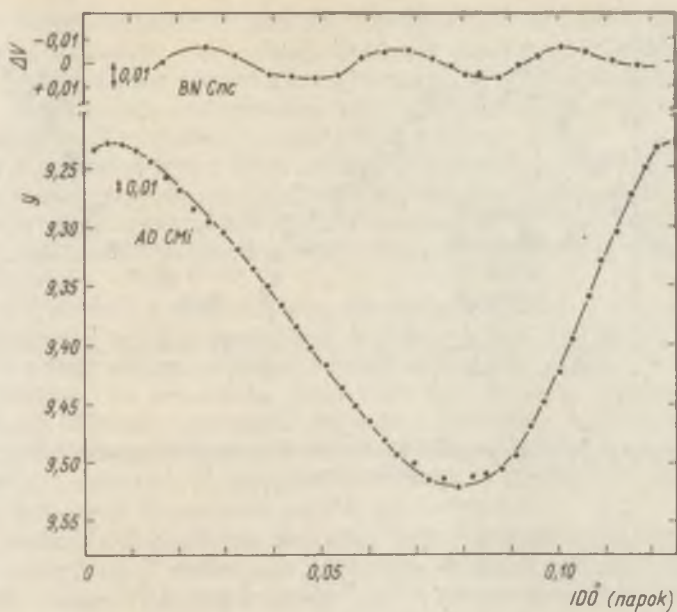
1965 után, a fotoelektromos technika térhódítása során, számos  $\delta$  Scuti típusú csillagot fedeztek fel, és ma már tudjuk, hogy galaxisunkban a fehér törpék után a második legnépesebb csillagtypust képviselik. Megfigyelésük még manapság sem tartozik a legegyszerűbb feladatok közé. A változás amplitúdója általában közel van a kimutathatóság határához, és a többszörös periódusok következtében nullává is válhat. Előfordul, hogy egy csillag, amelyet 4,5 órán keresztül észleltek, egyik alkalommal semmiféle változást sem mutatott, míg más időpontban 3 órás periódust sikerült meghatározni.

### *Általános jellemzőik*

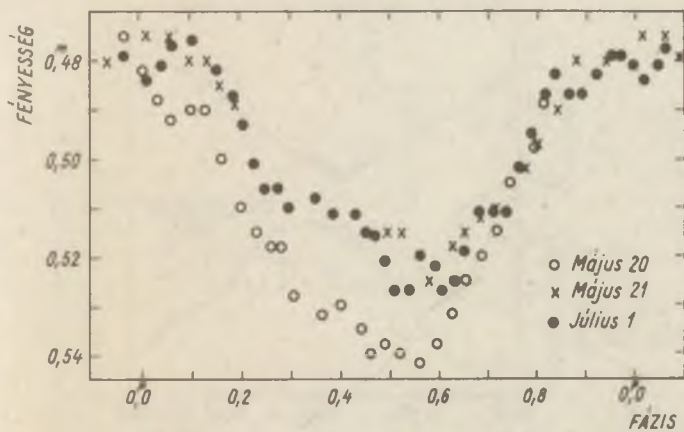
A  $\delta$  Scuti csillagok *rövid periódusú pulzáló változók*, amelyek a cefeida instabilitási sáv kiterjesztésében helyezkednek el. Ez a sáv A2V és F0V között keresztezi a fősorozatot. Pulzációs periódusuk 34 perc és 5 óra között van.

*A fény- és radiálissebesség-változás amplitúdói nagyon kicsik.* A fényváltozás amplitúdója néhány ezred magnitúdótól  $0^m8$ -ig változik (1. ábra); tipikus amplitúdójuk  $0^m02$ . A hőmérsékleti maximumot e csillagok rövid idővel a V-beli fénymaximum előtt érik el. Néhány  $\delta$  Scuti csillagnak nagyon stabil a fénygörbéje ( $\rho$  Pup — 2. ábra), míg más csillagoknál jelentős változások lépnek fel ciklusról ciklusra ( $\delta$  Del — 3. ábra). A radiális sebességek változásának észlelt amplitúdója a 2—30 km/s tartományba esik, s a csillagok többségére 10 km/s-nál kisebb.

A radiális sebesség mérése a  $\delta$  Scuti csillagokban meglehetősen nehéz feladat, és még kevés munkát végeztek ezen a területen. A problémát egyrészt a radiális sebesség változásának kimutatásához szükséges pontosság elérése jelenti, másrészt a színek elkészítéséhez nem használhatunk föl a pulzációs periódus 10%-ánál több időt. Eddig ezért csupán a legfényesebb  $\delta$  Scuti csillagokat tanulmányozták ebből a szempontból.

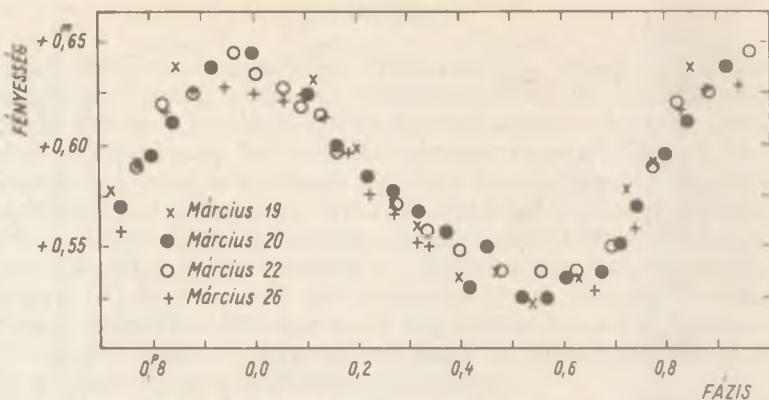


1. ábra. A  $\delta$  Scuti csillagok fényváltozása egy periódus során



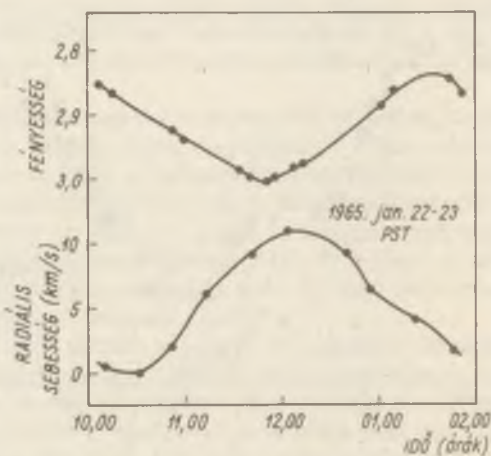
2. ábra. A  $z$  Puppis fénygörbéje igen stabil: az egymást követő észlelések szórása csekély





3. ábra. A  $\delta$  Delphini fénygörbéje némi változást mutat az egymást követő periódusokban

Az egyidejű fotometriai és spektroszkópiai észlelésekből a luminozitás- és a radiális sebesség-változások egymáshoz viszonyított fázisa tipikusan tűnik: a csillag fénymaximuma 0—0,25 ciklussal megelőzi a radiális sebesség minimumát (4. ábra). Az újabb adatok szerint a fáziseltolódás az inverz radiális sebesség és a fénygörbe között az összes  $\delta$  Scuti csillagra állandó (értéke  $\Delta \Theta = 0,09 \pm 0,15$ ).

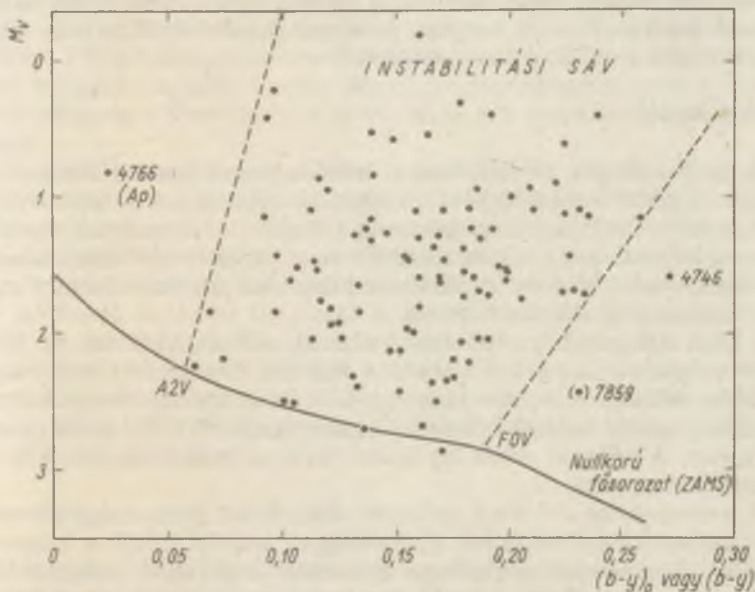


4. ábra. A  $\delta$  Scuti csillagok radiális sebesség-görbéje és fényváltozása

A  $\delta$  Scuti instabilitási zóna kb.  $2^m5$ -val a fősorozat *felett* kezdődik és kiterjed a standard I. populációs fősorozat alá. A legtöbb  $\delta$  Scuti változó *I. populációs csillag*, de mint már a törpe cefeidákról szóló fejezetben említettük, létezik néhány  $\delta$  Scuti csillag, amely a II. populációs csillagokra jellemző *alacsony fémtartalmat és nagy térbeli sebességet* mutat.

A fősorozaton levő  $\delta$  Scuti csillagok jellemzői egy kissé különböznek a felette levő, nagyobb luminozitású  $\delta$  Scutikéitól. A fősorozaton a periódus kb. egy óra és az amplitúdók is általában kicsik ( $0^m02$  vagy kisebb). A fényesebb csillagoknak *hosszabb* a periódusuk és elég gyakran az amplitúdójuk is nagyobb.

Az 5. ábrán a  $\delta$  Scuti csillagok elhelyezkedését látjuk a HR-diagramon. A szaggatott vonal az *instabilitási zóna határát* jelzi. Noha ezen a határon kívül is lehet néhány változó, a pulzáció sokkal valószínűbb az instabilitási zónán belül. Az instabilitási zónán belül levő csillagok harmada-negyede változik  $0^m01$ -val vagy annál nagyobb amplitúddal. Az ábrán látható szaggatott vonalak helyzetét a következő hőmérsékletek jellemzik: kék szél 8800 K a nulla-korú fősorozaton, 8400 K  $M_v = 0^m65$ -nál; vörös szél 7500 K a nulla-korú fősorozaton, 6950 K  $M_v = 1^m7$ -nál.



5. ábra. A  $\delta$  Scuti csillagok a HRD-n

Egyesek úgy vélték, hogy a  $\delta$  Scuti csillagoknak két különálló luminozitási csoportja létezik; az egyik  $M_v = 1,9$ -nél, míg a másik  $M_v = 0,6$ -nál. A gondosabb vizsgálat azonban azt mutatja, hogy a  $\delta$  Scuti csillagok eloszlása a HR-diagramon megfelel a csillagok eloszlásának általában.

### Változik vagy nem változik?

Napjainkig az instabilitási zónában levő csillagok 30%-a bizonyult változóknak. Mivel a  $\delta$  Scuti csillagokra az amplitúdó változásának alsó határát nem fizikai megfontolások, hanem a jelenleg rendelkezésre álló észlelési technika szabja meg, ennek javulásával várható, hogy sok állandó fényűnek hitt csillagról kiderül, hogy valójában változócsillag, csak kicsi az amplitúdója.

Az instabilitási sávban a változó- és nem változó csillagok együtt létezése fölveti a kérdést, hogy egyáltalán miért változik az egyik csillag és miért nem a másik? A HR-diagram e szűk tartománya ugyanis hasonló fizikai paraméterekkel rendelkező csillagokat tartalmaz. Lehetséges-e, hogy megjósoljuk egy csillag változását csupán jellemző fizikai paramétereit ismeretében, anélkül, hogy fénygörbét készítettünk volna róla? Ezekre a kérdésekre ma még, ismereteink jelenlegi fokán nem tudunk egyértelműen igennel felelni, de már vannak fogalmaink arról, hogy mely tényezők közömbösek, és mely tényezők fontosak a pulzáció szempontjából.

### Halmaztagság

A  $\delta$  Scuti csillagok előfordulása a csillaghalmazokban két kérdésre ad választ. Egyrészt a halmaz korából meghatározhatjuk azt az időintervallumot, amelyen belül a  $\delta$  Scuti-jellemzők fellépnek a csillagokban, másrészt választ kapunk arra, milyen szerepe van a pulzáció előfordulásában a csillagok kezdeti kémiai összetételének. E kérdések megválaszolására kiterjedt észlelési programokat végeztek.

$\delta$  Scuti csillagok nagy számban fordulnak elő halmazokban. Az NGC 2264 nyílthalmazban két, a fősorozati fejlődési állapot előtt levő  $\delta$  Scuti csillagot találtak. A halmaz kora egymillió év. a legöregebb nyílthalmaz, amelyben szintén találtak  $\delta$  Scuti csillagokat, az NGC 7789, amely egymilliárd éves. A csillagok tehát tág időbeli határok között képesek  $\delta$  Scuti-jellemzőket mutatni.

A halmazokban a  $\delta$  Scuti csillagok előfordulási gyakorisága azonos a mezőcsillagok esetében észlelt gyakorisággal, tekintet nélkül a halmazok korára. Mivel a halmazok csillagai ugyanabból az anyagból alakultak ki, a változó- és nem változó csillagok itteni egymás mellett létezése kizárja a kezdeti kémiai összetételt mint jelentős tényezőt a pulzáció létrejöttében.

## Kettősség

Néhány  $\delta$  Scuti változó jól ismert kettős rendszer tagja. A kettős rendszerek százalékos aránya a  $\delta$  Scutik között (kisebb, mint 30%), valószínűleg a normális A és F csillagok között észlelt arányhoz hasonló. (Az alig 30%-os arány viszont jelentősen különbözik az Am-csillagoknál megfigyelt kettősségi aránytól, mert csaknem valamennyi Am-csillag rövid periódusú kettős rendszer tagja!) Az elemzések azt mutatják, hogy a kettősség a pulzáció szempontjából *nem* játszik meghatározó szerepet. A kettősség hatása csak abban nyilvánul meg, hogy a társcsillag *befolyásolhatja* a  $\delta$  Scuti csillagok pulzációs amplitúdóját.

## Rotáció

Az átfogó vizsgálatok azt jelzik, hogy a tengelyforgás szoros kapcsolatot mutat a pulzációval.

A tengelyforgási sebességeket külön-külön vizsgálták az óriás- és törpecsillagokra. Arra az eredményre jutottak, hogy az óriások csoportjára a változócsillagok átlagos rotációs sebessége *alacsonyabb*, mint a nem változó csillagoké. (Egyetlen, az óriás csoportba tartozó  $\delta$  Scuti csillag sem forog 200 km/s-nál nagyobb sebességgel — ellentétben a nem változó csillagokkal!) Az óriás csillagokban a gyors forgás tehát *meggátolja* a pulzációt.

A törpe  $\delta$  Scuti csillagoknál merőben más a helyzet. A fősorozaton levő  $\delta$  Scuti csillagok *nagyobb rotációs sebességgel* rendelkeznek, mint a nem változó csillagok: a fősorozaton a gyors forgás és a pulzáció *nem zárja ki* egymást.

Megvizsgálták azt is, hogyan változik a tengelyforgási sebesség a luminozitás változásával, s úgy találták, hogy az óriáscsillagoktól a törpék felé haladva *hirtelen „ugrás”* észlelhető, közel egy magnitúdóval a fősorozat fölött. A kapott eredmény értékelésénél figyelembe kell azonban venni azt a tényt, hogy a fémvonalú (Am-) csillagok (amelyek valamennyien a fősorozaton találhatóak és lassan forognak) *nem* pulzálnak. Ha figyelmen kívül hagyjuk az Am-csillagokat, s így hasonlítjuk össze a fősorozati  $\delta$  Scuti csillagok és a nem változó csillagok rotációs sebességeit, akkor mindkét csoportra *hasonló értéket* kapunk. A fősorozati pulzáló csillagok viszonylag nagynak tűnő rotációs sebességét tehát a pulzátorok és a klasszikus Am-csillagok közötti kizárás okozza.

## Fémtartalom

A rotáció mellett a csillagok fém tartalma a másik fizikai tényező, amely jelentős szerepet játszik abban, hogy egy csillag pulzál-e, vagy sem. A normál csillagokhoz képesti *rendellenes fém tartalommal* rendelkező Am-csilla-

gok vizsgálata lehetővé teszi e kapcsolat feltárását. A fémvonalakat tartalmazó A és F színképtípusú csillagokat spektroszkópiai kritériumok alapján osztották különálló csoportokra, amelyeket a cikk első részében részletesen tárgyaltunk, és most hivatkozni fogunk rájuk.

Míg a normál színképpel rendelkező csillagok lehetnek változók és lehetnek konstans fényűek is, addig a fémvonalú csillagok legjellegzetesebb csoportjára, az Am-csillagokra igen erős állítással élhetünk: *a klasszikus Am-csillagok a fősorozaton nem pulzálnak!* Néhány esetben úgy tűnt, hogy léteznek kivételek, de a további vizsgálatok mindig kiderítették, hogy a kivétel valójában egy kettős rendszer, ahol az egyik komponens az Am-csillag, míg a másik komponens egy, az instabilitási zónán belül levő  $\delta$  Scuti csillag.

A  $\delta$  Del csillagok (amelyek nagyobb luminozitású csoportot jelentenek) pulzálni törekszenek. Ebben a típusban a különlegesen nagy fémtartalom is együtt létezhet a pulzációval.

Az Am-csillagok átmenetet jelentenek a  $\delta$  Del és a klasszikus Am-csillagok között. Kurtznak két Am: csillagról sikerült kimutatnia, hogy nagyon kis amplitúdóval pulzálnak.

Úgy összegezzhetjük ezeket a megfigyeléseket, hogy *a fősorozat körüli egy magnitúdós tartományon belül a légkör viszonylag nagy fém tartalma megakadályozhatja a pulzációt.*

A pulzáció és az Am-csillagok közötti kizárást az elméleti munkák is alátámasztják. A magyarázatot a *diffúziós elméletben* vélik megtalálni. Az elmélet szerint az Am-csillagokban (amelyek, mint már említettük, lassan forgó csillagok) a diffúzió eredményeként létrejön a kémiai elemek elkülönülése. Egyes elemek a sugárnyomás miatt fölemelkednek, míg mások a gravitáció következtében lesüllyednek. Ily módon a hélium-ionizációs zónában *héliumhiány* léphet fel, amely *stabilizálhatja* a csillagot, hiszen a  $\delta$  Scuti csillagok pulzációjában elsősorban a *He II-ionizációs zóna* játszik jelentős szerepet. Az Am-csillagok ezért nem pulzálnak. A sugárnyomás következtében felemelkedő elemek *koncentrálódhatnak* a csillag színképet létrehozó külső részein és így alakulnak ki az *Am-csoport* jellemző tulajdonságai.

A diffúziós elmélet szerint az Am: csillagoknál még elegendő hélium marad a He II-ionizációs zónában ahhoz, hogy a csillag instabillá váljon. A pulzáció következtében fellépő turbulencia miatt a csillag nem válik teljes mértékben Am-csillaggá.

A  $\delta$  Del csillagokban a pulzáció és a nagy fémtartalom együtt létezése csak úgy lehetséges, hogy ezekben a csillagokban a pulzációt *nem* a He II-ionizációs zóna tartja fenn. A feltételezés szerint a  $\delta$  Del csillagoknál a *hidrogén ionizációs zónája* játszik szerepet a pulzációban — éppúgy, mint az RR Lyrae csillagoknál.

## Periodicitások

Számos  $\delta$  Scuti csillag mutat olyan fénygörbét, amelynek fázisa, alakja és amplitúdója is változónak tűnik. Néhány nagyobb amplitúdójú csillag fénygörbéje ( $q$ Pup, AD CMi) szigorúan ismétlődik, míg különösen a kis amplitúdójú csillagok esetében a fénygörbe akár ciklusról ciklusra is változhat. A  $\delta$  Scuti csillagok bonyolult fénygörbéjét az általánosan elfogadott két hipotézis egyike magyarázza:

mind a periódus, mind az amplitúdó instabil;  
a komplexitás csupán látszólagos, és két vagy több határozott, konstans periódus kölcsönhatásának következménye.

A kérdés mind ez ideig megoldatlan maradt, bár a csillagászok többsége a *stabil periódus* mellett foglal állást; az amplitúdó változását lehetségesnek tartják.

Ennek ellenére a nem-stabil periódusú szemléletet is sok cikk támogatja. Az instabil periódusokra vonatkozó kijelentéseknél azonban mindig meg kell nézni, hogy hány észlelés készült az adott csillagokról, és hogy időben miként oszlanak el ezek az éjszakák. A  $\delta$  Scuti csillagok elfogadható frekvenciaanalízisének ugyanis *hosszú és időben jól eloszló adatsor* szükséges ahhoz, hogy az egymáshoz gyakran nagyon közel fekvő frekvenciákat föl lehessen bontani. Breger szerint csillagonként legalább harminc éjszaka észlelései (lehetőleg minél hosszabb időtartamúak) szükségesek annak eldöntéséhez, hogy az adott  $\delta$  Scuti csillag szigorúan periodikus-e vagy sem.

A  $\delta$  Scuti csillagok fényváltozásait a csillag anyagának pulzáló mozgása okozza, a csillag sugara hol kisebb, hol nagyobb lesz. Ha a csillag tömegelei csak sugárirányban mozdulnak el, akkor *radiális pulzációról* beszélünk. (Nem-radiális pulzáció során a csillag anyaga bármilyen irányban elmozdulhat.)

A  $\delta$  Scuti csillagokban mind a radiális, mind a nem-radiális pulzáció előfordul. A radiális és nem-radiális módusok együtt létezhetnek, és rezonancián vagy a rotáción keresztül csatolódnak.

A csillag nemcsak alaprezgésben, hanem *felharmonikusokban* is pulzálhat.\* A periódusarányokból a *rezgés módusára* lehet következtetni. (A 0,77 körüli érték például az alaprezgés és az első felharmonikus periódus arányából adódik.)

A radiális pulzációt a  $Q$  konstanssal (pulzációs állandóval) jellemezhetjük:

$$Q = P (\bar{q}/q_{\text{Nap}})^{1/2},$$

ahol  $P$  a változócsillag periódusa és  $\bar{q}$  az átlagsűrűsége. A  $Q$  pulzációs konstans jól körülhatárolt értékei radiális pulzációra utalnak, míg ettől

\* Lásd Kovács Géza: „A Nap oszcillációi” CsÉvk. 1983/222. és Szabados László: „Pulzáló változócsillagok” CsÉvk. 1977/144. c. cikkeit.

eltérő értékek a nem-radiális pulzációt teszik valószínűvé. A radiális és nem radiális oszcilláció megkülönböztetésére újabban két másik módszert is javasolnak:

— a (B — V) színgörbe és a V luminozitási görbe közötti fáziskülönbség függ a pulzáció jellegétől;

— a vonalprofilban és a radiális sebességben mutatkozó változások együttes vizsgálata a pulzáció típusáról árulkodik. Nem-radiális pulzáció esetén a radiális sebességben *kicsi* a változás, míg a vonalszélességben és aszimmetriában *nagy*. Igaz, hogy forgó, radiálisan pulzáló csillag esetén is észlelhetünk ilyen változást, de ekkor a vonalbeli változások nagy radiális sebességbeli változásokkal társulnak. (Csak nagyon pontos mérések esetén lehet alkalmazni ezt a módszert, mert nagyon kicsi az effektus!)

A periódusok száma és a pulzáció típusa alapján a  $\delta$  Scuti csillagokat több csoportra lehet osztani.

### *Egy periódusú csoport*

Egészen kevés változó mutat csupán *egyetlen* periódust. Soknak közülük az átlagosnál nagyobb az amplitúdója. A fősorozat fölött helyezkednek el. A számított Q érték alapján rendszerint a radiális alpmóduossal (a csillag gömbjének sajátrezgési frekvenciája) lehet azonosítani ezt a periódust.

### *Több periódusú radiális pulzátorok*

Az észlelt periódusarányok alapján (a megfigyelt periódusarány a 0,74—0,78 tartományba esik) arra lehet következtetni, hogy radiális pulzáció megy végbe. A csillagok többsége itt is nagy amplitúdót mutat. Lehetséges azonban, hogy a nagy amplitúdó és a radiális periódusarány közötti összefüggés csupán észlelési szelekció következménye.

### *Több periódusú nem-radiális pulzátorok*

Azon megállapítás, hogy egy  $\delta$  Scuti csillag nem-radiális pulzációt végez, egyedül a *rendellenes periódusarányon* alapszik. A rendellenes periódusarány azonban adódhat a periódusok pontatlan meghatározásából, ami a nem elegendő számú észlelés, illetve az analízisnél alkalmazott nem megfelelő módszer következménye is lehet. Van azonban olyan eset is, amikor egyértelműen el lehet dönteni, hogy a csillagban nem-radiális pulzáció zajlik le. Például az I Mon esetében *három frekvenciát* találtak, amelyek között egyenlő különbségek voltak. Az egyenlő nagyságú rések egyértelműen utalnak a csillag nem-radiális módusaira, amelyeket a rotáció perturbál.

## Változó periódusú típus

Ennél a típusnál feltehetően új periódusok vagy módusok jelentek meg, és a régiek eltűnnek. A valószínű magyarázat az ilyen viselkedésre a pulzációs energia átkapcsolása új, nem-radiális módusokba. Az átkapcsolás mechanizmusa még nem tisztázott. A legjobb jelölt erre a típusra a 21 Mon, ahol egyrészt két periódust találtak radiális periódusaránytal, másrészt számos más periódust is kimutattak.

## Elméleti modellek

A modellekben a normál I. populációs  $\delta$  Scuti csillagokra  $X = 0,7$  hidrogén- és  $Z = 0,02$  fémtartalmat, s  $M = 2 M_{\text{Nap}}$  tömeget tételeznek fel. A  $\delta$  Scuti csillagok speciális alcsoportjára, az alacsony fémtartalmú, nagy térbeli sebességű csillagokat reprezentáló modellekre  $X = 0,7$  és  $Z = 0,005$  értékeket adtak meg, és a tömeget  $0,2-2 M_{\text{Nap}}$  határok között változtatták. A modellek  $7000 \text{ K} < T_{\text{eff}} < 8300 \text{ K}$  hőmérsékleti tartományt fognak át.

A  $\delta$  Scuti csillagok modelljei normális hélium-elemgyakorissággal ( $Y = 0,30$ ) nem stabilak az instabilitási zónán belül az alaprezgésekben és az első néhány felharmonikusban. A pulzációs módusokat (a klasszikus cefeidákhoz hasonlóan) elsődlegesen a hélium-ionizációs zóna gerjeszti. A pulzáció sematikus mechanizmusa a következő:

A maximális összenyomás fázisában a csillag *atmoszférája felfűtődik*. Nagy a hőmérséklet és az opacitás: az ultraibolya sugárzás *elnyelődik* az ionizációs zónában a He II-nek He III-má történő átalakulása révén. A kialakuló *nyomástöbblet* végül is elegendő lesz, hogy elmozdítsa a csillag kívül fekvő rétegeit és létrejöjjön az atmoszféra általános *tágulása*. Egy idő után a He II nagyobb része ionizálttá válik: az ultraibolya sugárzás *szabadon terjedhet*, a hőmérséklet és a nyomás *csökken*, a kívül fekvő rétegek súlya *összenyomja* a csillagot. A He III egy elektronnal He II-vé *rekombinálódik*, és a ciklus megismétlődik.

Az instabilitási zóna *vörös széle* jelzi azokat a csillagokat, amelyekben a He II-ionizációs zóna olyan mélyen van, hogy a megnövekedett nyomás nem tudja elmozdítani a kívül fekvő rétegeket. A *kék szél* határolja azt a területet, ahol a csillagokban a kívül fekvő rétegek súlya nem elegendő az újra összenyomáshoz.

A modellek azt mutatják, hogy a fénygörbék több periódusos analízisei (más információ hiányában) nem elegendők sem a csillag tömegének, sem fejlődési állapotának meghatározásához. Az elméleti modellek az instabilitási zóna *helyét* is jól adják vissza. A pulzáció legfeljebb az ötödik felharmonikusig fordul elő. A modell-periódusok egyenlőek az észlelésből kapott értékekkel (0,02—0,25 nap). Levezethető az elméleti periódus—luminozi-



tás—szín-reláció, amely az észlelésből adódott relációhoz közeli együtthajtókat tartalmaz. A  $T_{\text{eff}} = 7800$  K-nél forróbb csillagok az első felharmonikusban pulzálnak, míg a hidegebbek az alaplómódusban. Ezt az elméletből kapott effektust az észlelések is alátámasztják.

Noha még nagyon rövid ideje vizsgáljuk a  $\delta$  Scuti csillagokat, az utóbbi évtized során mégis jelentős lépést tettünk az ilyen típusú csillagok természetének megértésének terén.

## A GÖMBHALMAZOK ÉS A TEJÚTREND- SZER MEGISMERÉSE

Napjainkban, H. Shapley születésének századik évfordulóján, már eléggé világosan látjuk, hogy a gömbhalmazok csatasorba állítása a Tejútrendszer igazi méreteinek megállapításában tudománytörténeti jelentőségű tett volt — s ennek véghezvitele nem kis mértékben Shapleynek köszönhető. A cikkben ennek részleteiről lesz szó: arról a folyamatról, ahogyan az *égi ködfoltok*, illetve főleg a *gömbhalmazok* az őket megillető helyre kerültek a Világegyetemről alkotott képünkben. Az utóbbi időkben hozzáférhetővé vált amerikai obszervatóriumi levéltári anyagok segítenek árnyaltabb képet kapni erről a szinte második kopernikuszi fordulatnak nevezhető folyamatról, amelynek során a Naprendszer a Világegyetem közepéről kikerült egy olyan spirális galaxis külső tartományába, amilyenből a Világegyetemben sok millió található.

A gömbhalmazok létéről már régóta tudnak a csillagászok. Például Ch. Messier 1784-ben kiadott katalógusa többet is felsorol közülük — anélkül természetesen, hogy részletekbe bocsátkozna ezen égitestek mibenlétét illetően. Ez a katalógus ugyanis azzal a céllal készült, hogy a XVIII—XIX. század oly divatos csillagászati kutatási témáját, az *üstökös vadászatot* segítse elő. Számba veszi tehát az akkoriban általánosan elterjedt műszerekkel (a néhány centiméter átmérőjű refraktorral) éppen látható kiterjedt égi fényforrásokat, amelyek könnyen összetéveszthetők az üstökösökkel.

Nemhogy a XVIII., hanem még a XIX. században sem folytak kutatások a gömbhalmazok természetrajzána tisztázására. Ennek oka nemcsak abban keresendő, hogy kevés nagy távcső volt, és a megfigyelés többnyire vizuális észlelést jelentett; legalább ilyen fontos korlátozást képviselt az akkori csillagászok szemlélete. Minden égitesttel kapcsolatban ugyanis az volt a fő kérdés, hogy *hol van és hogyan mozog*. (Sőt, ez utóbbi rendszerint már csak a sajátmozgás vonatkozásában vetődött fel, mert a radiális sebesség vizuális mérése csupán a XIX. század második felében vált lehetővé, de akkor sem tartozott a könnyű feladatok közé.) F. W. Bessel, aki a Sirius B asztrometriai kimutatásával és sok egyéb eredményével elévülhetetlen érdemeket szerzett a csillagászatban, egyszer tréfásan azt mondta, hogy egy

gondos („tüchtig”) csillagász egy kocsikerékkel is képes jó megfigyeléseket végezni (a meridiánkör alakjából tényleg könnyű egy kocsikerékre asszociálni). Egyszer viszont teljes komolysággal jelentette ki: „mindenkor nyilvánvaló volt, amit a csillagászatnak teljesítenie kell: mérési eljárásokat kell adnia, amelyek szerint az égitestek mozgása, úgy, ahogy az tőlünk a Földről látszik, kiszámítható. Minden egyéb, amit még az égitestekről megtudhatunk — például a kinézetük, a felületük természete — nem érdektelen, de mindez a csillagász érdeklődési körét nem érinti.”

Nehéz volna évszámhoz kötni annak felismerését, hogy a gömbhalmazok az égi ködfoltok önálló osztályát képezik. A nem csillagszerű, hanem diffúz égitestek osztályozására irányuló törekvések a XVIII. század végén indultak a nagy tükrös távcsövek megjelenésével. A másfél vagy akár kétméteres nyílású távcsövekkel végzett vizuális észlelések feltárták, hogy egyes ködfoltok felbonthatók csillagokra, míg mások nem. Tehát az üstökös vadászok kis távcsöveiben feltűnő kiterjedt, de nem mozgó égitesteknek legalább két osztálya volt az 1840-es években elterjedt ismeretek szerint. Ehhez jött aztán a felfedezés, hogy a Nagy Orion-ködben még fényességváltozások is megfigyelhetők, valamint 1885-ben az S Andromedae felfedezése.

Akadályozta a ködfoltok mibenlétének tisztázásában a haladást a múlt század szűzében elterjedt „elméleti képe” is, amelynek gyökerei P. S. Laplace örvényelméletéig nyúlnak vissza. E szerint a ködfoltok kozmikus méretű örvények, egy a miénkhez hasonló naprendszer kialakulásának a színterei, amelyekben például a fényes csomók az ősbolygók, planetezimáliások. Ráadásul a „hit láttat” szemlélet jegyében többen sajátmozgást, keringésre utaló jeleket véltek megfigyelni a spirális ködfoltokban, sőt K. Bohlin, svéd csillagász 1907-ben megmérte az Andromeda-köd távolságát, és 19 fényévnyninek találta! Mindez persze tudománytörténeti érdekesség, de jól szemlélteti a tudós közvélemény állapotát. Ilyen előzmények után előállni azzal, hogy a gömbhalmazok távolsága a 10 000 fényév, a spirális ködfoltoké pedig a 100 000 fényév nagyságrendjébe esik — nagy merészséget és súlyos érveket követelt. E súlyos érveket az *asztrofizika* szolgáltatta.

Az asztrofizika szó két görög szóból tevődik össze, jelentését talán úgy adhatjuk vissza a legjobban, hogy az égitestek természetrajzáról szóló tan. Ily módon nem tartozik az asztrofizikába az égimechanika, jöllehet az a fizika első (és vagy száz éven keresztül egyedüli) alkalmazása volt a csillagászatban. Az égimechanika sikeréhez elég megválaszolni a *hol van és hogyan mozog* kérdést. Ez kétségkívül kedvezett annak a szemléletmódnak, hogy ne is tekintsék a csillagászat feladatának az olyan kérdések feltevését, hogy miből állnak az égitestek, miért világítanak, miért olyan a formájuk, amilyen, mekkorák, milyen forrók, milyen fényesek és így tovább. Az asztrofizika térhódítása a XX. században viszont annak köszönhető, hogy a csillagá-

szok érdeklődése éppen ez utóbbi kérdések felé fordult, és a válaszok mindaddig nem sejtett izgalmas távlatokat tártak fel, amelyekhez képest a *hol van és hogyan mozog* kérdésekre adható válasz már szinte unalmasnak tűnt.

### Vélekedések a ködfoltokról a századforduló után

A XIX. században tehát a csillagászok túlnyomó többsége a *pozíciós csillagászatban* dolgozott, ami megfigyelési anyagot szolgáltatott az égimechanikai problémák megoldásához, valamint a Nap párszor tíz-száz fényéves környezetének feltérképezéséhez. A ma viszonylag kevés helyen művelt *fundamentális csillagászat* gyökerei eddig nyúlnak vissza, jóllehet Hipparkhosz (i. e. II. század) — és még ki tudja, hány elődje és persze sok utódja — szintén az égitestek helyét tanulmányozta, a múlt században elértnél ugyan jóval kisebb pontossággal.

Az égitestek *fizikai mibenlétének* tanulmányozása is a múlt században indult meg — talán azzal, hogy J. Fraunhofer felfedezte a sötét vonalakat a Nap színképében. A fejlődés igen lassú volt, döntően a segédtudomány, a fizika fejletlensége miatt. Ahogy azonban a színképelemzés tudománya előrehaladt, kiderült, hogy a csillagok színképe is ugyanolyan sötét vonalakat tartalmaz, mint a Napé, s hogy egyes ködfoltok viszont olyasmi emissziós spektrummal bírnak, ami laboratóriumban a híg, forró *gázokból* jön. 1898-ban J. Scheiner, német csillagász spektrumot készít az Andromedaködről, s arra a következtetésre jut, hogy ez *csillagrendszer*, mert abszorpciós vonalai vannak. Az 1910-es években G. E. Hale érdeklődése is a ködfoltok színképe felé fordul, s az általa alapított és igazgatott Mount Wilson csillagdában vizsgálatokat végeztet e területen a 60 hüvelykes távcsövel. Az eredmény: a ködfoltok színképe csillagok színképének összegződésével megmagyarázható.

Sok hasonló vizsgálat vezetett a századfordulót követő években arra a felfogásra, hogy a ködfoltok nagy többsége „világsziget”. (A szó A. Humboldttól származik.) Ez alatt azt kell érteni, hogy *csillagok sokaságából* állanak, amelyek egyesek szerint a Tejútrendszeren belül, mások szerint azon kívül találhatók.

A méretekről és a távolságokról igen változatos értékek találhatók a korabeli tudományos sajtóban. Közös vonásuk az, hogy mindkettőt jelentősen alábecsülték. Különösen a spirális ködfoltok távolságát hitték kicsinek, s ebből kifolyólag senki nem gondolt arra, hogy a gömbhalmazok galaktikus égitestek, a spirális ködök pedig egyáltalán nem. Például az S Andromedae alapján — amit novának hittek — az Andromeda-köd távolságára 3800 fényév adódott, s ezekben az években még olyan dolgozatok is megjelentek, amelyek a Tejútrendszer átmérőjét 120 fényévyire taksálták!

Mindezen hibás vélekedések ellenére a világsziget-elképzelés ellenzői (például a kozmikus örvény hívei és a többiek) egyre-másra nehézségekkel találták magukat szemben, és lassacskán kisebbségbe szorultak, jöllehet a folyamat igen lassú volt, és nem mentes vargabetűktől. Ha nagyító alá tesszük az ellenzők véleményét, mai szemmel nézve találkozunk helyes megfigyelési eredmények téves értelmezésével és hibás megfigyelési eredményekkel is, amelyek helyes voltak esetén perdöntő bizonyítékot szolgáltatottak volna.

A. C. D. Crommelin, neves greenwichi csillagász az 1910-es évek közepéig azzal érvelt, hogy a ködfoltok eloszlásából *galaktikus* objektumokra kell gyanakodnunk, mert különben miért sűrűsödnenek a ködfoltok a galaktikus pólusok felé, elkerülve a galaktikus egyenlítőt. Ha a Tejútrendszeren kívüli égitestekről volna szó, azok nyilván egyenletesen oszlanának el az égen. Ez igaz is lenne, tehetjük hozzá mi a harmincas évek óta, ha nem okozna a csillagközi gáz és por olyan erős fényelnyelést a Tejútrendszer fősíkjá irányában, ami miatt észrevehetetlenek az errefelé levő extragalaxisok.

1915-ben A. van Maanen, Shapley kollégája a Mt. Wilsonon, az M 101-ben belső mozgásokat vélt észlelni, ami ha igaz lett volna, egyszer s mindenkorra a Tejútrendszeren belülré helyezte volna ezt a spirális ködöt, s ezek után miért ne lehetett volna azt hinni, hogy a többi ködfolt is a Tejútrendszer tartozéka. Ezt világosan látta A. S. Eddington (aki melleleg kételkedett van Maanen eredményeiben) és a kor másik vezető teoretikusa, J. Jeans, aki viszont kapott az alkalmon, és felépített egy Laplace-típusú örvényelméletet a bolygórendszerek keletkezésére. 1916-ra ugyanis már kiderült, hogy az ő korábbi katasztrófaelmélete (mely szerint csillagok ütközése, illetve egymás mellett közeli elhaladása vezetne bolygórendszerek keletkezésére) valószínűségi alapon tarthatatlan. Azonban hamarosan kiderült, hogy van Maanen észlelése nem oldja meg a problémát; az általa kapott 85 000 éves rotációs periódus akkora értéket kíván meg az M101 tömegére — hogy stabil legyen a centrifugális erővel szemben —, amekkora tömeg a környékéről rövid idő alatt mindent magába szívott volna, beleértve a Tejútrendszert is.

A ködfoltok önálló világszigetekként való felfogása mellett voltak kvalitatív és részben kvantitatív érvek. Eddington szerint a *Tejútrendszeren belüli sajátmozgásokat* (azaz a csillagáramokat) jól lehetne értelmezni, ha feltennénk, hogy a Tejútrendszer egy olyan spirális köd, amilyeneket nagy számban látunk az égen. V. M. Slipher, a Lowell Obszervatórium csillagásza megméri az Andromeda-köd radiális sebességét, és az akkoriban elképesztően nagyinak tartott 300 km/s-ot kapja, s miközben mindenki hitetlenkedik, M. Wolf, heidelbergi csillagász saját megfigyeléssel erősíti meg a hihetetlen értéket. Slipher pedig egy másik spirálisban már 1100 km/s-ot is talál.

Mi dobhat ki a Tejútrendszerből ilyen óriási sebességgel anyagot — szólt a jogos kérdés. Slipher aztán még *rotációs sebességet* is talál spirálködökben, viszont ugyanakkor sajátmozgás nem látható bennük. Nagyon messze kell tehát lenniük, s bizonyára az égitestek külön osztályát képezik — volt a következtetés.

Lassacskán világossá vált az is, hogy a ködfoltok természetének megértéséhez jelentősen hozzájárulhat annak a régóta ostromolt kérdéskörnek a megválaszolása, hogy milyen is *saját Tejútrendszerünk*, és hogyan viszonyulnak hozzá a többi ködfoltok: csupán csillagrendszerünk tagjai-e, vagy pedig azzal azonos fokon állanak az égitestek hierarchiájában. Ha van ilyen, vajon melyik típusú (csillagokból álló) ködfoltnak felel meg a Tejútrendszerünk, amelyet mi csak belülről láthatunk.

### Törekvések a Tejútrendszer szerkezetének feltárására

J. C. Kapteyn, holland csillagász és iskolája egyfajta átmenetet képviselt a modern csillagászat felé a Bessel-idézettel vázolt szellemhez képest. Törekvésük az volt, hogy *a megfigyelt mozgásokból és eloszlásokból* határozzák meg a Tejútrendszer szerkezetét. Ha van egy  $D(r, l, b)$  elosztási függvényünk\*, továbbá ha ismerjük a csillagok  $\Theta(M)$  luminozitási függvényét, azaz egy adott  $M$  abszolút fényesség gyakoriságát a mintában, akkor kiszámíthatjuk egy tetszőleges  $(r', l', b')$  helyen a csillagok megfigyelhető eloszlását a látszó fényesség szerint, feltéve, hogy ismerjük a csillagközi fényelnyelés eloszlását.  $D$ -t úgy kell megválasztani, hogy az egy-egy irányban elvégzett csillagszámlálásból kapott, látszó fényesség szerinti eloszlást visszakapjuk. Ha ez sikerült, lényegében megoldottuk a feladatot.

H. Seeliger, német csillagásznak, a századforduló egyik vezető tekintélyének a vágyálma volt ezen az alapon meghatározni a Tejútrendszer szerkezetét, tehát kiterjedését, lapultságát, a csillagok eloszlását fényesség szerint. A baj az volt, hogy a kevés ismert trigonometrikus parallaxis nem tette lehetővé  $\Theta(M)$  meghatározását. Kapteyn erre azt javasolta, hogy — mivel a sajátmozgás is jelezheti egy csillag távolságát, s ez sokkal több csillagra ismeretes — a luminozitási függvényt a *sajátmozgásokból* kell levezetni.

E program kivitelezése vezetett aztán az úgynevezett sziderikus Univerzum (Kapteyn-univerzum) képéhez, amely a századforduló tudományos közvéleményében általános elfogadásra talált. Akkoriban a viták és kutatások inkább olyan részletkérdések körül folytak csupán, hogy mekkorák a

\* Ahol  $D$  a csillagok sűrűsége az  $r, l, b$  gömbi polárkoordinátákkal jelzett helyen;  $r$  a Tejútrendszer közepétől mért távolság,  $l$  és  $b$  a galaktikus hosszúság és szélesség.

sziderikus Univerzum méretei. Pontokba foglalva a következőt jelentette a Kapteyn-univerzum:

- a csillagok többsége egy 1 : 10 lapultságú rendszer tagja,
- a Nap a korong közepén van,
- a legmesszebb levő csillagrendszerek körülbelül 6 kpc-nyire vannak.

Kapteyn 1908-ban 10 kpc-ig tolja ki csillagrendszerünk határát, és akár  $1 \text{ m}^3/\text{kpc}$  csillagközi abszorpciót is elfogadhatónak tartott. Shapley viszont 1915-ben a Hercules gömbhalmazában (M13, M92) kék csillagokat is talált, tehát *nincs számottevő vörösödés*, amiből arra következtetett, hogy a csillagközi fényabszorpció  $0,01/\text{kpc}$ -nél kisebb! (Csak a harmincas években jöttek rá a csillagászok, hogy mindkettőjüknek igaza volt: a csillagközi abszorpció erősen függ az iránytól a Tejútrendszerben. A galaktikus pólusok felé az utóbbi érték a helyes, míg a fősíkban a Kapteyn által megadott értéket is meghaladhatja.)

Ha nincs csillagközi fényelnyelés és vörösödés, a megfigyelések szerint a Nap tényleg csak csillagszigetünk (világszigetünk) közepén lehet, amelynek a legnagyobb méretére S. Newcomb, H. D. Curtis és sok más korabeli tekintély szerint 10 kpc-nél nagyobb értéket nemigen lehet kapni. Shapley például 1915-ben 6 kpc mellett voksol. Eddington pedig kimutatja, hogy a csillagok sűrűsége a galaktikus pólusok irányában 300 pc távolságon belül az ötödére csökken, és a Galaxis síkja legalább 1,5 kpc vastag.

A Tejútrendszer szerkezetének feltárására irányuló megkezdett klasszikus program különben egészen az ötvenes évekig futott, s tulajdonképpen nem az szorította ki az érdeklődés homlokteréből, hogy megoldották a kitűzött feladatot, hanem az, hogy elfelejtkeztek róla, mert izgalmasabb témák bukkantak fel. A csillagszámlálás fáradságos munkája a Kapteyn által kijelölt égi területeken nem egy kutató évtizedes munkájával sem hozta meg a spirálszerkezet egyértelmű kirajzolódását. Ma már tudjuk, hogy azért, mert nem mindenféle csillag jó *spirálkar-indikátor*, hanem csak a viszonylag ritka fiatal O, B csillagok, a H II-zónák, a csillagközi gáz. 1951-ben felfedezik a hidrogén 21 cm-es vonalát, s már 1952-ben többek között Kapteyn egyik tanítványa, J. H. Oort is felismeri a Tejútrendszer spirálkarjait, ahogy azt a 21 cm-es sugárzás kirajzolja. W. Morgan 1951-ben 900 O, B csillagra alapozva beszél a spirálkarok kirajzolódásáról, de csak rövid ideig tartó feltűnést kelt ezzel a különben igen kiterjedt és fáradságos munkával, mert mire cikke megjelenik, a szaksajtóban már mindenütt a könnyebben felkutatható spirálkar-indikátorokról van szó.

Kapteyn, majd iskolájának törekvése tehát jól belátható, de nehezen járható zsákutcának bizonyult. Bizonyos fokig a kor szelleméből érthetjük meg azt, hogy hatása oly messzire nyúlt. Kapteyn tudományos tekintetben egy robosztus pozitivistára emlékeztet — például még erőről sem igen szívesen beszélt, mert a gyorsulás az, amit közvetlenül mérünk, az erő már fikció. Igyekezett mindent grafikusán ábrázolni és megoldani, mert a mate-

matikai tárgyalás már szinte megengedhetetlen elvonatkoztatás a természet tapasztalatai fürkészőjének. S véleménye szerint az előrehaladáshoz a csillagászatban a tiszta indukció elég, a fő feladat az, hogy katalogizálni kell, amihez jó technikusok szükségesek, akik a főnök elképzeléseit a grafikonok felrajzolásáig bezárólag kidolgozzák. A Tejútrendszer szerkezetének a feltárásában a követendő út az, hogy a közvetlen környezetünkben kifelé kell haladni a trigonometriai parallaxis—sajátmozgás—csillagszámlálás úton. Mindemellett Kapteyn Amerikában jó hírnévnek örvendett, tartotta a kapcsolatot a más nézetten levőkkel, a vitákban és személyi javaslatában is messzemenően a lovagiasság szabályai szerint járt el.

Amerikában a századforduló után nagyon másfelé tolodott el a csillagászat. Egymás után készültek el az egyre nagyobb és egyre jobban felszerelt távcsövek a csillagászat számára az európainál sokkal jobb éghajlatú területeken, amelyekkel már nemcsak a *hol van és hogyan mozog* volt megállapítható egy égitesttel kapcsolatban. Ehhez jött még egy jelentős szemléletbeli különbség, szinte szabadosság. A kor egyik vezető amerikai csillagásza, Hale szerint nagyvonalú hipotézisekre, intuíciora van szükség, vitákra és pezsgésre, amiből ha bizonytalanabb talajon is, de esetleg több rajzolódik ki, mint a jó technikusok jó diagramjaiból.

Így született meg a „*nagyságrendi csillagászat*”, és az asztrofizika széles körű felhasználásával ötven év alatt nagy mértékben ki is szorította a „*precíziós csillagászatot*”, amelyre pedig művelői oly büszkék voltak, mert — úgymond — biztos talajon áll. Hatótávolsága azonban rövid volt, s e tudományág művelésével valószínűleg sosem tudtunk volna meg annyit a világról, amennyit ma tudunk. Ha rövid a távcsöved (mert 100 pc-nél hosszabb egyenesek kitzésére alkalmatlan — nemcsak a rövid tubushossz, hanem a földi légkör zavaró hatása miatt is), akkor toldd meg asztrofizikával és merész fantáziával, és messzebbre jutsz — volt a recept, amelynek a felírásáig a század tízes éveiben a Lick, a Lowell és a Mt. Wilson-i obszervatórium csillagászai jutottak el először.

A „*tanult csillagászok*”, azaz a stellárstatisztika tudós művelői és a kevésbé tudósok érvei közül az utóbbiaké állták ki az idő próbáját. Mindazonáltal a pozíciós csillagászat művelőinek volt egy nagyon rokonszenves vonásuk: vég nélkül végezték megfigyeléseiket, és az eredményeket nyilvánosságra is hozták, függetlenül attól, hogy azokat lehet-e közvetlenül hasznosítani, vagy csak sok év múlva várható valami eredmény. Mióta a csillagászat, s különösen az asztrofizika „*nagyiparrá*” változott, művelői nagyon prakticistákká váltak: a tudományos sajtóban manapság logikus rendbe rakott és megfigyelésekkel alátámasztott kerek képekkel illő előállni az asztrofizika területén. A kollégák és az utókor iránti nagylelkűség — a nyers megfigyelési adatok közlése — rendszerint áldozatul esik a különböző koncepcióknak.



## Shapley Nagy Galaxis-modellje

H. Shapley egyetemi tanulmányainak kezdetéig (1907, Missouri Egyetem) újságíróként kereste meg megélhetésének és későbbi taníttatásának költségeit. Ennek a pályakezdesnek köszönhető talán, hogy később is sokat népszerűsített, s kiterjedt levelezése maradt fenn, amelyből sok olyan részletet, sőt személyes indítékot és feszültséget is megérthetünk, amelyek szerepet játszottak abban a tudományos megismerési folyamatban, amelynek során megértettük az égi ködfoltok helyét a világban. A megjelent tudományos dolgozatokból ezeket a részleteket nem lehetne kihámozni.

Shapley Princetownban doktorált 1913-ban, kettőscsillagok távolságát határozta meg H. N. Russell irányításával. Utána a Mt. Wilson felé veszi az útját, de előbb megáll a Harvard-obszervatóriumban, ahol H. Leavitt éppen akkoriban fejezte be a változócsillagok tanulmányozását a Kis Magellán-ködben. (Összesen 1777 változóról volt szó, amelyek közül csak néhány bizonyult halmazváltozónak — így nevezték akkoriban az RR Lyrae csillagokat és a cefeidákat. \*) S. I. Bailey, aki a Harvard-obszervatóriumban E. C. Pickering egyik asszisztense volt, Shapley figyelmét az RR Lyrae típusú csillagokra irányította, sőt fel is ajánlotta erre a célra a 60 hüvelykes távcsövet. Shapley továbbállt, de a téma követte: Hale a Mt. Wilsonon a cefeidákat adta neki témául, s mivel ezek halmazokban is előfordulnak, így nekilátott a munkának, amelynek távolabbi célja a Leavitt által felismert *periódus-fényesség-reláció nullpontjának* megállapítása volt. Érdekes, hogy Leavitt, illetve Pickering visszariadt az erre irányuló törekvéstől, Shapleynek pedig rögtön ez volt az első gondolata, s fejében bizonyára felderengett az alkalmazások lehetősége is.

Innen már gyors volt az út, mert a gömbhalmazokban sok halmazváltozót ismertek, s a nullpont birtokában ezek *távolsága* (a csillagközi abszorpció elhanyagolhatóan csekély volta miatt) könnyen adódott. Ráadásul még az is feltűnt Shapleynek, hogy a gömbhalmazok az égbolt egyik félgömbjére koncentráálódnak, továbbá hogy a Tejútrendszer általa meghatározott középpontja felé hiányoznak. 1918 elejére már annyira összeállt a kép, hogy Shapley a következő Galaxis-modellt fejté ki főnökének, Hale-nek:

- A gömbhalmazok a *Tejútrendszer tartozékai*. A szögátmérőjük és a halmazváltozókból kapott helyes távolságuk alapján sokkal *kisebbségek*, mint a Tejútrendszer, amelynek 100 kpc az átmérője.
- A Tejútrendszer fősíkjától pár száz parszeknyire már nincsenek egyedülálló csillagok, csak halmazok, spirális ködök és a Magellán-felhők. A gömbhalmazok eloszlása egyenletes a 100 kpc sugarú gömbben, e rendszer súlypontja jelöli ki a Tejútrendszer középpontját.

\* A tizes évek nomenklatúrájának megfelelően a most következőkben mi sem teszünk különbséget a halmazváltozók és cefeidák között.

- A Tejútrendszer *középpontja* tőlünk 20 kpc-nyire van  $17^h 30^m$  rektasz-cenzió és  $-30^\circ$  deklináció irányában.
- A Tejútrendszer közepén *óriási tömegek* koncentrálnak, amelyek egy arra tévedő gömbhalmazt szétszórnak. A nyílthalmazok gömbhalmazokról válnak le, amikor azok keresztezik a fősíkot.
- Csak egyetlen világsziget létezik, a Tejútrendszer. A spirálisok, amelyek Tejútrendszerünk megfelelői lehetnének, elkerülik a középpontot, miként a gömbhalmazok is, tehát a Tejútrendszer tartozékai, mivel eloszlásuk annak szerkezetével mutat összefüggést. (És mellesleg: méretük sokkal kisebb, mint a Tejútrendszeré.)

Efféléket sokan sejtettek a tizes évek végén, de Shapley volt az, aki ezeket egységes képpé fűzte össze, s a modelljét számszerűen is jellemezte, azaz *méreteket, irányokat, távolságokat* adott meg. Mindennek azonban alig van nyoma a korabeli tudományos dolgozatokban: a Lick, a Lowell és a Mt. Wilson obszervatórium munkatársainak egymáshoz és néhány nagyra becsült kívülállóhoz írott leveleiből rajzolódik ki a kép, amely nyilván a gyakori találkozások során folytatott beszélgetésekben is alakult, módosult. Csak a már teljesen letárgyalt, minden tekintetben feldolgozott anyagokat publikálták, rendszerint jelentős késleltetéssel, s végig nyomon követhető az obszervatóriumok személyzetének a törekvése, hogy amerikai belügy maradjon a Tejútrendszer valódi modelljének megszerkesztése.\*

Shapley modellje vegyes fogadatra talált, ami azzal függött össze, hogy bizonyos tekintetben agyaglábakon állott. A legtöbbet vitatott gyengeség a legmerészebb újítás, a *távolságindikátorok* kérdése volt. Shapley itt a „tanult csillagászok” receptjét próbálta meg alkalmazni. Van Maanennek volt egy publikálatlan katalógusa a cefeidák trigonometrikus parallaxisáról, ez azonban túl rövid távolságskálára vezetett — valószínűleg szisztematikus hibák miatt. Ezért inkább a sajátmozgásokhoz fordult, amire az alkalmat az kínálta, hogy ekkoriban készült el L. Boss katalógusa körülbelül 20 000 csillag sajátmozgásáról. (Végleges formában a katalógus csak 1918-ban jelent meg.) A sajátmozgásból *távolságot* határozott meg a cefeidákra, s ily módon a periódus—fényesség—reláció *nullpontját* is megkapta a Leavitt által eredetileg csak

$$0,48 \cdot \lg P \sim M$$

alakban publikált összefüggéshez. ( $P$  a periódusa,  $M$  az abszolút fényessége a cefeidának.)

\* Például valamivel kicsit később, amikor E. P. Hubble a nyilvánosság elé vitte a spirálködök távolságáról szóló alapvető munkáját, ezt sokan rossz néven vették tőle, mert szerintük előbb az obszervatóriumon belül kellett volna tisztázni az ellentéteket van Maanennel a spirálködökön belül észlelni vélt mozgásokról, amelyek kibékíthetetlen ellentétben állottak Hubble eredményeivel.

A gömbhalmazokban látott cefeidák (halmazváltozók) periódusát meghatározva, a látszó és a periódus—fényesség-relációból adódó abszolút fényesség különbségeként adódott a *távolságmodulus*. Észrevette, hogy az ily módon meghatározott távolságú gömbhalmazokban a legfényesebb csillagok abszolút fényessége igen kicsi szórást mutat, azaz *a csillagok abszolút fényességének van egy felső határa!*

Nos, ezután azokban a gömbhalmazokban, amelyekben *nem* talált cefeidákat, vette a 25 legfényesebb csillagot, s ezeket azokkal a legfényesebb csillagokkal azonosította, amelyek abszolút fényességét már megismerte a halmazváltozók jóvoltából. Átlagolás után máris megkapta ezeknek a halmazoknak a távolságát is. Ily módon megszerkesztette *a gömbhalmazok térbeli eloszlását*, és a csillagközi abszorpció elhanyagolásával (mert erre jó okot szolgáltatott a gömbhalmazokban talált két csillagok), meg is született fejében a 100 kpc átmérőjű „Nagy Galaxis” gondolata.

Ezután nyilvánvalóvá vált, hogy a Kapteyn-univerzum csak a Nap közvetlen környékének modellje, amit aztán egy ideig sokan lokális csoportosulásnak is neveztek. Fölvetődött még az is, hogy a spirálködök (legalábbis a legnagyobbak) is efféle lokális csoportosulások, amelyek a Nagy Galaxis határain belül vannak. Shapley sokáig és szenvedélyesen védelmezte ezt a felfogást, s amikor már sejtette, hogy nem helyes, akkor sem tett semmit a megcáfolásért, hanem — mint egy leveléből kiderült — ezt másokra hagyta, azzal, hogy nem az ő dolga megtalálni a cefeidákat a spirálisokban, amelyek a spirálisokat a Nagy Galaxis határán kívülre helyezik.

Hale megjegyzése Shapley modelljéhez lényegében csak annyi volt, hogy az ellentmond minden addig elfogadott nézetnek, de ez egymagában nem nagy baj. Eddington, Russell és ő fölhívja a figyelmet arra, hogy a Tejútrendszer közepe felé a gömbhalmazokban mutatkozó feltűnő hiány takaró anyag következménye is lehet. Russell rámutat, hogy a ritkább térbeli csillagsűrűséggel bíró nyílthalmazok nem keletkezhetnek úgy, ahogy Shapley állította, de az ilyen megjegyzéseket inkább a modell kiegészítéseinek kell tekintenünk. Közben a sztellarstatisztikai iskolák követői egyre nagyobb méreteket hoznak ki a Tejútrendszer méretére, de a 100 kpc semmiképpen sem jön ki. A spirálisokról is folyik tovább a vita, van Maanen, O. Lampa-land, Sz. Kosztyinszkij újabb sajátmozgásokat vél észlelni bennük, ami kizárja, hogy a Tejútrendszerrel azonos méretű csillagszigeteknek tekinthes-sük azokat. De ez utóbbi kérdés inkább abból a szempontból volt érdekes, hogy *mik a spirálisok*, s Shapleyt akkor ez már nemigen izgatta: szerinte annak a Nagy Galaxisnak az alrendszerai, ami ezek szerint az egész világot jelenti.

Az ellentábor egyik kiemelkedő képviselője, H. D. Curtis ugyanakkor egyenesen „Shapley 11 nyomorult cefeidájáról” írt, amin az egész kártyavár áll.

Kapteyn és tanítványa, P. J. van Rhijn statisztikai érvekkel kimutatta,

hogy más a cefeida és más a halmazváltozó, amit Shapley cefeidának tekintett, s ez *túl nagy távolságskálára* vezet. A Tejútrendszer régi távolságskálája szerint a spirálisok és a gömbhalmazok egyaránt önálló világszigetek, amelyek a Tejútrendszerrel körülbelül azonos méretűek. R. Aitken azt írta, nehéz elhinni, hogy félmillió, a Tejútrendszerhez hasonló csillagsziget létezik, ekkoriban ugyanis ennyire becsülték a csillagokra felbontható ködök számát, de azért Shapley távolságskáláját sem fogadta el, ami ez alól kihúzta volna a talajt azáltal, hogy a Tejútrendszer egyedülállóan nagy méretével kiemelkedik a spirálisok közül.

Kritikailag összefoglalva mindezeket, megállapíthatjuk, hogy Shapley modelljének maradandó érdeme, hogy egyrészt kitette a Napot a Tejútrendszer középpontjából a szélére, másrészt rámutatott arra, hogy a Tejútrendszer határait gömbhalmazok rajzolják ki. Hibája, hogy (nem gondolván a csillagközi fényelnyelésre) a Tejútrendszer méreteit egy hármaskörrel túlbecsülte, és a megfelelő bizonyítékok begyűjtése, bevárása nélkül (a spirálisokon mérni vélt sajátmozgásoknak túl nagy súlyt adva) a spirális ködfoltokat a Tejútrendszeren belülré helyezte. A Tejútrendszert tehát megalapozatlanul az *egyetlen* létező világszigetté tette. Egyfajta heliocentrikus világmép helyére tulajdonképpen egy *galaktocentrikus világmépet* hozott azáltal, hogy túlbecsülte a Tejútrendszer méreteit és alulbecsülte a többi spirális köd méretét.

Mindezek az eredmények a nullpontjával együtt ismert periódus—fényesség—relációknak voltak köszönhetőek. Talán érdemes megjegyezni, hogy a későbbi kutatások eredményeként Shapley 13 cefeidájából, amelyekből a periódus—fényesség—reláció nullpontját meghatározta, az egyik később nem változónak bizonyult, egy fedési kettősnek, és a maradék 11 cefeida ma ismert periódusa még véletlenül sem egyezik meg a Shapley által használt értékkel! Ezenkívül Shapley nem tett különbséget a halmazváltozók (II. populációs óriáscsillagok) és a cefeidák (I. populációs szuperóriások) között. Eredményei mégis *nagyságrendileg* helyesek mai tudásunk szerint is, és döntő szerepet játszottak abban, hogy a Tejútrendszerről alkotott képünk jelentősen közelebb került a valósághoz.

A nagyságrendi csillagászat nagyságrendileg helyesnek bizonyult, míg a precíziós csillagászat talaján állva még a nagyságrendi pontosságot sem lehetett elérni! Mindezek teljes félreértése volna, ha a hebehurgya nagyvonalúságot akarnánk szembeállítani a pontossággal. A pontosságnak és a nagyvonalúságnak egyaránt megvan a helye, és ott, ahol a természet nem kínál precíziós mérésekkel kikövezett utat, lépünk nagyvonalúan, ha erre lehetőség van, sosem elfelejtkezve persze a kényszerítő körülményekről. Az egész világot ugyanis lehetetlen mérőszalaggal fölmérni, s ha valaki ezt mégis erőlteti, nem jut messzire saját portájától.

## A gömbhalmazok mai szerepe az asztrofizikában

A húszas években Shapley Nagy Galaxisa egyre inkább meghódította a tudományos közvéleményt, a gömbhalmazok pedig kikerültek a rivaldafényből, mivel megtették kötelességüket. Az izgalmas témává, amely körül a legnagyobb pezsgés volt található, a spirális és többi extragalaktikus *ködök* (ahogy Hubble szerette nevezni azokat), illetve a *galaxisok* (ahogy Shapley szerette nevezni őket) váltak. E téma részletei már kívül esnek e cikk keretein, arról azonban még kell egy pár szót szólni, hogy mi történt napjainkig a gömbhalmazok kutatása terén.

Kiderült, hogy Eddington, Russell és Hale megérzése helyesnek bizonyult arról, hogy miért nem láthatók gömbhalmazok a Tejútrendszer közepe felé: az ott levő *gáz és por* takar el a szemünk elől mindent; mindazonáltal a *Baade-féle ablakokban* látható belőlük néhány, arrafelé tehát, amerre minimális mennyiségű csillagközi anyag van a látóirányunkban. A *csillagközi abszorpció* felismerése után a Tejútrendszer méreteit csökkenteni kellett. A halmazváltozók (RR Lyrae csillagok), az I. és II. populációs cefeidák közötti különbség felismerése után is többször módosítani kellett a távolságskálát, s így végül az ötvenes évekre nyilvánvalóvá vált, hogy a *Tejútrendszer egyáltalán nem emelkedik ki méreteivel* a többi spirális galaxis közül, s hogy nála kisebb és nagyobb galaxisok egyaránt vannak.

Gömbhalmazokból a Tejútrendszerben ma mintegy 120 ismeretes, tudjuk róluk, hogy körülbelül *egyenletesen oszlanak el*, tehát semmiféle sűrűsödést nem mutatnak a fősík felé. Pályájuk erősen excentrikus, időnként nagyon megközelítik a Tejútrendszer középpontját. Kinematikailag tehát az *extrém II. populációhoz* tartoznak. Egy-egy esetben *rotációjukat* is sikerült kimutatni. Hertzprung—Russell-diagramjukat jól lehet magyarázni azzal, hogy csillagaik a hidrogént és a héliumot a normális arányban tartalmazzák, a nehezebb elemek pedig erősen hiányoznak belőlük, ha kémiai összetételüket észleltek elliptikus galaxisban olyan forgási tengelyt is, amely nem esik halmazról halmazra a héliumnál nehezebb elemek gyakoriságában.

Vagy 15 tejútrendszerbeli gömbhalmaz fősorozatát is elég jól ismerjük, az elfordulási pontból *koruk* is megkapható. Érdekes, hogy igen kicsi a gömbhalmazok korkülönbsége, úgy tűnik, mintha (csillagászati mértékkel mérve) igen rövid időn belül alakultak volna ki — pár százmillió év alatt. Az „időpont” maga a csillagbelsőkről való ismereteink hiányosságai miatt csak úgy adható meg, hogy valamikor 8—16 milliárd éve volt, és hozzá kell még tenni azt is, hogy körülbelül egymilliárd évvel a gömbhalmazok keletkezése után keletkeztek a ma ismert legöregebb nyílthalmazok (NGC 188, Melotte 66.)

A gömbhalmazok keletkezését homály fedi. Az egyik szélsőséges nézet szerint az Ősrobbanásakor örvénylő anyag fluktuációiból alakultak ki, s esetleges lapultságuk nem valamiféle forgás következménye, hanem az ősi

fluktuációk lenyomata. (Ez így van az elliptikus galaxisoknál is, amelyek megfigyelt forgási sebessége egyáltalán nem magyarázza meg a formájukat: észleltek elliptikus galaxisban olyan forgási tengelyt is, amely nem esik egybe az ellipszoid egyik tengelyével sem.)

A többségi vélemény szerint a gömbhalmazok a *Tejútrendszeren belül jöttek létre*, mielőtt a fősík kialakult volna. Először az extrém II. populáció, a *halo*, egy alig lapult elliptikus galaxis alakult ki, amiben aztán a nagy tömegű csillagok gyorsan elégték és felrobbantak, teleszórták az ős-Tejútrendszert gázzal és porral. Ez azután bezuhant a fősíkba — azért képezve síkot, mert az impulzusmomentum megmaradása miatt nem tudott tömörebbé válni. A gömbhalmazok csillagaiban eszerint a *II. populáció kis tömegű csillagait* látjuk. Megválaszolatlan kérdés, hogy honnan került már a legöregebb gömbhalmazok anyagába is *héliumnál nehezebb elem*. Az Ősrobbanás után tudvalevőleg csak hidrogén és hélium marad számottevő koncentrációval a hűlő anyagban. A hipotetikus III. populáció nyomára, amely ebből a hidrogén-hélium elegyből alakult volna ki, eddig még nem sikerült rábukkanni.

Ma is helyénvalónak tudjuk azt, amit még Shapley ismert fel, hogy a gömbhalmazok legfőljebb csillagnéességük tekintetében hasonlítanak az elliptikus és a *törpe szferoidális galaxisokhoz*: mindegyikben a kései színképtípusú csillagok alkotják a többséget. Azonban a legkisebb elliptikus és törpe szferoidális galaxis mérete is legalább *egy nagyságrenddel* meghaladja a gömbhalmazok méretét. A csillagok *sűrűsége* pedig sokkalta kisebb bennük: rendszerint több nagyságrenddel.

Az *intergalaktikus gömbhalmazok* léte ma is vita tárgya, ugyanúgy mint az, hogy a Tejútrendszerből szakadtak-e le a gyanús jelöltek, avagy azzal egy időben, egymástól függetlenül keletkeztek.

A gömbhalmazok kutatása ma is folyik. A csillagfejlődési elméletek, a változócsillagok, a Tejútrendszer és a csillagrendszerek dinamikájának kutatói egyaránt szívesen használják a gömbhalmazokat számítási eredményeik összevetésére a megfigyelésekkel. A megfigyelések szempontjából pedig fényességük, kompaktságuk miatt hasznosak például a *Világegyetem távol-ságskálájának* felállításához. A bennük levő csillagok, például pulzáló változók és éppen csak stabilis szuperóriások, érdekes kérdéseket vetnek fel a megfigyelések oldaláról is. Sok megoldatlan probléma is van a gömbhalmazokkal kapcsolatban: miért nincs bennük észlelhető mennyiségben por és gáz, miért nem ismerünk fedési kettősöket bennük (valamennyi ismert változócsillaguk pulzáló változó!), s hogy újabbakat is említsünk, például mi a bennük levő *röntgenforrások* magyarázata?

## Pár szó még Shapleyről

A gömbhalmazok nem kis mértékben Shapley munkája nyomán kerültek az asztrofizikai érdeklődés homlokterébe, így hát zárjuk a cikket pár szóval őróla.

Kortársai szerint élénk, szenvedélyes, humoros volt, aki, mielőtt belépett volna egy-egy kutatási területre, nem alázatosan kopogott, hanem az ajtót is lerobbantotta, ha az nagyon útjában volt és sehogyan sem akart nyílni. Emiatt sok személyes súrlódása is akadt, például Hale utódával, W. S. Adamsszel, aki konzervatív, nyugodt, de igen célratörő volt. 1921-ben részben őmiatta távozott Mt. Wilsonról a Harvard Observatóriumba, ahol rövidesen igazgató lett.

Egy külsőség munkastílusáról: volt egy hatalmas, forgatható íróasztala, amelyen nagy paksaméták heverték, s mindig azt a szeletet forgatta maga elé, amelyiknek az anyagával foglalkozni akart. Gondolatai is gyorsan forogtak, nem riadt vissza az értetlenségtől és a nehézségektől. A Nagy Galaxis modelljével óriási tekintélyre tett szert, s ezt ki is használta, néha radikális tudományos újítások védelmezésére, de néha téves vélekedések alátámasztására.

Jelentős népszerűsítő tevékenysége mellett nem tisztán csillagászati kérdésekben is hallatta hangját, szerepelt a közéletben is, pártjára állt az üldözötteknek. (A harmincas években erre sajnos nagyon sok alkalom kínálkozott.) Egyik tanítványa szerint idős korában szívesen idézte az UNESCO alapító okmányában található sorokat: „Mivel a háborúk az emberek agyában születnek, ezért ott kell a béke védelmét létrehozni.”\*

\* A jobb időbeli tájékozódás kedvéért felsoroljuk a cikkben említett tudósokat külön is: Ch. Messier (1730—1817), F. W. Bessel (1784—1846), P. S. Laplace (1749—1827), K. Bohlin (1860—1939), J. Fraunhofer (1787—1826), J. Scheiner (1858—1913), G. E. Hale (1868—1938), A. Humboldt (1767—1857), A. C. D. Crommelin (1863—1939), A. van Maanen (1884—1946), A. S. Eddington (1882—1944), J. Jeans (1877—1946), V. M. Slipher (1875—1969), M. Wolf (1863—1932), J. C. Kapteyn (1851—1922), H. Seeliger (1849—1924), S. Newcomb (1835—1909), H. D. Curtis (1872—1942), H. Shapley (1885—1972), H. N. Russel (1877—1957), Henrietta Leavitt (1868—1921), S. I. Bailey (1854—1931), E. C. Pickering (1846—1919), E. P. Hubble (1869—1953), L. Boss (1846—1912), O. Lampland (1873—1951), Sz. Kosztyinszkij (1867—1936), P. J. van Rhijn (1886—1960), R. Aitken (1864—1951), W. S. Adams (1876—1956).

NUSPL JÁNOS

MTA Csillagászati Kutató Intézet obszervatóriuma  
Baja

## A GRAVITÁCIÓS MEZŐ

Az elmúlt évtizedek egyes csillagászati megfigyelései (pulzárak, kompakt röntgenforrások, kvazárok, aktív galaxismagok) az *erős gravitációs terek* problémáira irányították a figyelmet. Egy neutroncsillag felszínén a nehézségi gyorsulás (tézerősség)  $10^{12}$ -szerese a földi értéknek. Ilyen intenzitás mellett csődöt mond a gravitáció newtoni leírása, amely jól bevált a Naprendszerben. A gravitáció hatásait azonban — a többi fizikai törvénnyel együtt — ismernünk kell ahhoz, hogy megérthessük ezeknek az objektumoknak a tulajdonságait. Mivel közvetlenül nincs lehetőségünk megvizsgálni az igen erős gravitációs tereket, a Naprendszert használjuk laboratóriumnak, jelenlegi lehetőségeinknek megfelelően. A Nap és a bolygók gyenge terében próbáljuk minél pontosabban megismerni a gravitációt, és ez alapján következtetni arra, hogy miként működik az tetszőleges körülmények között.

A. Einstein *általános relativitáselmélete* egy lehetséges elméleti leírást nyújt a gravitációs jelenségekre. Ennek kísérleti ellenőrzése — sajnos — fél évszázadon keresztül alig haladt előre. A hatvanas évektől azonban megváltozott a helyzet, és a hagyományos leírással való szakítást ma már jelentős tapasztalati anyag is támogatja.

Ennek ellenére több tucat *konkurrens elmélet* létezik, amelyek kidolgozását különböző indokok alapján szorgalmazták. Létezőségüket az biztosítja, hogy az eddig elvégzett kísérletek eredményei megfelelő pontossággal leírják. Erős gravitációs tereknél azonban egymástól jelentősen különböző következtetések olvashatók ki a különféle elméletekből, s ezért intenzív elméleti és kísérleti kutatás folyik a helyes leírást nyújtó elmélet megtalálása érdekében.

### Az általános tömegvonzás és a relativitáselmélet

A newtoni törvények szerint bármely két tömeg *meghatározott erővel* vonzza egymást, tehát az asztalomon levő virágcerép és könyv között a tömegük szorzatával egyenesen, és a köztük levő távolság négyzetével fordítottan



arányos erő hat. Két bolygó esetében ugyanilyen vonzás tapasztalható, amely

$$F = f \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2} \quad (1)$$

nagyságú ( $f$  a gravitációs állandó,  $m_1$  és  $m_2$  a bolygók tömege,  $r$  a köztük levő távolság).

A bolygók pályái a kölcsönös zavarok hatására nem lehetnek pontosan az egyszerű kepleri ellipszisek, csak *közelítőleg*. A Naprendszer mozgásainak megfigyelése tehát ilyen értelemben a newtoni gravitációelmélet kísérleti tesztjének tekinthető. Ez a „kísérlet” a megfelelő pontosságon belül igazolta a newtoni alapokon végzett égimechanikai számításokat. (Gondoljunk csak a külső bolygók felfedezésére!)

A bolygók mozgásában csupán a *Merkur* (s kisebb mértékben a Vénusz és a Föld) *perihéliumvándorlásában* mutattak ki parányi eltérést a számított-hoz képest: mindössze 43"/évszázad értékűt. Mivel nem találtak olyan tömeget, ismeretlen bolygót, porfelhőt, amely ezt okozhatta volna, ezért többen az erőtörvény  $1/r^2$ -es jellegének módosítására gondoltak.

A magyarázatot azonban az egész newtoni elmélet *közelítő jellegének* felismerése után találták csak meg. A gravitáció mai elméletei közül az első „működő” — és mindeddig a legsikeresebb — az Einstein-féle általános relativitáselmélet volt. Ennek kidolgozására a speciális relativitáselmélet után felmerült elméleti nehézségek ösztönözték Einsteint. A gravitációról beszélve ezért furcsa, látszólag távoli *elméleti* kérdésekkel is foglalkoznunk kell.

### *Mező, inerciarendszer, relativitás*

A newtoni gravitációs erőtörvény szerint, ha egy tőlünk milliányi fényév távolságra levő csillag elmozdul, annak hatása a ránk kifejtett erőben *azonnal* megmutatkozik. Mi hozta azonban ide az információt, látszólag minden időkéésés nélkül?

Képzeljük el, hogy valamilyen természetfölötti hatalom egy pillanat alatt eltüntetné a tapintható, érzékszerveinkkel felfogható testeket az Univerzumból. Mi maradna vissza? Az anyagtól mentes pusztá tér és idő üres tartálya — mondanák a Newton utáni kor fizikusai, csillagásza. (Az „űr” fogalma pontosan erre utal.) Az *elektromágneses jelenségek vizsgálata* során azonban kiderült, hogy a legnagyobb vákuum esetén sem lesz anyagtól mentes a tér, hanem (legalább egy) folytonos közege: az *elektromágneses mező* tölti ki. A különös „mező” kifejezést éppen az atomos szerkezetű közegektől való éles megkülönböztetés érdekében használjuk.

Egy mező állapotát tetszőleges időpillanatban, a tér minden pontjában értelmezett függvényekkel tudjuk jellemezni. Attól függően, hány és milyen

függvény szükséges a leíráshoz, különböző típusú mezőkről beszélünk. *Skalármező* esetében egy, *vektormező* esetében négy függvényt kell használni. *Tenzormezőről* beszélünk, ha ennél több függvény jellemzi az állapotokat. A komponensek száma mellett jellemző tulajdonsága az egyes mezőknek az is, hogy milyen értékűek lesznek a reprezentáló függvények különböző megfigyelők számára azonos mezőállapot esetén (transzformációs tulajdonság).

A newtoni mechanika törvényei csupán az ún. *inerciarendszerekben* érvényesek megszokott alakjukban. Külső erőhatás nélkül a tárgyak egyenes vonalú, egyenletes mozgást végeznek vagy nyugalomban vannak ezekhez a vonatkoztatási testekhez képest. Az inerciarendszerek mozgásának sebességét mechanikai kísérletekkel nem lehet megállapítani, amint azt már G. Galilei is tudta. A mindenütt és mindenkor jelenlévő elektromágneses mező (mint természetes vonatkoztatási test) azonban látszólag lehetővé tenné az inerciarendszerek hozzá viszonyított sebességének meghatározását.

A. A. Michelson és E. W. Morley ezt próbálta meghatározni a Föld esetében a fény segítségével. A fénysebesség értékének ugyanis *iránytól függőnek* kellene mutatkoznia, ha tényleg meghatározható lenne elektromágneses jelenségek segítségével az inerciarendszerek mozgásának sebessége. Az eredmény azonban negatív volt: a fénysebesség izotrópnak (iránytól függetlennek) adódott.

Einstein ennek magyarázatát abban látta, hogy a térről és időről alkotott fogalmaink csak *közelítőleg* jók, és módosítani kell azokat. Például két inerciarendszerben helyet foglaló megfigyelő *azonos* eseménypárra vonatkozóan *különböző* térbeli távolságot és *különböző* időintervallumot fog mérni.

Hangsúlyozni kell itt, hogy *nem* a méterrudak térbeli deformációjáról vagy az órák pontatlan járásáról van szó (míg a „valódi idő” és „valódi távolság” változatlan maradna). *Minden* óra és *minden* távolságmérő eszközünk azonos módon viselkedik, függetlenül anyagi felépítésétől. A legtermészetesebb módon ezt úgy tudjuk értelmezni, hogy *maga a mérendő mennyiség* változott.

A téridőben a mérőszámokban bekövetkező változások a térre és időre való felbontás különbözőségéből származnak. (Hasonló ez ahhoz, ahogy a sík két pontja közti szakasz vetületeinek értékei mások lesznek, amint elforgatjuk a koordinátatengelyeket.) Az eseményeknél mért  $t$  és  $x$  érték változik ugyan a különböző tehetetlenségi rendszerekben, de az

$$s^2 = c^2 t^2 - x^2 = c^2 t'^2 - x'^2 \quad (2)$$

mennyiség változatlan marad.

A korábban végrehajtott Michelson—Morley-kísérlet csak *közvetett* igazolását jelentette ezeknek a következtetésnek. Einstein gondolatainak közlé-

se idején  $t'$  és  $x'$  közvetlen kimérése a legmerészebb fantáziát is meghaladta. Az elmúlt 80 évben azonban direkt mérések sora igazolta őket.

### Az órák viselkedése

A mai atomórák  $10^{-12}$ -nél jobb relatív pontossággal járnak. Tegyük fel egy órát a  $v$  sebességgel haladó repülőre, s a párja maradjon a földön. Az utóbbi órán mért  $T$  idő múlva leszáll a gép, és összehasonlítjuk a két órát. A relativitáselmélet szerint a repülőn levő óra rövidebb,

$$T' = T\sqrt{1 - v^2/c^2} \quad (3)$$

időt fog mutatni. A relatív eltérés ekkor:

$$n = \frac{\Delta T}{T} = \frac{T - T'}{T} = 1 - \sqrt{1 - v^2/c^2} \approx v^2/c^2 \quad (4)$$

$n > 10^{-12}$  esetén mérni tudjuk ezt a változást, ami azt jelenti, hogy

$$v^2/c^2 > 10^{-12}, \quad (5)$$

azaz

$$v > 300 \text{ m/s} \quad (6)$$

szükséges. Szuperszónikus repülőgéppel kimérték az effektust, és a számított eltérést kapták.

Az atomórák elektromágneses kölcsönhatásban összekapcsolódó kvantum rendszerek. Kérdés, hogy más összetételű órák esetén (például instabil részecskék bomlásában, amelyet a gyenge kölcsönhatás irányít) szintén ilyen viselkedést találunk-e vagy sem?

A müon az elektronhoz mindenben hasonló részecske, amely  $\tau = 2 \cdot 19 \times 10^{-6}$  s várható élettartammal bomlik a  $\mu \rightarrow e + \nu + \bar{\nu}$  folyamatban. Ha „belső órája” a klasszikus képnek megfelelően mutatná az időt, akkor fénysebességgel haladva átlagosan 650 m utat futhatna be, amíg elbomlik. A müonok légkörben 60 km magasságban nagy számban keletkeznek a kozmikus sugárzás hatására, az alsóbb rétegekben viszont nem. A tengerszinten elhelyezett detektorok azonban jelentős számú müont észlelnek, ami csak úgy értelmezhető, hogy a felső rétegben keletkezett részecskék *nem bomlottak el*, kilométernél is rövidebb utat megtéve. A 60 km megtételéhez szükséges idő viszont  $t \cong 2 \times 10^{-4}$  s! Ezt úgy értelmezhetjük csak, hogy a részecske saját rendszerében mért idő kevesebb, mint a földi megfigyelőében mért. A pontos számszerű ellenőrzést nagy energiájú részecskefizikai gyorsítókkal végezték el, amely megerősítette az órák „univerzális viselkedését”.

A tér- és időkoordináták transzformációs képlete (az ún. Lorentz-transzformáció) négy ismeretlen függvényt tartalmaz, amelyek *négy független kísérlet* alapján meghatározhatók. A távolságok és időintervallumok változását tesztelő kísérletek három nevezetes mérésre vezethetők vissza. Ezek a már említett, Michelson és Morley (1887), a Kennedy és Thorndike (1932) és a H. E. Ives és Stillwell (1938—41) által elvégzett kísérletek. Az újabb vizsgálatok alapján az Ives—Stillwell-kísérlet *két* független adatot szolgáltat, így ma lényegében nincs vita a speciális relativitáselmélet alapjait illetően. A precíziós alapkísérletek és a nagy energiájú fizika mindennapi gyakorlata az *egyik legjobban ellenőrzött* fizikai területté tették a speciális relativitáselméletet, igazolták az *elméleti* Lorentz-transzformáció helyességét.

A klasszikus newtoni mechanika és a gravitációs erőtvény ez alapján *módosításra* szorul. Nem lehetnek ugyanis pontosan és egyidejűleg igazak a Lorentz-transzformációval. A mechanikát könnyű módosítani — oly módon, hogy  $n \ll c$  sebességek ( $v/c \approx 0$ ) esetén a hagyományos leírást szolgálta. Ez megnyugtató, mivel kis sebességgel mozgó testek esetében a newtoni mechanika már egész jól bevált, s nem hihetjük, hogy jelentős eltérések adódhatnak.

A kép erőteljesen megváltozik azonban *a sebesség növekedésével*, így alapfogalmainkat módosítani kell. Ennek során több meglepő következtetésre jutunk. Ilyen például, hogy a tömeg- és energiamegmaradás törvénye nem független egymástól. Amikor melegítünk egy gáztartályt, növekszik a tömege. Egy csillag tömege nem az azt alkotó részecskék tömegeinek összege, hanem (a csillag hőmérsékletétől függően) nagyobb annál. Fénnyel megtöltve egy tartályt — annak tömege nem nulla lesz.

A speciális relativitáselmélet kapcsán az előzőekben vázoltak és további megfontolások alapján a következő megállapításokra juthatunk:

- A természeti törvények *azonos alakúak* minden inerciarendszerben (relativitási elv).
- A tér- és időkoordináták a *Lorentz-transzformáció* szerint változnak egyik inerciarendszerről a másokra áttérve.
- Semminemű jel nem mozoghat a fénynél gyorsabban.

### A relativisztikus gravitáció problémája

Az előzőekben vázlatosan áttekintettük azokat a gondolatokat, tényeket, amelyek történetileg elvezettek annak felismeréséhez: a gravitáció newtoni törvényei nem lehetnek igazak *tetszőleges körülmények* között.

A különböző sebességű vonatkoztatási rendszerek kapcsán felismert *tér-idő-szerkezet* egyben minden fizikai törvényre vonatkozóan meghatározott *alaki* követelményt jelent. A fénysebesség mint maximális sebesség például azt jelenti, hogy *mezőknek* kell közvetíteniük a kölcsönhatásokat,  $c$ -nél nem

nagyobb sebességgel. (Pontosabban: ez szolgáltatja a legegyszerűbb megoldást.) A terjedési idő nélkül tetszőleges távol megjelenő — távol ható — gravitációs erő fogalma helyett így keresnünk kell egy megfelelő mezőt.

### A gravitációs mező

A gravitáció newtoni leírásában egy  $U$  skalármezőre való utalást látunk, amit az

$$U(r) = f \frac{M}{r} \quad (7)$$

potenciálfüggvény ír le. Ennek téregyenlete\* nem tartalmaz időfüggést, tehát csupán a forrásoként szereplő  $M$  tömegek átrendeződésekor változhat a mező. Az, hogy nem szerepel az idő az egyenletben, másrészt azt jelenti, hogy Lorentz-transzformációval szemben *nem invariáns*, hatására megváltozik. Könnyen invariánssá tehető azonban kis módosítással.

A  $\Delta = \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$  Laplace-féle operátort a

$$\square \left( = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \right)$$

d'Alambert-félel helyettesítve a téregyenlet Lorentz-invariáns formája.

$$\square U = f \cdot M \quad (8)$$

alakú lesz.\*\* Ennek megoldásai lennének a lehetséges gravitációs mezők.

Időben állandó elrendezéskor ( $\frac{\partial^2 U}{\partial t^2} = 0$ ) ez a hagyományos

$$\Delta U = f \cdot M \quad (9)$$

newtoni eredményeket szolgáltatná (vö. a lábjegyzetekkel). Léteznének viszont a *hanghullámokhoz* hasonló megoldásai is. A kéttestprobléma esetében nem ellipszist kapnánk a pályára, csak közelítőleg, s a fényre *nem* hatna a gravitáció. A Merkúr pályája ez alapján számolva olyannak adódnék, amely messze nem egyezik a tapasztalattal.

Hasonlóan építhető föl egy olyan mezőleírás, amely teljes analógiát mutatna az *elektromágnességgel*, csak nem létezne két ellentétes előjelű töltés.

\* A  $\frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} = f \cdot M$  parciális differenciálegyenlet.

\*\* Az operátor alkalmazása azt jelenti, hogy az  $U$  függvényre végrehajtjuk az operátor által előírt parciális differenciálisokat.

A Newton-féle erőtvény ekkor az elektromos töltések közti Coulomb-erő párja lenne. A mozgó tömeg (impulzus) „áramként” gravitációs „mágneses teret” keltene. Ennek megfelelően például gravitációs Zeeman-effektust kellene tapasztalni. Az elmélet azonban olyan ellentmondásokhoz vezet, ami alapján szintén el kell vetnünk.

A  $4 \times 4$  számmal jellemezhető tenzormező egyszerű alkalmazása önellentmondásra vezet. (A gravitációt keltő testekre például nem hártna a gravitáció!) Ennek kiküszöbölésével az Einstein-féle leíráshoz jutunk, amelyben a megfigyelhető távolságok és idők nem teljesítik a speciális relativitáselméletben szereplő sík téridő követelményeit.

Elégé általános feltételek mellett megmutatható, hogy ha a fény frekvenciája megváltozik a gravitációs térben (amint például a Naptól távolodik), a téridő nem lehet az előzőekben vázolt egységes szerkezetű, és szükségképpen *torzulásokat* kell tartalmaznia. E miatt szokás *görbült téridőről* beszélni a gravitáció relativisztikus leírását nyújtó általános relativitáselmélet kapcsán.

#### *Az einsteini leírás alapja*

A fény frekvenciájának ilyen megváltozása nem volt ismert az általános relativitáselmélet kialakulásának idején. Einstein elméleti okoskodásokból következtetett rá. Mivel érvelt és mire épített?

Ismert tény volt, hogy *a tehetetlen és a súlyos tömeg* minden testnél egyenlő. Eötvös Loránd, és azóta mások, egyre növekvő pontossággal ellenőrizték ezt az állást. (Pontosabban: a kísérletekben a gyorsulások egyenlőségét mérték különböző összetételű testekre, és ebből — a newtoni leírás alapján — következtettek a kétféle tömeg viszonyára.)

A testre ható erő gravitációs térben

$$F = \mu \cdot G \quad (10)$$

alakú.  $G$  a térerősség az adott pontban és  $\mu$  a gravitáló test (súlyos) tömege. A tehetetlen tömeg szorozva a gyorsulással, egyenlő a testre ható erővel:

$$m \cdot a = F = \mu \cdot G \quad (11)$$

Két test gyorsulásának arányát mérve  $G$  kiesik:

$$D = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\mu_1/m_1}{\mu_2/m_2} \quad (12)$$

A kísérletek szerint  $D = 1 \pm 10^{-11}$ , ami alapján a  $\mu/m$  aránya is azonos, a fenti pontosságon belül, minden testre.\*

A gravitációs erők ennek alapján analógiába állíthatók a tehetetlenségi erőkkel. Utóbbiak a testek anyagi minőségétől független gyorsulást hoznak létre, hasonlóan a gravitációhoz. Einstein sejtése az volt, hogy ezek nem csupán hasonlóak, hanem *minden hatásukban ekvivalensek* egymással. Egy zárt kabinban (azt tapasztalva, hogy a testek azonos gyorsulással mozognak) nem tudjuk eldönteni, melyik esettel — gravitációval vagy tehetetlenséggel — állunk szemben, illetve milyen arányban.

Einstein a további vizsgálatokhoz alapelveként feltételezte: a gyorsuló vonatkoztatási rendszer és a gravitációs mező elég kis téridőtartományban *minden fizikai kísérlet szempontjából ekvivalens* egymással. Ezt az *ekvivalenciaelvet* két irányban használhatjuk fel: vagy gyorsuló vonatkoztatási rendszerekben vizsgáljuk a jelenségeket, és ebből állapítjuk meg a *gravitáció* hatásait, vagy gravitációs térben áttérünk egy gyorsuló rendszerre, amelyben „kijetik” egymást a tehetetlenségi és gravitációs erők — ekkor *inerciális rendszert* kapunk, amelyben már ismerjük a törvényeket.

Mindkét esetben szükségünk van annak megadására, miként kell átfogalmaznunk az inerciarendszerben érvényes törvényeinket gyorsuló rendszerben használható alakjukra. A matematika készen szolgáltatja az eljárást erre *a görbe vonalú koordinátákkal* való leírással. Itt fellép egy ún. *metrikus tenzor*, amely lokálisan jellemzi a használt koordinátarendszerünk és az invariáns (a választott koordinátáktól független) geometriai mennyiségek közötti kapcsolatot. Matematikailag ez a tenzor *a gyorsuló vonatkoztatási rendszerre való áttérés hatását* jeleníti meg a fizikai törvényekben, tehát a gravitációt is ennek kell jellemeznie. A gravitációs mező gyorsuló rendszerben csak lokálisan tüntethető el, tehát általánosabb metrikus tenzornak kell leírnia a gravitációt. Általánosabb metrika általánosabb téridőt jelent, amit (a felületek geometriai analógiája alapján) *görbültnek* nevezünk.

### Az ekvivalenciaelv szerepe

Láttuk, hogy Einstein érvelésében az *ekvivalenciaelvnek* alapvető, központi szerepe volt. A gravitáció tulajdonságainak vizsgálatakor tehát kitüntetett figyelmet kell fordítani rá.

\* Érdeemes tudni, hogy a két tömeg arányát *közvetlenül* soha nem mérték! Jó példa ez annak illusztrálására, hogy ne higgyük: csupán a pusztán mérésekből ismerjük fel a természeti törvényeket. A legegyszerűbb műszerleolvasás is tartalmaz már elméleti előfeltevéseket, amelyek alapján értelmezzük, hogy mit is mértünk — kétkarú mérleggel például a tömeget a  $\mu/m$  arány univerzális voltát felhasználva mérjük. . .

## Az ekvivalenciaelv feltételei

Először is pontosítsuk a megfogalmazást. Az Eötvös-kísérlet különböző variációi a különböző testek gravitációs gyorsulásának univerzális egyenlőségét mérik. Ez korlátozottabb állítás, mint amit Einstein megkövetel, s szokás ezért *gyenge ekvivalenciaelvnek* (*GEE*) nevezni. Ennek teljesülése azt jelenti, hogy *mechanikai kísérletekkel* nem tudunk különbséget tenni a gravitációs és a tehetetlenségi erők között. Ebben az esetben mindig áttérhetünk olyan vonatkoztatási rendszerre, amelyben lokálisan a testek erőmentesen mozognak (egyéb kölcsönhatás hiányában).

A *teljes ekvivalencia* teljesüléséhez szükséges feltétel, hogy a rendszer sebessége *tetszőleges* lokális méréssel se legyen kimutatható. Ezt nevezzük *lokális Lorentz-invarianciának* (*LLI*). Példa: egy szabadon keringő űrhajóban a fénysebességnek iránytól függetlennek kell adódnia.

Az *LLI* teljesülése esetén azonban kérdéses marad, hogy *különböző* téridőpontokban felvett ilyen lokális rendszerekben *azonos* eredményeket adnak-e a fizikai kísérletek vagy sem. (Izotrópnak adódhat például a fénysebesség a Föld, illetve a Hold körül keringő két űrhajóban, de ettől *számértéke* még eltérő lehet.) Ennek a feltételnek a megkövetelését *lokális pozícióinvarianciának* (*LPI*) nevezzük. Csak mindhárom fenti elv (*GEE* + *LLI* + *LPI*) érvényessége esetén teljesül az *Einstein-féle ekvivalenciaelv* (*EEE*).

Schiff, amerikai fizikus az Eötvös-kísérlet kapcsán arra a sejtésre jutott, hogy az *LPI* vagy az *LLI* sérülése esetén a *GEE* is sérülne. Gondolatmenetének lényege az, hogy amennyiben ezek nem teljesülnek, akkor a különböző kölcsönhatások *eltérő módon* járulnak hozzá a tehetetlenséghez és a gravitációs csatoláshoz, ami viszont *mérhető eltérést* okozna az Eötvös-típusú kísérletekben. Ha ezt a sejtést sikerülne igazolni — az Eötvös-kísérletből következne a gravitáció einsteini leírása.

A *gravitációs vörösetolódás* szintén az *EEE* tesztjét szolgáltatja. Einstein eredetileg a teljes elmélet kísérleti ellenőrzésére javasolta, ma azonban tudjuk, hogy az *EEE* részei *nem* teljes mértékben függetlenek egymástól, így további vizsgálatok szükségesek az elmélet logikai struktúrájának teljes tisztázásához.

Az *EEE* teljesülése esetén érveket lehet felhozni, amelyek alapján igen nagy valószínűséggel következik, hogy a gravitációs mezőt a *téridő metrikus tenzora* reprezentálja (azaz: a gravitáció azonos a téridő geometriájával, illetve annak görbült jellegével). Bizonyítani ezt természetesen nem lehet, csupán azt lehet megmutatni, hogy ebben az esetben az *EEE*-nek teljesülnie kell (vagyis szükséges, de nem elégséges a feltétel). Ez minden elmélettel így van: tetszőleges számú tapasztalat is csak közelítőleg igazolja, viszont egyetlen ellentmondó eredmény megcáfolja. Newton elméletének „bizonyítását”



a sikeres alkalmazhatóság jelenti. A kísérletek, amelyek eltérő eredményt adnak, cáfolják az elméletet univerzális érvényességét, s kijelölik az alkalmazhatóság határát.

### A GEE ellenőrzése

Nézzük meg, milyen tapasztalati tények állnak az *EEE* mögött. Természetesen az Eötvös-kísérlet különböző változatai, amelyek a *GEE* ellenőrzését szolgálják. Braginszkij és Panov mérték különböző összetételű testekkel (az ún. moszkvai kísérlet) az

$$n = 2 \cdot \frac{|a_1 - a_2|}{|a_1 + a_2|} \quad (13)$$

értéket, ahol  $a_1, a_2$  a két test gyorsulása. Eredményük a jelenlegi legpontosabb érték a *GEE*-tesztek között, amely szerint:

$$n < 10^{-12}. \quad (14)$$

Az *LLI közvetlen kísérletei igazolása* jóval szegényesebbnek tűnik. Lényegében minden nagy energiájú részecskefizikai kísérlet ellenőrzi, de nem valódi értelemben. Ezek ugyanis *gyenge gravitációs térben* (Föld) csupán a Lorentz-transzformációval összekötött *lokális rendszerek* létezését tesztelik. (Azaz: a természeti törvények a gravitáció „kikapcsolásával” az inerciarendszerben érvényes alakjukat veszik fel.) Nem garantálják viszont, hogy ezek a lokális inerciarendszerek egyben *szabadon eső rendszerek* is. Amit az *EEE* követel az ugyanis az, hogy a szabadon eső űrhajó egyben tehetetlenségi rendszer is legyen, tehát az elektrodinamika törvényei a Maxwell-féle alakban legyenek használhatók.

Egy nagy pontosságú *közvetlen ellenőrző kísérlet* is ismerünk (Hudges és Drever). A  ${}^7\text{Li}$  mag  $J = 3/2$  impulzuszórájú állapota külső mágneses térben felhasad négy, egyenlő energiakülönbségű állapotra. Ha a térbeli izotrópia (és így a Lorentz-invariancia) sérülne, akkor az egyes állapotok közötti energiakülönbség eltérő lenne, ami másként a tömeg *anizotrópiáját* jelentené. A kísérlet szerint:

$$|dm^{ij}| < 1,7 \times 10^{-16} \text{ eV}, \quad (15)$$

ami igen valószínűtlenné tesz egy ilyen sértést.

## Az LPI tesztelésére

a vöröseltolódási kísérletek és a természeti konstansok (fénysebesség, gravitációs állandó, Planck-hatáskvantum stb.) állandóságának vizsgálata nyújt módot. Ezek a legpontosabb értékek. Jelenleg csupán becslések tehetők, de egyetlen tapasztalati adat sem utal arra közvetlenül, hogy ezek jelentősen változnának.

### A gravitációs vöröseltolódás

könnyen megérthető az ekvivalenciaelv alapján. Gyorsuló űrhajó egyik végén indítsunk el egy  $\mu$  frekvenciájú fotont. Amikor a foton eléri a szemközti falat, az  $v$  sebességgel gyorsabban halad már, mint a foton indulásakor. A forrás és a megfigyelő relatív sebessége esetén *Doppler-effektus* lép fel, s az észlelt frekvencia  $\mu'$  lesz. A fal másodrendű kis elmozdulását elhanyagolva a fény  $t = H/c$  idő alatt futja be a két megfigyelő közötti  $H$  utat. Az észlelt sebessége így (ha  $a$  gyorsulással mozog az űrhajó):

$$v = a \cdot t = a \cdot H/c \quad (16)$$

A Doppler-eltolódás értéke a szokásos módon:

$$1 + z = v'/v \cong 1 + v/c \cong 1 + a \cdot H/c^2 \quad (17)$$

Hasonló eredményre jutunk, ha egy  $E$  energiájú ( $v = E/h$  frekvenciájú,  $h$  a Planck-állandó) foton szabadesését vizsgáljuk gravitációs térben.

Mekkora effektus várható földi körülmények közt, ahol  $g = a = 10$ ,  $H = 10^7$ ?

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cong \frac{gH}{c^2} \cong \frac{100}{10^{17}} \approx 10^{-15} \quad (18)$$

Ez rendkívül kis érték! 1000 m hullámhosszúságú foton esetében 1 pikóméter változást kellene kimutatni. Ennek mérésére senki nem gondolt az elmélet megszületésekor. Az elmúlt fél évszázad során azonban megszületett az a mérési technika, amelynek segítségével lehetségessé vált az ilyen kis változások kimérése. A módszer alapja a *Mössbauer-effektus*, amellyel az  $^{57}\text{Fe}$  atommag 14.4 keV-os gamma-átmeneteit tanulmányozták.\* Pound és Rebka majd Pound és Snider által végrehajtott kísérlet egy százaléknál pontosabban igazolta a gravitációs vöröseltolódás értékét, illetve magát a ténytet.

\* Hatására gyorsuló rendszerben az igen éles, atomi *rezonanciaátmenet* megszűnik, hiszen változik a  $\gamma$ -kvantum frekvenciája.

Brault a nátrium  $D_1$ -vonalát használta a Nap szinképében a méréshez. A nagyobb gravitációs gyorsulás és távolság növeli az effektus várható nagyságát, a magas hőmérséklet miatti véletlenszerű Doppler-kiszélesedés viszont csaknem kimeríthetlenné teszi azt. A zaj megfelelő szűrésével Braultnak mégis sikerült az eltolódást kimutatnia a Nap spektrumában is.

A gravitációs vöröseltolódás annak kifejeződése, hogy óráink eltérő ritmusban járnak a különböző gravitációs potenciálú helyeken („idődilatáció”). A tengerszinten és a Himalája csúcsán elhelyezett két óra eltérő frekvenciával fog működni. A *Gravity-Probe*—*A kísérletben* egy Scout—D típusú rakétával 10 000 km-es magasságba emeltek egy hidrogénmérő-órát, s összehasonlították járását a felszínen maradt párjával. Így  $10^{-4}$ -nél nagyobb pontossággal igazolták a gravitációs vöröseltolódás értékét. (A mai atomórák gyártói felhívják a felhasználók figyelmét: az UT-skála beállítása-kor figyelembe kell venni a helyi gravitációs tér potenciálját!)

A fenti kísérletben a különböző típusú óráknak azonos viselkedést kell mutatniuk az *LPI* érvényessége esetén. Ez csak akkor teljesül, ha az egy helyen elhelyezett, de különböző felépítésű órák változó gravitációs térben azonos fázisban járnak. Ilyen gravitációs térnek a Nap által keltett mezőt használva, valamint hidrogénmérő- és ún. SCSO- (superconducting-cavity stabilised oscillator) órákat alkalmazva, szintén ellenőrizhetjük a vöröseltolódást. Az *EEE* által adódó  $z$  értéktől való eltérést a

$$z = (1+a) \frac{\Delta U}{c^2} \quad (19)$$

alakba felírva, a kísérlet alapján:

$$|a| \leq 1,7 \times 10^{-2} \quad (20)$$

E kísérletek megerősítik Einstein sejtését (ekvivalenciaelvét). Ez azt jelenti, hogy a gravitáció hatását az egyéb fizikai jelenségekben egyetlen *tenzormezővel* reprezentálhatjuk, amelyet a téridő metrikájával azonosítunk. Ez a mező minden anyagi mezőre azonos módon hat.

Megjegyezzük, hogy az *EEE* teljesülése egy érdekes kísérleti lehetőséget ad kezünkbe. A gravitáció hatásait ugyanis ez alapján gyorsuló vonatkozási rendszerekben is tanulmányozhatjuk. Készíthetünk például egy centrifugát, amelyben a forgástengelytől távolodva egyre erősebb „gravitáció” uralkodik a fellépő tehetlenségi (centrifugális) erő következtében.

Nem tudjuk még, hogy az *ilyen módon kelti* a gravitációs mező állapotváltozásait, mi a forrása? Részt vesznek-e a metrika kialakításában olyan fizikai terek, amelyek *közvetlenül* nem csatolódnak más mezőkhöz, és ezért direkt hatásukat nem tapasztaljuk? A tehetlenség relativisztikus változása és a *GEE* kapcsolata szintén nem tisztázott problémát jelent ezen a ponton.

## A forrás problémája

Newtonnál a *tömeg* volt a gravitáció forrása. Egy részecske tömege és tehetetlensége — mint láttuk — kis sebességek esetén jó közelítéssel egyenlő. A *GEE*-t ellenőrző kísérletekben a tehetetlenség a *sebesség* függvénye, tehát a gravitációs mezőhöz való csatolásnak is pontosan ilyennek kell lennie a newtoni közelítésben ahhoz, hogy minden test gyorsulása azonos legyen. A részletes analízis azt mutatja, hogy az ún. *energia-impulzustenzor* a tömeg legtermészetesebb általánosítása.

A tömeg a relativisztikus általánosításban (a négy téridő-koordináta bevezetésének megfelelően) az ún. *négyes impulzussal* fejezhető ki. A négyes-impulzus első komponense az anyagi pont energiáját, a másik három pedig impulzusát képviseli. Folytonos közegek, például folyadékok, mezők esetében (amelyek egyenletesen elosztva szintén hordoznak energiát és impulzust) a megfelelő *sűrűségértékkel* írjuk le a rendszert. Az energia és impulzus megmaradása azt jelenti, hogy nincs forrásuk, áramlásuk viszont lehetséges: egy adott térfogatban például az energia megváltozása egyenlő a határoló felületen ki-, illetve beáramlott energiamentységek különbségével. Az energia áramlását az *impulzus* ( $p = mV = Ev/c^2$ ) írja le. Az impulzus árama pedig a felületegységre ható erő, azaz a *feszültség*. Ezeket egy mátrixba foglalva az energia-impulzustenzor reprezentánsát kapjuk:

$$T = \left( \begin{array}{c|cccc} T_{00} & T_{01} & T_{02} & T_{03} \\ \hline T_{10} & T_{11} & T_{12} & T_{13} \\ T_{20} & T_{21} & T_{22} & T_{23} \\ T_{30} & T_{31} & T_{32} & T_{33} \end{array} \right) = \left( \begin{array}{c|c} \text{energia} & \text{impulzus} \\ \hline \text{energiaáram} & \text{impulzusáram} \\ \hline (\text{impulzus}) & (\text{feszültség}) \end{array} \right) \quad (21)$$

Amikor nincsenek nagy feszültségek (nyomások), a  $v \ll c$  esetben a  $T_{00}$  tag mellett elhanyagolható a többi. Egymással nem kölcsönható tömegpontok esetén (por) az együtt mozgó megfigyelő  $T_{00}$  kivételével az összes többi  $T_{ik}$  értéket nullának találja. Ez a newtoni leírás legjobb közelítése: ebben az esetben a forrás tényleg a tömeg lesz.

Általános esetben a  $T$  tenzor tetszőleges  $T_{ik}$  tagja jelentős és meghatározó lehet a forrás szempontjából. Ebből a tekintetből talán a *feszültség gravitációt keltő hatása* a legmeglepőbb. Összefoglalóan azt mondhatjuk azonban, hogy az energia-impulzustenzor mindenképpen meghatározó módon vesz részt a gravitáció keltésében.

## A téregyenlet problémája

A kérdés az, hogy a mezőt leíró metrikus tenzort *milyen egyenlet* köti össze a forrással. Erre a problémára Einstein abban látta a megoldást, hogy olyan egyenletet kell választani, amely *automatikusán biztosítja az energia és impulzus megmaradását*. Ez tényleg megtehető, ha  $T_{ik}$ -t arányosnak vesszük egy, a *téridő geometriáját* jellemző tenzorral. Ebben alkalmasan választva az arányossági tényezőket, a newtoni téregyenleteket kapjuk vissza a megfelelő közelítésben.

Ezek alapján (a fenti tenzor komponenseit szimbolikusan jelölve, amelyek valójában mind egy-egy bonyolult differenciál-operátort takarnak) Einstein híres téregyenlete a következő:

$$R_{ik} - \frac{1}{2} \cdot R g_{ik} = \kappa T_{ik} \quad (22)$$

( $\kappa$  az  $f$  gravitációs állandót is tartalmazó arányossági tényező,  $i$  és  $k = 0, 1, 2, 3$ ).

A Brans–Dicke-féle skalár-tenzor-elméletben például  $\kappa$  nem állandó, hanem egy  $\kappa$  skalármező adott pontbeli értéke. Különböző indokok alapján az einsteini elmélet rendkívül sok ilyen típusú bővítését dolgozták ki. Ezek abban térnek el egymástól, hogy a fenti  $\kappa$  mezőhöz hasonló tereket tartalmaznak, amelyek *eltérő dinamikai egyenleteket* elégítenek ki, s részt vesznek a  $g$  metrikus mező keltésében.

Kísérleti szempontból tehát *a metrika pontos ismerete és meghatározása* segíthet annak eldöntésében, hogy melyik elmélet nyújtja a helyes leírást. A newtoni határesetben ezek az elméletek azonos eredményre vezetnek, és sok közülük összefér a jelenlegi kísérletek eredményeivel. A köztük való választás viszont igen fontos abból a szempontból, hogy az egyes elméletek *erős terek* esetén már jelentősen különböző eredményre vezetnek. Ilyen terek azonban csak olyan *asztrofizikai objektumokban* léteznek, amelyek szerkezetét kevéssé ismerjük, s a gravitáció alapvetően beleszól a bennük lejátszódó folyamatokba. Közelebbi megismerésükhöz tehát előzetesen ismernünk kellene a gravitáció törvényeit. Ehhez viszont csak egyetlen laboratórium áll rendelkezésünkre, ahol méréseket végezhetünk: a Naprendszer.

## Egy csillag gravitációs tere

Mielőtt rátérnénk a Naprendszerben elvégzett kísérletek eredményeire, nézzük meg, mi módosul az előttünk álló newtoni képen, amikor egy *erős gravitációjú* égitest terét vizsgáljuk.

Észrevehető eltérést a nagy sűrűségű objektumok közelében fogunk tapasztalni. (A Nap és egy fehér törpe gravitációs hatása távolról vizsgálva

egyformán gyenge, s itt jelentős különbséget nem láthatunk.) Amint közeledünk a mező forrásához, az eltérések egyre intenzívebbé válnak mind a newtoni elképzelésekhez képest, mind a különböző égitestek sajátosságainak megfelelően.

### A klasszikus kép

Newtonnál az *egyedülálló, gömbszimmetrikus tömegeloszlású csillag* által keltett gravitációs mező szintén gömbszimmetrikus lesz, és hatásait kizárólag a teljes tömeg határozza meg. Az  $R$  sugarú égitesten kívül, annak középpontjától távolodva ( $r > R$ ) a térerősség folyamatosan csökken:

$$G(r) = f \frac{M}{r^2}. \quad (23)$$

Az objektum felszínétől a középpont felé haladva ( $r < R$ ) szintén csökken a nehézségi gyorsulás, és értéke csupán az  $r$  sugarú gömbön belül található anyag teljes tömegétől függ. Egyenletes sűrűségeloszlás esetén például:

$$G(r) = f \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 \rho}{r^2} = f \frac{4\pi}{3} \rho r. \quad (24)$$

A belső mozgások, áramlások sem hoznak létre változást a külső gravitációs mezőben, ha közben a tömeg sűrűsége mindenütt állandó marad az égitest (csillag) belsejében. A fenti egyszerű kép módosul kicsit, amikor *nem tökéletesen gömbszerű testeket* (mint például a Föld) vizsgálunk. Az égitestek szerkezetétől függő különbségek egyedül a *belső tömegeloszlás eltéréseiből* adódnak. Hangsúlyozzuk azonban, hogy *nem* a newtoni gravitáció törvénye más ezekben az esetekben, csupán a csillagot alkotó részecskék eloszlástól függő együttes hatása lesz más.

A gravitáció különböző metrikus elméletei egymástól eltérő képet adnak egy csillag gravitációs környezetéről (ezek részletezésére sajnos nincs módunk ezen a helyen), döntő vonásaikban azonban hasonlóak az általános relativitáselmélet eredményeihez, amelyek fő jellegzetességét vázoljuk a következőkben.

Mivel a  $T_{ik}$  energia—impulzus-tenzor a gravitáció forrása, amely az energiasűrűségeen kívül az anyag áramlását és a feszültségeket (nyomásokat) is tartalmazza, ezért több esetet kell külön megvizsgálni.

Egy göbbszimmetrikus csillag, amely statikus vagy legfeljebb sugárirányú áramlások vannak benne, az ún. Schwarzschild-típusú gravitációs mezővel rendelkezik a külső térben. A Napunk nem ilyen (például kissé lapult), de az eltérések olyan kicsik, hogy a fenti mező sok tekintetben jó közelítése annak, amelyet a Nap hoz létre.

Minél távolabb vagyunk a csillag középpontjától (és  $r > R$ ), annál jobb az egyezés a newtoni leírással: ebben az esetben is egyetlen  $M$  paraméter jellemzi a mezőt, amelyet a tömeggel azonosítunk. (Ennek a paraméternek a csillagot alkotó részecskék tömegeitől és impulzusaitól függő bonyolult szerkezetét illetően csak emlékeztetünk a speciális relativitáselméletnél mondottakra.) Egy tetszőleges göbbszimmetrikus forrás tehát — külső terét tekintve — tömegponttal helyettesíthető éppúgy, mint Newtonnál.

Amikor a csillag anyaga egy jól kijelölhető gömbön, az ún. eseményhorizonton belül helyezkedik el, akkor a fény sem léphet ki ezen keresztül. Az ilyen objektumot nevezik fekete lyuknak. Durván arról van ilyenkor szó (a szokásos terminológiát használva), hogy a szökési sebesség nagyobb lesz az erős gravitáció miatt, és eléri a fénysebességet, tehát semmi, még a fény sem képes eltávolodni a végtelenbe.

### Forgó csillag

A newtoni elméletben független volt a külső tér attól, hogy a csillag forgott-e vagy sem. A relativitáselmélet szerint a kialakuló mező más egy forgó objektumra, mint egy állóra. (Ilyenkor az Einstein-egyenletek megoldásakor kapott metrikus komponensekben fellép az  $M$  tömeg mellett a forgást jellemző impulzusmomentum is.)

Egy távoli megfigyelő göbbszimmetrikus, Schwarzschild-típusú teret észlel,  $M$  tömeggel. A forráshoz közeledve azonban már a forgás hatása is megmutatkozik, ami a newtoni elméletben teljes egészében ismeretlen volt. Az előző statikus esettől eltérően a  $g_{ik}$  metrika további komponensei vesznek fel nullától különböző értékeket. Természetesen ilyenkor is kialakulhat fekete lyuk.

Nem szimmetrikus, bonyolultabb csillagstruktúrák felé haladva egyre összetettebb mezők alakulnak ki. Ezek azonban időben nem állandók, és fejlődésük során egyre szimmetrikusabbá válnak.

Ami a csillagászat szempontjából izgalmasabb, de jóval nehezebb problémát jelent, az a gravitáció hatása az objektumok belsejében. Nagy térerősségnél ez nemcsak abban mutatkozik meg, hogy összetartja annak anyagát és befolyásolja a kialakuló áramlásokat, hanem a lejátszódó mikrofizikai folyamatokba is döntően beleszól. Sok részletet sikerült már megismerni például a fehér törpék stabilitásával, pulzációs frekvenciájával vagy a neutron-

csillagok struktúrájával, rezgési periódusaival kapcsolatban. Sajnos a relativisztikus asztrofizika ezen eredményeit szintén nincs módunkban itt most bemutatni.

### Metrikus elméletek tesztjei

A különböző metrikus elméletek azonos anyageloszlás esetén eltérő  $g_{ik}$  metrikus mezőt szolgáltatnak. Gyenge tér és kis sebességek esetén (ilyen a Naprendszer is) azonban egységes alakban írható fel a téregyenletek megoldásaként adódó metrika. A különböző elméletekből származó tagokat (potenciálok) ismeretlen szorzóval vesszük figyelembe. Ezek értékét a paraméteres  $g$ -vel számított és a mért adatok alapján határozzuk meg.

Ilyen típusú „kisérlet” a fény elhajlásának mérése és a Merkúr perihéliumának vándorlása.

#### *A fény elhajlása a Nap mellett*

A Nap mellett közvetlenül (súrolva) elhaladó fény esetén a metrikus elméletek szerint:

$$\Delta \Theta = \frac{\gamma + 1}{2} \cdot 1,75 \quad (25)$$

látszólagos irányváltozást kell tapasztalnunk. A  $\gamma$  értéke *eltérő* a különböző elméletekben, s így az elhajlást mérve (elvileg) választani tudunk közöttük. Az elméletek egy egész csoportja azonban  $g$  első közelítésekor a tapasztalattal egyező paraméterértéket ad, illetve az elmélet szabad paramétereinek megfelelő választásával ez az egyezés elérhető.

A teljes napfogyatkozások alkalmával ismételten elvégzett optikai megfigyelések egyre javuló pontosságú eredményeket szolgáltatnak  $\gamma$ -ra. Ezekből a jelenlegi legjobb érték:

$$\gamma = 0,9 \pm 0,22 \quad (26)$$

A VLBI-technika alkalmazásával nagyságrendekkel pontosabb eredményeket lehet elérni a rádiótartományban. A jelenleg elfogadott mért érték:

$$\gamma = 0,985 \pm 0,02 \quad (27)$$

Megjegyezzük, hogy az általános relativitáselméletben  $\gamma = 1$ .



### A Merkúr perihéliumának elfordulása

pontosságban jelenleg a naprendszerbeli tesztek sorának végén áll — ellen-  
tétben a húszas évekkel. Ennek értéke

$$\omega = 42,95 \text{ L/évszázad}, \quad (28)$$

ahol

$$L = \frac{2 + 2\gamma - \beta}{3} + 3 \times 10^3 J_2, \text{ Nap}. \quad (29)$$

A  $J_2$  lapultság értéke körül viták folynak. Dicke és Goldenberg igen nagy  
értéket kapott erre:

$$J_2 = 2,47 \times 10^{-5}. \quad (30)$$

Ekkora  $J_2$  3"-nél nagyobb járulékot adna évszázadonként, ami jelentős  
érték. Ekkor az általános relativitáselméletből számított érték kívül esik a  
hibahatáron és a *Brans—Dicke-elmélet* írja le helyesebben a gravitációt.  
A  $J_2$  értéke körüli viták azonban nem zárultak le. Valószínűtlennek tekintik  
a fenti értéket, mivel más mérésekből:

$$J_2 = 0,10 \pm 0,43 \times 10^{-5} \quad (31)$$

adódik, amely  $\omega$  változásában egy nagyságrenddel kisebb értéket jelent.

Ezeknek a problémáknak a kikerülését jelentené, ha *különböző* bolygók  
perihéliumpontjának vándorlását vizsgálnánk. A relatív értékekből ekkor  
kiesik a  $J_2$ . A radarmérések ehhez még nem elegendően pontosak, de néhány  
év múlva várható eredmény ilyen módon is. A NASA tervezi ezenkívül egy  
műhold Nap körüli pályára állítását (Star-Probe-program), amely segítségével  
 $J_2$  értéke szintén nagy pontossággal lenne meghatározható.

Az  $L$ -ben szereplő másik tag elég jól ismert:

$$\frac{2 + 2\gamma - \beta}{3} = 1,003 \pm 0,005. \quad (32)$$

(Az általános relativitáselmélet 1-et ad erre.)

## A futási idő lassulása

A fény nem csupán irányát változtatja meg a térben a Nap mellett elhaladva, hanem a földi megfigyelő által mért *sebessége* is más lesz.\* Ennek következtében a jel futási idejét mérve következtethetünk  $g_{00}$ -ra, ami a már említett  $\gamma$  meghatározását jelenti. A mérés lényege az, hogy a Nap mellett lassabban elhaladó jel látszólag később érkezik a megfigyelőhöz — úgy, mintha távolabbról indult volna. Ha ismerjük a forrás pályáját, akkor ebből a látszólagos torzulásból megállapítható az időkéésés. Értéke ezen mérések szerint  $10^{-3}$ -as pontossággal 1-nek adódik. A mérésekben először *passzív radar visszhangot*, majd aktív *űrszondákat* (Mariner—6, —7, —9 és Viking) használtak.

## Egyéb lehetőségek

Ezek a kísérletek lényegében a forrás *tömegét*, illetve a mező *Schwarzschild-jellegét* mérték. A metrika impulzuszómomentum által keltett *nem-diagonális tagjait* egy pörgettyűvel tudjuk kimérni. A pörgettyű forgástengelyének precessziójából következtethetünk a mezőre. A készülék poláris pályán keringene a Föld körül. A pálya síkjában, illetve arra merőlegesen elhelyezkedő forgástengelyeknél különböző precessziót várunk. (A merőleges helyzet különösen érdekes, mivel ez a *lokális Lorentz-invarianciát* is tesztelné, azaz az esetleges kitüntetett vonatkoztatási rendszer létét.) A NASA terveiben 1986-ra tervezik az előzetes próbát az űrrepülőgépen. Ha ez sikeresnek bizonyul, akkor még az évtized vége előtt várható a *Gravity-Probe—B* felbocsátása.

Ezektől eltérő jelenséget ellenőriznek a *Holdon elhelyezett lézertükrök* segítségével. Az Eötvös-kísérletben *elhanyagolható* saját gravitációjú testeket vizsgáltak csak: egy ilyen tárgy saját gravitációs energiájának aránya a teljes energiájához képest közelítőleg  $10^{-25}$  nagyságrendű, nem így a csillagászati objektumok esetében. Feltehetjük a kérdést: a saját gravitációs energia is azonos mértékben járul-e hozzá a tehetetlenséghez és a gravitáló tömeghez vagy sem? Másként megfogalmazva: egy szabadon keringő űrhajó belsejében a gravitáció törvényei is függetlenek a külső tértől (a többi fizikai törvényhez hasonlóan), vagy sem?

Nordtvedt kimutatta, hogy az *EEE* ilyen általánosításának sérülése esetén a *Hold mozgásában* egy közel 1000 cm-es amplitúdójú és  $n_1$ — $n_2$  frekvenciájú zavart kell találnunk. (Itt  $n_1$  a Hold középmozgása a Föld körül,  $n_2$  a Földé a Nap körül.) A lézertükrök segítségével 10 cm-es pontossággal

\* Optikai analógia alapján világos a kapcsolat, hiszen egy lencsén áthaladva azért változik meg a fénysugár útja, mert más az üvegben a fénysebesség. Érdekes, hogy Shapiro csak a hatvanas években vette észre ezt az effektust.

követik a Hold mozgását, de a jelzett effektust nem rögzítették. Ez a kísérlet azért nagy fontosságú, mert az ismert metrikus elméletek közül egyedül az általános relativitáselméletben teljesül az ekvivalenciaelv jelentős saját gravitációval rendelkező testekre!

Összegezve elmondhatjuk, hogy *a kísérletek nem mondanak ellent az általános relativitáselméletnek*. Más elméletek szintén a mérési hibahatáron belül írják le az ismert jelenségeket, ezért a megfelelő gravitációs elmélet kiválasztásához további tapasztalatokra, kísérleti situációk keresésére van szükség.

### *Gravitációs hullámok*

Az elméletek, amelyek jó egyezést mutatnak az eddig elvégzett kísérletekkel, *hullámjellegű megoldásokat* szolgáltatnak — hasonlóan ahhoz, mint az elektromágnességnél a Maxwell-egyenletek. Ezek a hullámok a gravitációs mező (metrika) fénysebességgel terjedő, forrásokról leszakadó zavarai. A Hertz-kísérlet gravitációs megfelelőjének elvégzésére azonban a belátható jövőben nincs reményünk. *Az asztrofizikai forrásokból* származó gravitációs hullámok detektálása azonban lehetségesnek tűnik. Ezek a kísérletek egyrészt igazolnák e hullámok létezését, és vizsgálnák azok tulajdonságait, másrészt az elektromágnesség mellett egy új eszközt adnának a kezünkbe az Univerzum kutatásához.

Egy hullám detektálása elvileg úgy történhet, hogy például a *Föld—Hold-rendszer távolságát* mérjük lézerrel. Amikor a téridő-metrikának egy zavara végigsöpör a rendszeren, a mért távolságban egy *hirtelen kiugrást* kell tapasztalnunk valamilyen irányban. Reálisan ez az elrendezés nagyon érzéketlen lenne, ezért más módszereket próbálnak használni a hullámok kimutatására, de az elv azonos. Közvetlen módon mindeddig nem sikerült gravitációs hullámot kimutatni.

1974-ben az arecibói rádióteleszkóppal Hulse és J. H. Taylor felfedezett egy kettős rendszerhez tartozó pulzárt a Vízöntő csillagképben (PSR 1913+16). A pulzár jeleinek pontos beérkezési idejét (tehát nem csupán frekvenciáját) éveken keresztül rögzítve, *a keringési periódus csökkenését* tapasztalták. A rendszerről ismert adatok alapján ezt nem tudjuk másként értelmezni, mint úgy, hogy a pulzárrendszer *gravitációs hullámokat* sugároz ki, és az ezek által elszállított energiaveszteség miatt változik a pulzár pályája. Az eredmények jó egyezést látszanak mutatni az általános relativitáselmélet alapján számolt értékkel. Megjegyezzük azonban, hogy ez csupán *közvetett bizonyítékát* adja a gravitációs hullám létének, és ezért megfelelő óvatossággal kell kezelni.

## Összefoglalás

A gravitáció newtoni leírásában az általános tömegvonzás csupán a *testek térbeli mozgását* irányítja, alakítja. Az einsteini ekvivalenciaelv alapján felismertük, hogy a *fényre (elektromágnességre)* is hat a gravitáció. Ezt látjuk a Nap mellett elhaladó fénysugár pályájából és frekvenciájának megváltozásából. Az elmúlt években felfedezett *gravitációs lencsék* szintén egy szép példáját nyújtják ennek. Az ekvivalenciaelv azonban ennél többet mond: a fizikai jelenségek *minden* területén jelentős befolyást gyakorolhat a gravitáció a téridő szerkezetének alakításával. A *mikrorészecskék fizikájában* ez a hatás elenyésző környezetünk gyenge terében. Ennek ellenére ilyen esetben is sikerült kimutatni a gravitáció hatását *neutronhullámok interferenciájával*.

A gravitáció ilyen jellegű megnyilvánulásairól tudunk, ezek ugyan jelentőségükben elhanyagolhatók, még az általában megszokott csillagászati körülmények között is, erős gravitációs terekben azonban meghatározóakká válhatnak.

Az elmúlt néhány évtized során a beporosodott égimechanika felébredt Csipkerózsika-álmából, és új, hatékony módszerekkel próbálja megválaszolni a Naprendszer mozgásainak megoldatlan problémáit. Ezekben a kutatásokban megfelelően jó közelítést nyújt a newtoni leírás. Ezzel a megújulási folyamattal párhuzamosan a gravitációs jelenségek kutatása a csillagászat egyéb területeire is kiterjedt.

DANKÓ SÁNDOR

## AMATŐRMOZGALOM II.

### Amatőr csillagászat és ismeretterjesztés

A jelenlegi amatőrmozgalom alapvető jelenségei aligha érthetők meg Kulin György munkásságának ismerete nélkül. Ő vállalta fel, hogy megteremti azt a *mozgalmat* (és elsősorban a mozgalmat, csak másodsorban a szervezetest), amelyik harcba száll a társadalom csillagászati kultúrájának megteremtéséért, fejlesztéséért. Fáradtságot nem ismerő lelkes munkája százakat, később ezreket állított a mozgalom szolgálatába. Nála az amatőrmozgalom és az ismeretterjesztés elválaszthatatlanul összefonódó fogalmak.

#### *A Galilei-élmény*

Kulin György munkásságának alap gondolata a „Galilei-élmény”: az embereket részletetni kell abban, amit G. Galilei élt át, mikor távcsövén keresztül megpillantotta a Hold hegyeit, a Vénusz fényváltozásait, a Jupiter rendszert, a Nap foltjait. Galileit a látvány meggyőzte arról, hogy a Földnek nincs kitüntetett helye és szerepe a Naprendszerben — közvetlen kozmikus környezetünkben velünk egyenrangú világok vannak. A Vénusz fényváltozása és mozgása teljes mértékben igazolja a kopernikuszi rendszer igazságát: a bolygók a Nap körül keringenek, így a belső bolygóknak fényváltozást kell mutatniuk, s látszó pályájukon nem távolodhatnak el jelentősen a Naptól. A Nap sem a tökéletes égi szubsztancia, hanem felületi változó jelenségei az anyagi világ természeti törvényeiben rejlő fizikai változásokról árulkodnak.

A Galilei-élményhez *távcső* kellett. Adjunk távcsövet minél több ember, főleg fiatal kezébe — hirdette Kulin György —, és megszületik bennük is a Galilei-élmény. Ez az élmény képes volt és képes ma is alapvetően helyes irányba formálni az emberek világképét, felfogásukat a kozmikus világról, benne a Föld és az ember helyéről. Ez a távcsőprogram abban a tekintetben feltétlenül reális volt, hogy igen jó — sőt néha kitűnő — optikákat is lehetett így készíteni, s az ezek segítségével megépített amatőrtávcső teljesítménye sokszorososan felülmúlta Galilei távcsöveit.

Sajnos maga a távcső *önmagában* nem garantálja a Galilei-élményt. A távcső és a természet titkaiban elmélyült tudós lángelme *együttesen* szülte meg

azt. A távcsőben látott látvány önmagában csupán nyers információhalmaz, amit a *nézőnek értelmeznie kell*. A látvány helyes értelmezése nélkül nincs Galilei-élmény. (Tipikus példa: a Keleti pályaudvar előtt, vagy bárhol másutt, jövedelemszerzési céllal felállított távcsövekbe történő betekintés némi csalódáson kívül más élményt alig ad.) A távcső és a *képzett, gyakorlott és felelősségtudattól áthatott ismeretterjesztő* együtteséből talán még mindig könnyebb a távcsövet létrehozni. Nagyon igazságtalanok lennénk, ha nem ismernénk el, hogy Kulin György és egykori kitűnő munkatársa, Róka Gedeon a képzett ismeretterjesztő generáció kinevelésén is fáradságtalanul (és nem eredménytelenül) dolgozott. A távcsövet azonban könnyebb tesztelni, mint az ismeretterjesztőt. Ha a kellő technikai feltételek együtt vannak, a jó távcső hamar megszületik, de jó ismeretterjesztőt csak sok mukával, tanítással, fáradsággal lehet nevelni.

Összegezve tehát: az a lényeges következtetésem, hogy a *távcső és az amatőr csillagász együtt — még nem ismeretterjesztő*. Kétségtelen, hogy egyes esetekben ebben az együttesben egy későbbi jó ismeretterjesztő ígérete rejlik, de hosszú addig az út, míg a távcsöves amatőrből valóban jó ismeretterjesztő nevelődik.

### *A TIT és a mozgalom*

Az ötvenes évek kultúrpolitikai koncepciójának megfelelően létrejött a *Tudományos Ismeretterjesztő Társulat (TIT)*, mely annak idején felvállalta a teljes magyar ismeretterjesztést. Abban a kultúrpolitikai koncepcióban, melyben minden, a kultúrával kapcsolatban levő tevékenységnek (ha legalitását meg akarta őrizni) tartoznia kellett valamelyik államilag létrehozott és ellenőrzött szervhez vagy szervezethez, a Kulin-féle amatőrmozgalmat nem is lehetett máshová besorítani, mint a TIT keretei közé.

Látszólag így minden rendben is volt. Amatőrmozgalom és ismeretterjesztés a kulini felfogásban is elválaszthatatlan egymástól, következésképpen az amatőrmozgalomnak is be kellett illenie az ismeretterjesztő szervezet kereteibe. Hamar kiderült azonban, hogy nem ilyen egyszerű a helyzet. Az amatőrmozgalom ugyanis elsősorban és állandóan az ismeretterjesztés *befogadó* oldalát jelenti.

A csillagászat iránti laikus érdeklődés elsősorban információkat, ismereteket vár és igényel. A mozgalomhoz majdnem minden érdeklődő azért csatlakozik, hogy érdeklődését a csillagászat iránt kielégíthesse, tájékozódni akar a kozmikus világban. Érdeklődésének kielégítésére megfelelő közösségek, előadásokra, könyvekre, folyóiratokra, távcsöves bemutatókra, amatőrprogramokra, módszertani útmutatásokra van szüksége. Képezni akarja magát, s azt igényli, hogy segítsék az önképzésben, teremtsék meg ehhez az alkalmakat és feltételeket. A mozgalomhoz csatlakozó érdeklődők közül kerülnek majd ki (egyéni adottságaik, hajlamaik, képzettségük alapján)

azok, akik valóban alkalmasak lesznek az ismeretterjesztésre. Az amatőrmozgalom így tulajdonképpen egyfajta iskolája az ismeretterjesztésnek. (Természetes, hogy aki a mozgalomba bekerül, szellemi fejlődésével párhuzamosan és szintjének megfelelően közvetlen, családi, munkahelyi, iskolai, baráti, ismerősi környezetében végez egyfajta spontán ismeretterjesztést is. Ennek a jelentősége sem hanyagolható el! De ők még nem azok, akikre a szervezett ismeretterjesztésben számítani lehet.)

A mozgalom így nem illett bele a szervezett ismeretterjesztés ötvenes években kialakult modelljébe. Ennek a leegyszerűsített „receptje” ugyanis nagyjából ez volt: vedd az egyetemet, főiskolát végzett értelmiségieket, szervezd őket megyénként és tudományáganként szakosztályokba, adj nekik megbízóleveleket, hogy tartsanak tanult szakmájuk tárgyát érintő előadásokat, lehetőleg minél többet, és már megy is az ismeretterjesztés. . . (Ebben a modellben *ismeretterjesztő* a felsőbb tanulmányokat végzett értelmiségi, *ismeretterjesztés* az általuk ezzel a céllal létrehozott verbális vagy írásos produktum.) Az ismeretterjesztés hatékonysága és eredményessége ezek *mennyiségével* mérhető, így az ismeretterjesztés színvonala a TIT statisztikai adataiból olvasható ki. Az amatőrcsillagász-mozgalomnak és szervezetének, a *Csillagászat Baráti Körének* nemcsak a TIT alapszabályában nem volt pontos meghatározott helye, de maga a TIT-szervezet sem nagyon tudott és tud mit kezdeni a mozgalommal. Az amatőrmozgalom ugyanis (saját lényegi jegyeiből eredően) nem tudta és nem tudja a statisztikai adatok számszerű eredményeit lényegesen javítani, ugyanakkor hangot adott és ad igényeinek, elvárja az „anyaszervezettől”, hogy gondoskodják a mozgalomról, fejlessze azt, elégítse ki szükségleteit. Ezek után nem lehet csodálkozni azon, hogy a mozgalom és a TIT együttélése mind a mai napig *sok ellentmondás és konfliktus* forrása volt. Az elvi és szervezeti rendezetlenség nemegyszer vezetett a TIT-apparátus egyes helyi képviselői és az amatőrcsillagász-csoportok közötti elkeseredett harcokhoz. Azokban a megyékben, ahol következetesen és meghatározóan érvényesült a mennyiségi szemlélet, ott amatőrcsillagász-csoportok és -szakkörök számára nem sok fű termett. Akik képesek voltak előadások tartásával a TIT-munkában részt venni, azok „befértek” a helyi szervezetekbe. Azok azonban, akik „csak” valamiféle közösséget kerestek arra, hogy a csillagászat iránti érdeklődésüket kielégítsék, s támogatást ahhoz, hogy érdeklődésükhöz a megfelelő tárgyi feltételeket megteremtsek — szép szavakon kívül — vajmi kevés segítséget kaptak.

TIT-keretekben így *nagyon kevés csillagászati szakkör alakult*. E szakkörök művelődési házakban, iskolákban, a hadseregben hamarabb kaptak otthont, mint TIT-intézményekben. Pedig *az amatőrmozgalom alapvető és minden tekintetben meghatározó sejtje a csillagászati szakkör*. A szakkörök ugyanis a tartósság és a folyamatosság igényével *létrejövő* (és általában nem *létrehozott*) csoportosulások. A szakköri tevékenység szükségképpen tervszerű közelebbi és távolabbi célokat kitűző, szellemi és tárgyi eredmények

megalkotására irányuló tevékenység. Szervezhető és irányítható. Követelményeket lehet vele szemben támasztani a munka színvonalát illetően, ugyanakkor meg lehet teremteni a szükséges segítő és irányító ellenőrzést munkája felett. A szakköri munka — az ismeretterjesztés oldaláról nézve — rendkívül komplex, az érdeklődés felkeltésétől a helyes és valóban tudományos eredményeken alapuló ismereteket tartalmazó, széles körű, a személyiség általános kultúrájába teljesen beépülő, természettudományos-csillagászati kultúrát adó nevelő és önnevelő folyamat: *a tervszerű, komplex, folyamatos és igényes, távlati célokat is kitűzni képes ismeretterjesztés egyedülálló területe.*

Ismeretterjesztő politikánk groteszk eredménye, hogy az ismeretterjesztés országos szintű szervezetébe, a TIT-be a szakkörök szemléleti, adminisztratív és gazdasági okok miatt máig sem tudtak szervesen beilleszkedni. Mindenesetre reményt keltő, hogy az egészséges szemléleti változás egyre több jelét látjuk. Világosan kitűnik ez Antal Andrásnak a Tájéoló 1984/2. számában megjelent cikkéből, de ő is kénytelen megállapítani (kiemelés tőlem):

„Az aktív és öntevékeny közösségekké kovácsolódott tudománybarát köreink, klubjaink és szakköreink az elmélyült és rendszerezett ismeretszerzés mellett fontos szerepet töltenek be tagjaik gondolkodásának és szemléletének alakításában. *Sajnos, főleg a tárgyi feltételek — de egyes esetekben a megértés — hiányában, az e téren jelentkező igényeknek nem mindig tudunk megfelelően eleget tenni.*”

Az amatőr csillagászat és az ismeretterjesztés elvi kérdéseinek közös tisztázása az ország legnagyobb ismeretterjesztő szervezete, a TIT és az amatőr csillagász-mozgalom reprezentánsai részéről (akik mellesleg túlnyomórészt TIT-tagok is) meggyőződés szerint az elkövetkező évekre simább utat és gyümölcsözőbb eredményeket tudna teremteni a komplex csillagászati ismeretterjesztés számára, mint ami az elmúlt húsz év ellentmondásokkal és konfliktusokkal eléggé terhelt időszakát jellemezte.

### A szervezeti keretek kérdése (TIT, CsBK, mozgalom)

Az olvasó már bizonyára látja, hogy az amatőr csillagászat és az ismeretterjesztés kapcsolatát mennyire befolyásolják a mozgalom *szervezeti kérdései*, ezek rendezett vagy — ami inkább jellemzőbb — rendezetlen volta.

Az ötvenes évek kultúrpolitikája sok más szükséges és életrevaló kulturális szervezettel, közösséggel együtt felszámolta a *Csillagászati Társulatot*.



Ma már aligha lehet megérteni, miért volt erre szükség.\* Mai gondolkozásunk számára világos, hogy a társadalom tagjai számára lehetőséget kell teremteni hasznos társadalmi, kulturális céljaik megvalósítására szolgáló szervezetek létrehozására.

### *Az Uránia*

Nézzük azonban, hogy hogyan alakultak ezek után a szervezeti keretek. A mozgalom, legalábbis a szellemi irányítás tekintetében a TIT-szervezetbe került. Az *Uránia csillagvizsgáló*, mely a mozgalom természetes szellemi központja volt és maradt, TIT-intézménnyé vált. Magának a mozgalomnak azonban sem a TIT-en belül, sem azon kívül *nem volt semmiféle szervezeti kerete*. Létezett a budapesti Uránia csillagvizsgáló, mely támogatta, nevelte az amatőröket, szakköröket működtetett, előadásokat hirdetett, bemutatókat tartott, tükörcsiszólásra tanította az érdeklődőket. Amennyire tudta, ellátta az amatőröket tanácsokkal, módszertani útmutatásokkal, távcsőépítéshez szükséges anyagokkal. Léteztek ezen kívül egyes amatőrök — elszigetelten vagy laza baráti kapcsolatokban, közös szervezet, irányítás és célkitűzés nélkül.

1963-ban változott a helyzet: Szentendrén összejöttek a magyar amatőr csillagászok az *első országos találkozóra*, melyen teljes egyetértés volt abban a tekintetben, hogy a mozgalom tovább nem nélkülözheti a szervezeti kereteket. Határozat született egy *amatőrcsillagász-szervezet* létrehozására.

### *A CsBK megalakulása*

1964-ben, a miskolci országos találkozón, megalakult a *Csillagászat Baráti Köre*. A baráti kör jogilag nem önálló szervezet, hanem a TIT felelőssége és irányítása mellett működő csoportulás. A TIT-szervezeten belül a TIT csillagászati és úrkutatási országos választmánya lett a baráti kör közvetlen felelőse és irányítója. Mindmáig a CsBK szerveik minden döntése a választmány jóváhagyásától függ. A CsBK jogi önállósága semmivel sem több, mint egy úttörőcsapaté.

Félreértés ne essék! Ez jogi helyzet egyáltalán nem jelenti azt, hogy a választmány *ne venné komolyan* a CsBK-t mint az amatőrmozgalom orszá-

\* Napjaink szociológiai kutatásai bebizonyították, hogy a társadalom értelmes célra alakult szervezeteinek, közösségeinek sommás felszámolása elszegényítette, elszűr-kítette társadalmi életünket. Azzal, hogy az egyén közösségi életét keretekbe fogó, hovatartozásának tudatát adó, értékrendet meghatározó szervezeteit felszámoltuk, sokban hozzájárultunk annak a negatív társadalmi jelenségnek a kialakulásához, melyet az értékzavar, a közélet ügyei iránti érdektelenség, apátia és az jellemez, hogy egyének, családok közelebbi és távolabbi kitűzött céljai kizárólag anyagi értékek megszerzésére irányulnak.

gos szervét. Nem jelenti azt, hogy feleslegesen korlátozná szervezeti működésében, hogy ne törekedne a CsBK-n belüli értelmes demokrácia továbbfejlesztésére, és ne támogatná azon az úton, mely az érett jogi önállóság felé vezet.

### *A TIT, a CsBK és a mozgalom viszonya*

A bajok azonban — véleményem szerint — elsősorban nem az önállóság hiányából eredtek, hanem abból, hogy a CsBK (mint a TIT szervezetébe tartozó, néhány ezer embert tömörítő „csoport” — jobb kifejezést nem találok, és ha a TIT alapszabályát nézzük, akkor sem találunk) sohasem integrálódott a TIT szervezetébe, s ez nem a CsBK-n, hanem a *TIT-szervezeten* múltott. A TIT egyéni véleményem szerint, a CsBK-val sohasem tudott (talán nem is akart) és ma sem tud mit kezdeni. Ha a TIT jelenleg érvényes alapszabályát nézzük, *a CsBK nem is létezik!*

A CsBK-t létrehozó amatőrök viszont szervezetüktől nem várhattak, és ma sem várhatnak kevesebbet, mint azt, hogy a mozgalomnak az országban mindenütt, ahol erre igény van, létrejöjjenek a *helyi szervezetei*, melyeknek biztosítani fogják a működéséhez a feltételeket, s e szervezeteknek — beleértve a szakköröket, klubokat is — otthonuk lesz, a lehetőséghez képest a működéshez szükséges legelemibb tárgyi feltételek megteremtéséhez meglesznek az eszközök.

Ez nem volt, és ma sincs így. A CsBK-nak vannak *megyei szervezetei*, melyek számára egy-két alkalommal a TIT-szervezetek helyiségei találkoznak céljára rendelkezésre állanak. A már említett igen örvendetes szemléletváltozás eredményeként jó néhány megyei szervezetnél ma már *értékes és jó távcsövek, csillagdák* állnak a baráti körök tagok rendelkezésére is. (De az is köztudott, hogy nem egy megyei szervezetnél a megyei CsBK-tagok részére küldendő információk sokszorosítási és postaköltsége is nem kis gondot okozott, ami jelentősen korlátozta a kapcsolattartást a megyei vezetőség és a tagság között.) A CsBK-val kapcsolatosan a megyei apparátusokra rótt adminisztrációs terheket sem fogadták szívesen a megyei szervezetekben dolgozók.

A legfőbb hiányosság azonban az, hogy a mozgalom legfontosabb egységei, a *szakkörök* számára a helyi TIT-szervezetek csak igen korlátozott mértékben képesek a működéshez szükséges feltételeket megteremteni. *A szakköri mozgalom* (nemcsak a csillagászati, hanem a más tárgyúak is) *kiszorult a TIT berkeiből*, és így szükségképpen a művelődési otthonok felé orientálódott. Éppen ott nem érvényesül tehát az egységes szervezet ereje, haszna, ahol mind szellemi, mind tárgyi vonatkozásban erre a legnagyobb szükség volna.

Hol megfelelő fórumokon folytatott tárgyilagos vitákban, hol személyeskedésig fajuló (és ezért eléggé el nem ítéhető) helyi csatákban fogalmazódott

meg, homályosabban vagy világosabban, az igény, hogy a *TIT biztosítsa az amatőr csillagászat számára — mindenütt ahol szükséges — a legegyszerűbb tárgyi feltételeket*. Az igényekre a válasz szinte minden esetben az volt, hogy a TIT nem rendelkezik az ehhez szükséges pénzügyi forrásokkal. Ez nyilván igaz volt, és bizonyos mértékig ma is igaz. De azt hiszem, akkor sem járunk messze az igazságtól, ha megkockáztatjuk az állítást, hogy a TIT sohasem tartotta *igazán* fontosnak a rendelkezésére álló anyagi eszközök olyan átcsoportosítását, mely az amatőrmozgalom tárgyi szükségleteinek kielégítésére több lehetőséget adott volna.

Természetesen itt nem valamiféle sajátos TIT-„gonoszsgal” állunk szemben, ahogyan ezt nem egy amatőr csillagász hitte vagy talán még ma is hiszi. A TIT felsőbb fórumai a szervezet tevékenységével kapcsolatban ugyanis sok mindent számon kérhettek az elmúlt húsz év folyamán, de ezek között bizonyára nem szerepelt olyan kérdés, hogy hogyan is áll, fejlődik-e vagy csak vegetál a magyar amatőr csillagászat. Érthető tehát, hogy a TIT erőforrásait azon célok szolgálatába állította, melyek *sámára elsődlegesek voltak*, és melyek eléréséről számot kellett adnia. A TIT és a mozgalom át nem gondolt és biztosított összeházasítását ezért mind az ismeretterjesztő szervezet, mind az amatőrmozgalom eléggé megsínylette.

Összefoglalva: *a mozgalom a TIT—CsBK-keretben máig sem találta meg a tevékenységének és belső tartalmának megfelelő szervezetet*. Ez gátolja a mozgalom egészséges fejlődését. A mozgalom eleven erejét bizonyítja, hogy találkozóóról találkozóóra tökéletesíti a CsBK szervezetét, azt az önállóság irányába igyekszik fejleszteni. Az eredmények biztatóak, és örvendetes, hogy a TIT csillagászati és űrkutatási választmánya segíti, támogatja ezt a törekvést, a mozgalomban jelentkező egészséges és reális törekvéseknek teret ad.

Az amatőr csillagászat belső mozgási tendenciáiban jól felismerhetők azok a jelek, melyek egyértelműen az *önálló*, szervezeti kereteit saját maga által alakító, anyagi feltételeinek megteremtésében is egyre inkább saját lábára álló (de a TIT-tel és művelődési intézményekkel szorosan együttműködő) *amatőrcsillagász-szervezet* kifejlődésének irányába mutatnak. Erre mutatnak a mozgalmon belül többé-kevésbé önálló célkitűzéssel, programmal jelentkező *csoportosulások*, melyek törekvéseik kifejezésére létrehozzák és kéziratban kiadják sokszorosított tájékoztatóikat, észlelési eredményeiket, munkaprogramjaikat, módszertani útmutatóikat. Ugyanez a törekvés hozta létre pár évvel ezelőtt a jogilag is önálló és független társulatként működő Göncöl Csillagászati és Planetológiai Társaságot.

## Amatőr csillagászat és a művelődési intézmények hálózata

A mozgalommal egyidősek a mozgalom alapvető művelődési, önképzési formái, a *szakkörök*, melyek már a CsBK létrejötte előtt is léteztek. Spontán alakultak az ország szinte minden részén, olykor szépen fejlődtek, olykor vegetáltak, s elég gyakran meg is szűntek.

Az azonos földrajzi területen működő amatőrök szakkörökben keresték a közösségi tevékenység lehetőségeit. A szakkörök számára azonban bizonyos *tárgyi feltételek* nélkülözhetetlenek. A két legfontosabb *a helyiség és a távcső*.

A rendszeres szakköri munka számára, a foglalkozások tartására megfelelő helyiség kell. Itt kell elhelyezni a szakköri munkához szükséges naplót, iratokat, könyveket, folyóiratokat, segédleteket, eszközöket, műszereket. Olyan helyiségre van szükség, melyet a szakköri közösség *magáénak érezhet, kedvére használhat*, amely önmagában, felszerelési tárgyaival, dekorációjával szimbolizálja magát a szakkört, a közösséget és a munkát.

A szakköri távcső nem pusztán a szakköri tevékenységhez nélkülözhetetlen munkaeszköz, hanem ezen túlmenően a szakköri közösséget szimbolizáló jelkép is. A „mi távcsövünk”, a „mi csillagdánk” nemcsak egy műszer vagy műszerek összessége, hanem *közös munkánk eredménye*. Büszkék vagyunk rá, mert esetleg éveken keresztül dolgoztunk, harcoltunk érte, éveken keresztül fejlesztettük és fejlesztjük. Életünk egy kis darabja benne testesül meg. A jó távcsőre, a szép csillagdára büszkéek vagyunk, maga a szakköri távcső és csillagda az országos közösségben is rangot ad a szakkörnek.

Arra tudomásom szerint még nem volt példa, hogy az alakuló szakkörök működésük minden feltételét *saját erőből* elő tudták volna teremteni. Minden esetben szükségük volt olyan intézményre, amelyik a szakkörnek otthont adott és támogatta munkáját. Ezeket a feltételeket — mint azt a korábbiakban említettem — a szakkörök elsősorban a *művelődési otthonokban* találták meg. Az amatőrmozgalom jelene, tartalmi fejlődése, műszerezettségének jelenlegi szintje nem képzelhető el a művelődési intézmények támogató segítsége nélkül. Nem kell prófétának lenni annak a jövődőléséhez, hogy a helyzet (egyelőre) a jövőt illetően sem fog változni. Azt hiszem, természetes is, hogy az elmélyült *kiscsoportos tevékenység* tipikus színhelye a művelődési otthon. Ennek ellenére sem állíthatjuk, hogy mindig zavartalan volt a művelődési otthonok és a mozgalom (elsősorban ezen belül a szakkörök) kapcsolata.

Az együttműködés zavarai az alábbi okokra vezethetők vissza. A művelődési intézmények vezetői és munkatársai túlnyomó többségükben (műveltségüknél, végzettségüknél és szemléletüknél fogva) elsősorban *az irodalom, a művészetek és a folklór* területein végzett munkában látták a művelődési tevékenység fő irányát. Önmagukban is leginkább ahhoz éreztek tehetséget, elhivatást, hogy ezen a területen fejtsenek ki alkotó tevékenységet. A *termé-*

szettudományok számukra többnyire idegenek, így az amatőr csillagászat is meglehetősen „kényes” terület legtöbbször számára. A művelődési intézmények hivatalos és társadalmi környezete is látható, mennyiségileg (statisztikailag) értékelhető eredményeket vár az intézménytől. Ezeknek az elvárásoknak könnyebb eleget tenni az irodalom, a művészetek, a néprajz vagy a politika, mint a természettudományos munka terén. (Egy népitánc-csoport vagy citerazenekear már az első néhány mű betanulása után színpadra küldhető, s a szereplők rokonsága megtölti az előadótermet. Az író-olvasó találkozók, a politikai kommentátorokkal folytatott beszélgetések önmagukban is eredménynek számítanak, és akkor is könyvelhető teljesítményt jelentenek, ha *ad hoc* eseményről van szó.) Egy csillagászati szakkörben folyó munka ritkán produkál *látványos eredményeket*. A folyamatos tanulás, önképzés, közösségi tevékenység eredményeit *mennyiségként* felmutatni alig lehet. Mindez a művelődési intézmények többségét arra orientálta, hogy anyagi-tárgyi lehetőségeiket elsősorban olyan művelődési formák érdekében kamatoztassák, melyek „kifelé” is látványos eredményeket hoznak. A művelődési házak gyakran azért nem fogadták szívesen a csillagászati szakköröket, vagy ha be is fogadták őket, azok azért kaptak sokkal kevesebb támogatást, mint az intézményben működő más művelődési formák, mert látványos eredményt alig tudtak felmutatni. Így vált lassanként szállóigévé a mozgalmon belül, hogy egy akármilyen szintű népitánc-csoport egyetlen fellépésére többet költ az átlagos művelődési ház, mint egy szakkör évi működésére.

Örömmel állapíthatjuk azonban meg, hogy a szakkörök szempontjából ma sokkal kedvezőbb szelek fújnak a művelődési otthonok berkeiben, mint évekkel ezelőtt. Egyre inkább hangsúlyt, s ennek megfelelően figyelmet és támogatást kapnak a *kiscsoportos önképző, önművelő, közösséget alakító tevékenységek*. A folyamatos, tartós, tervszerű és elmélyült munka, mely felszabadítja az egyén alkotó tevékenységét, egyre inkább polgárjogot nyer az egyedi, rendezvény típusú tevékenység mellett.

Az a meggyőződés, hogy a mozgalomnak és a mozgalom szervezeteinek *különös figyelmet* kell fordítania a mozgalom és a művelődési intézmények kapcsolatára, mert a jövőben is a művelődési otthonok fognak elsősorban otthont adni a csillagászati szakköröknek, melyek — mint már leszögeztük — a mozgalom értékhordozó és értékteremtő alapsejtjei.

A csillagászati amatőrmozgalom számára különösen fontos, hogy területén *értelmes munkamegosztás és gyümölcsöző együttműködés* alakuljon ki a TIT és a művelődési intézményhálózat között. Művelődéspolitikai döntés alapján a mozgalom elvi és szellemi irányítása a TIT feladata. A szakköri mozgalom számára a létfeltételeket azonban továbbra is a művelődési intézményeken belül lehet megteremteni. A kettősség a mozgalom számára adott. *Nekünk, amatőr csillagászoknak alapvető érdekünk, hogy a TIT szervezetei és a művelődési otthonok közötti egészséges együttműködésért dolgozzunk,*

*munkájukat a magunk eszközeivel segítsük, eredményeiket gyarapítsuk. Az együttműködés helyett olykor tapasztalható rivalizálásra, presztizsharcokra az amatőrcsillagász-mozgalom biztosan ráfizet — bármelyik mellett kötelezi is el magát.*

### Néhány szó a tárgyi feltételekről

Az amatőr csillagászat kétségkívül eszközigényes tevékenység. Valamennyire is használható távcső nélkül — mint láttuk — sem egyénileg, sem szakkörben nem lehet boldogulni. Ha nem tud megfelelő távcsőre szert tenni, az amatőr felhagy a csillagászzal, a szakkör pedig megszűnik.

A távcsőkérdés az amatőr csillagász számára, akár egyénileg hódol szenvedélyének, akár szakkörben dolgozik, mindig nyitott. Nincsen olyan jó távcső, amelyiknél jobb ne lenne, nincsen olyan, mely minden amatőrprogram céljára kifogástalanul alkalmas lenne, nincsen olyan, amelyet ne lehetne tökéletesíteni, fejleszteni, egyre jobb, gazdagabb kiegészítő berendezésekkel ellátni. A jó optika nem mindig párosul kiváló mechanikával és fordítva. Tökéletes munkát állandó felállítású távcsővel lehetne végezni, de többnyire kénytelenek vagyunk munkánk során megelégedni a hordozható távcsövekkel.

A jó távcső sok pénzbe és sok munkába kerül, és mindennekfelett *sok türelmet igényel*, mert máról holnapra jó távcsőre vagy távcsövekre sem az egyén, sem a szakkör nem tud szert tenni. Nem egy nagy lelkesedéssel indult amatőrcsillagász-munka vagy szakköri tevékenység végére tett már pontot a türelmetlenség.

A szakköri közösségben az egyéni célok és törekvések egyesülnek, erősebbek és hatékonyabbak lesznek. A szükségletek kielégítése szakköri keretekben könnyebb. A szakkör tagjai számára jobb minőségű, értékeesebb műszereket biztosíthat, mint amit az egyén saját erőfeszítéseivel létre tud hozni. *Kell is, hogy a szakköri műszerezettség magasabb fokú legyen, mint a szakkört alkotó egyének felszereltsége, mert a szakkörnek többet kell nyújtania tagjai számára, mint amit azok egyénileg elő tudnak teremteni.* Ezen a követelményen nem változtat az, hogy a valóságban ez sajnos nincs mindig így.

A magyar amatőr csillagászokat Kulin György tanította meg távcsövet készíteni. A magyar amatőr csillagászat *a saját készítésű távcsövekkel* indult, s ezek képezik ma is az amatőrcsillagász-távcsövek döntő többségét. (Egyszer arról is lehetne tanulmányt írni, hogy mennyi egyéni tehetséget, kezdeményezőkétséget, eredeti ötletet, türelmes és kitartó munkát szabadított fel a távcsőépítési láz.) A magyar amatőröknek saját csiszolású távcsőoptikákkal kellett felvenniük a versenyt azon országok amatőrjeivel, ahol a távcsőépítéshez (-vásárláshoz) *minden rendelkezésre állott!* És ezekkel a távcsövekkel a magyar amatőr csillagászat nemzetközileg is elismert eredményeket ért el.

A mozgalom fejlődésével azonban együtt járt a *technikai igények növekedése*. Egyre határozottabbá vált az igény arra, hogy gyári műszerekhez is hozzájussanak az amatőrök. Kiszél Vilmos és még néhány lelkes amatőr utánajárásának köszönhető, hogy az OFOTÉRT útján ma már (több-kevesebb nehézséggel) hazánkban is megvásárolhatók az NDK-beli Zeiss cég által gyártott *jó minőségű amatőrműszerek és kiegészítő berendezések*. Sajnos, ezek ára igen magas az átlagos magyar amatőr pénzügyi lehetőségeihez képest. De már az is igen nagy előny, hogy több szakkört és bemutató csillagdat fel lehetett szerelni ezekkel a műszerekkel. Az utóbbi időben a TIT is jelentős anyagi áldozatokat hozott, hogy a vidéki Urániák jó minőségű bemutató (és az amatőrigényeket is magasabb szinten kielégítő) távcsövekhez jussanak.

Az amatőrmozgalom számára igen biztató, hogy a TIT ma már fontosnak, értékesnek, támogatásra méltónak tartja a természettudományos szakkörök támogatását, fejlesztését, az ott folyó önképző és önmegvalósító munkát. Ez az értékítélet abban is kifejezésre jut, hogy — a szűkös anyagi lehetőségeken belül is — segíti ezeket a nem olcsó eszközökkel, műszerekkel való ellátásban.

A pozitív eredmények ellenére sem megoldott a mozgalom műszerellátottsága. A budapesti Uránia a megfelelő, használható optikákkal való ellátást ugyan még biztosítani tudja, de a *távcsőmechanika* területén teljesen megoldatlan a helyzet. Ma a saját építésű távcsövek szinte kizárólag „fusiban” készülnek. A távcsőépítő amatőr a pénzéért sem igen jut hozzá távcsőmechanikai elemekhez. A távcsőmechanika kisiparossal történő elkészíttetése megfizethetetlenül drága. Azt a kérdést, hogy kinek milyen mechanikájú távcsöve van, többnyire a jó szerencse és személyes kapcsolatok döntenek el. Ezen a helyzeten feltétlenül változtatni kellene. Valami szerény, de megbízható és megfizethető gyártó kapacitást kellene létrehozni távcsőmechanikák gyártására. Ez nagyon előrevinné a műszerellátás ügyét. Főleg azoknak a távcsőelemeknek a megfizethető előállítását és forgalomba hozatalát kellene megoldani, amelyek előállításához forgácsolási munka szükséges.

Ennek a célnak az elérése aligha képzelhető el egy *jogilag és pénzügyileg is önálló amatőr szervezet* célratörő munkája nélkül. Csak a mozgalom saját szervezetétől várható el, hogy a mozgalom fontos céljainak megvalósítása érdekében célratörően, kitartóan, szívósan munkálkodjék. Ezért jár szükségképpen együtt a mozgalom fejlődésével a szervezeti önállóság irányába történő fokozatos haladás.

## A mozgalom vezetőinek képzéséről és továbbképzéséről

A mozgalom működése és fejlődése szempontjából kulcsfontosságú a szakörök, az amatőr- és bemutató csillagok vezetőinek szerepe. A szakörök évtizedeken keresztül spontán alakultak, spontán választott vezetőkkel. Teljesen természetes volt, hogy az első vezetők azok lettek, akik a sakkörök megszervezték, a csillagok létrehozásáért küzdöttek, fáradtak. Előnye volt a teljes önkéntesség, a valóságos igény, a vezető kiválasztásának demokráziája. Hátránya az esetlegesség, a sokszor (megfelelő önkritika hiányában) jelentkező vezetői alkalmatlanság, tapasztalatlanság, a kiscsoportok vezetési ismereteinek teljes hiánya.

Ma a mozgalom szempontjából alapvetően fontos kérdés, hogy szervezeteinek, elsősorban sakköreinek *képzett, szakmailag, pedagógiai műveltségű, tájékozott, lelkes vezetői* legyenek.

Ponori Thewrewk Aurél kezdeményezésére a CsBK-találkozók programján már nagyon régóta rendszeresen szerepeltek a szakörök működésével kapcsolatos kérdések. 1973 óta két évenként megrendezésre kerülnek a *sakkörvezetők országos találkozói*. 1982 óta a budapesti Uránia kezdeményezésére évente meghirdették a *csillagászati sakkörvezetők továbbképző és minősítő tanfolyamát*. Az utóbbi már azt tűzte ki célul, hogy a tanfolyamot sikeresen elvégzőknek olyan bizonyítványt ad, mely igazolja tulajdonosának felkészültségét a sakkörvezetésre. A budapesti Uránia (azzal, hogy a csillagászati ismeretterjesztés és az amatőrmozgalom bázisintézménye lett) tervszerű munkába kezdett mind a mozgalom módszertani munkájának fejlesztése, mind a mozgalomban vezető szerepet játszóképzésének és továbbképzésének területén. A kitűzött cél vitán felül elismerésre méltó. Annál inkább sajnálatos, hogy a továbbképzések résztvevőit mind ez ideig nem lehetett ellátni a szükséges bizonyítvánnyal. Így jelenleg is az a helyzet, hogy a kulcsfontosságú sakkörvezetést bárki végezheti, bármiféle ellenőrzött képzés nélkül.

A mozgalom fontos érdeke, hogy munkája színvonalas, tervszerű és hatékony legyen, mert ez fejlődésének egyik legfontosabb záloga.

„*Néha azt hiszem, hogy a tudomány haladását nem az eldöntött, hanem a felvetett kérdésekkel kellene mérni*” — mondta S. Eddington, a század első felének nagy angol asztrofizikusa. Az amatőrmozgalom kérdéseiről általam papírra vetett gondolatok bizonyára nem teljesek, még kevésbé tökéletesek, bizonyára itt-ott hiányosak, esetleg tévesek, s kiegészítésre szorulnak, de talán van számukra annyi mélység, hogy teljes őszinteséggel vettem fel őket. . .



MARIK MIKLÓS  
ELTE Csillagászati Tanszék

## ÉVFORDULÓK 1986-BAN

**Ernst Zinner**

Száz éve, 1886. február 2-án született *Ernst Zinner, német csillagász és csillagástörténész*. 1910-től asszisztens a bambergi Remeis Csillagvizsgálóban. 1920-tól docens, majd 1924-től professzor a müncheni egyetemen. 1926-ban a bambergi Remeis Csillagvizsgáló igazgatójának nevezik ki. 1963-ban nyugállományba vonul. 1970. augusztus 30-án hunyt el.

1919-ben részt vett a nemzetközi fokmérésben, majd változócsillagokkal kezd el foglalkozni, és összegyűjti az ezekre a csillagokra vonatkozó összes fellelhető adatot egészen *Ptolemaioszig* visszamenőleg. Elkészíti a változócsillagok történetét. Érdeklődése egyre inkább a csillagászat története felé irányul. 1931-ben jelenik meg alapvető munkája, a *Geschichte der Astronomie*. Összeállítja a németországi és németalföldi csillagászati műszerkészítés történetét a középkortól a XVIII. századig. Hatalmas bibliográfiai anyagot gyűjt össze a német nyelvű csillagászati anyagokra vonatkozóan. 1943-ban jelenik meg az *Entstehung und Ausbreitung der Copernianischen Lehre* című munkája, amelyben végigkíséri a heliocentrikus világkép kialakulását a babiloniaktól egészen a XVIII. századig. A könyv egyik legnagyobb értéke a 785 művet tartalmazó hatalmas forrásmunkajegyzék. Történeti művei ma is alapvető fontosságúak. A Giacobini—Zinner-üstökös egyik felfedezője.

**Dominique François Arago**

Kétszáz éve, 1786. február 26-án született Estagelben *Dominique François Arago, francia csillagász és fizikus*. 1805-től a párizsi Bureau des Longitudes (hosszúságmérési hivatal) titkára. 1809 és 1831 között a párizsi műszaki egyetem tanára, 1809-ben a Párizsi Akadémia tagjává is megválasztják. 1830-tól az akadémia titkára és a Párizsi Obszervatórium igazgatója. 1848-ban a februári forradalom után az ideiglenes kormányban tengerészeti miniszter. Később nem tette le III. Napóleonnak az esküt, de Napóleon felmentette az eskükötelezettség alól, és így Arago tovább működhetett a Párizsi Obszervatóriumban. 1853. október 2-án hunyt el Párizsban.

Tudományos tevékenysége a csillagászaton kívül az optikára, az elektromagnetizmusra és a meteorológiára is kiterjedt. Foglalkozott a matematika, a fizika és a csillagászat történetével is. Az ő útmutatása és javaslata alapján kezdett *U. J. J. Leverrier* az Uránuszon túli bolygó pozíciójának kiszámításához. Megállapította a mágneses viharok és a sarki fény összefüggését. 1833-ban megalkotta a csillagászati fotométer elvét és okulármikrométert is szerkesztett. Alapvető szerepe volt a francia fokmérésben. Nevét az ún. Arago-pont is őrzi, amely az éggömbön a Nappal ellentétes pont fölött kb. 20°-kal helyezkedik el. Ebben a pontban az égbolt fényének polarizációja minimális. Több népszerű tudományos munkát is írt.

### Joseph Norman Lockyer

Százötven éve, 1836. május 17-én született Rugbyben *Joseph Norman Lockyer*, angol csillagász. 1871-től a cambridgei egyetemen tanár, majd 1885 és 1913 között a Kensingtoni Napfizikai Observatórium igazgatója. 1920. augusztus 16-án hunyt el Sakomba Regisben.

1868-ban módszert dolgoz ki a Nap protuberanciáinak napfogyatkozásokon kívüli észlelésére. A csillagspektroszkópia egyik úttörője. 1868-ban a Nap színeképét megfigyelve felfigyel egy sárga színeképvonalra, amelyet korábban nátriumvonalnak tartottak. A részletesebb vizsgálatok kimutatták, hogy ez a vonal egyetlen Földön ismert kémiai elemnek sem felel meg. Lockyer felteszi, hogy ez a vonal egy addig ismeretlen kémiai elemnek felel meg, és ezt a Napról héliumnak nevezi el. (1895-ben a héliumot a Földön is kimutatják.) 1870-ben Szicíliába, 1882-ben pedig Egyiptomba vezet expedíciót a napfogyatkozás megfigyelésére. Ő volt a *Nature* című, ma is létező tudományos folyóirat első szerkesztője. A *Stonehenge and other British stone monuments* című, 1909-ben megjelent könyvében először foglalkozott Stonehenge csillagászati jelentőségével, így első képviselője a „megalitikus” csillagászat történetével foglalkozóknak. Ezenkívül főbb munkái: *Elementary lessons in Astronomy* (1868), *Spectroscope and applications* (1873), és *Suns place in Nature* (1897)

### Robert Julius Trümpler

Száz éve, 1886. október 2-án született Zürichben *Robert Julius Trümpler*, svájci származású amerikai csillagász. A zürichi és a göttingeni egyetemen tanult, majd 1906 és 1910 között a svájci geodéziai bizottságnál dolgozott. 1915-től 1918-ig az egyesült államokbeli Allegheny Observatórium munkatársa, 1918 és 1938 között pedig a Lick Observatóriumban dolgozik. 1938-tól 1951-ig a kaliforniai Berkeley Egyetemen adott elő. 1932-ben az USA

nemzeti akadémiájának tagjává választották. 1956. szeptember 10-én hunyt el a kaliforniai Aptosban.

Az 1922. szeptember 21-i napfogyatkozás alkalmával Ausztráliában megfigyelte a csillagok fényének relativisztikus elhajlását a Nap gravitációs terében, amely egyike volt az általános relativitáselmélet első megfigyelési bizonyítékainak. Az 1924-es és 1926-os szembenállások alkalmával részletes fotografikus és vizuális Mars-megfigyeléseket végez, s a 36 hüvelykes Lick-teleszkóp felvételei alapján elkészíti a Mars első fotografikus térképét. Fő működési területe a csillaghalmazok vizsgálatára esik. Közel száz halmaz méretét és távolságát mérte meg, és ez alapján meghatározta a halmazok térbeli eloszlását. 1930-ban a halmazok csillagainak színindexeit vizsgálva bebizonyította a csillagközi anyag létezését, és módszert adott az interstel-láris fénygyengülés meghatározására. Az elsők között mutatott rá arra, hogy a különböző csillaghalmazok csillagai más-más csillagpopulációkba tartozhatnak.

### Theodor Oppolzer

Száz éve, 1886. december 26-án hunyt el Bécsben *Theodor Oppolzer*, osztrák csillagász. 1841. október 26-án született Prágában. Orvosnak készült, de matematikával és csillagászzal is foglalkozott. 1866-ban a bécsi egyetem csillagászati magántanárává, majd 1875-ben rendes tanárává nevezik ki.

Eleinte üstökös kutatással és pályaszámítással foglalkozik. Kiszámítja az 1866 I jelű üstökös pályáját és keringési periódusára 33 évet kap. Kimutatja, hogy ennek az üstökösnek a pályája megegyezik az ún. Leonida-meteorraj pályájával. 1870-ben kiadja *Lehrbuch zur Bahnbestimmung der Kometen und Planeten* című alapvető munkáját. Később a hold- és napfogyatkozások elméletével foglalkozik. Kiszámítja i. e. 1208-tól i. sz. 2163-ig az összes teljes és gyűrűs napfogyatkozás, illetve holdfogyatkozás helyét és időpontját. Az eredményeket *Canon der Finsternisse* című munkájában közli 1887-ben, mely 8000 nap- és 5299 holdfogyatkozás adatait tartalmazza. A „Canon”-t többször is kiadták, legutoljára 1964-ben jelent meg. 1872 és 1876 között az európai fokmérés számára Ausztriában végzett méréseket irányítja.

**A CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV  
1970—1985. ÉVI KÖTETEIBEN MEGJELENT CIKKEK  
JEGYZÉKE**

Az évkönyvek korábbi köteteinek cikkjegyzékét az 1970-es kötet tartalmazza. A címek utáni számok jelentése: évszám utolsó két számjegye/oldalszám. Az egyes témák végén apró betűvel „A csillagászat (leg)újabb eredményei (bőll)” című összeállításokban megjelent rövid híradások címei találhatóak.

**Napfizika, Nap—Föld kapcsolatok**

<i>Dezső Loránt</i> : A naptevékenységről .....	70/135
<i>Ifj. Kálmán Béla</i> : A napkitörések .....	72/279
<i>Almár Iván, Barta György, Bencze Pál, Dezső Lóránt, Flórián Endre, Somogyi Antal, Szemerédy Pál</i> : A Nap—Föld fizikai kapcsolatok kutatásáról .....	73/172
<i>Puskov, N. V.</i> : Napkitörések és geofizikai hatásaik .....	76/146
<i>Ludmány András</i> : A naptevékenység földi hatásairól .....	77/258
<i>Gombosi Tamás</i> : A napszél és a Föld-típusú bolygók kölcsönhatása .....	78/205
<i>Wilcox, J. M.</i> : A Nap és a földi időjárás .....	78/220
<i>Eddy, J. E.</i> : A Maunder-minimum .....	78/230
<i>Ludmány András</i> : A Nap elektromágneses színepe .....	79/173
<i>Siscoe, G. L.</i> : Szoláris-terresztrikus hatások az időjárásra és az éghajlatra .....	80/283
<i>Ifj. Kálmán Béla</i> : Mágneses terek a Napon .....	81/183
<i>Ifj. Kálmán Béla</i> : A Nap Maximum Év .....	83/182
<i>Kovács Géza</i> : A Nap oszcillációi .....	83/222
<i>Pap Judit</i> : A napállandó .....	83/266
<i>Ludmány András</i> : Mozgások a Nap légkörében .....	85/170
A Nap rezgései .....	78/112
A Nap méretei .....	79/117
A napszél szerkezete .....	79/117
Változik a Nap hőmérséklete? .....	80/123
Megoldódik a Nap-neutrínók rejtélye? .....	81/121

A Nap a csillagok között .....	82/133
Új eredmények a Nap kutatásában .....	82/133
A napfoltmaximum .....	83/120
A napállandó változása .....	83/122
A Nap sugara és forgása .....	83/123

## Naprendszer

<i>Kulin György</i> : Az égitestek légköre .....	71/160
<i>Barcza Szabolcs</i> : A bolygók és a Hold belső szerkezete .....	71/169
<i>Koch E.</i> : Exobiológiai megfontolások a bolygók légkörének fejlődéséről és jelenlegi állapotáról .....	72/155
<i>Iffy Bartha Lajos</i> : A hold- és bolygószondák eredményeiből .....	72/167
<i>Wänke, Heinrich</i> : A holdtájak kémiája és fejlődéstörténete .....	73/190
<i>Meissner, Rudolf</i> : A Hold felépítése és fejlődése .....	73/205
<i>Érdi Bálint</i> : A Naprendszer mai szemmel .....	74/131
<i>Szimán Oszkár</i> : Az üstökösök szerkezete .....	74/170
<i>Kulin György</i> : A Kohoutek (1973f) üstökös .....	76/183
<i>Bérczi Szaniszló</i> : A Merkur bolygó .....	77/285
<i>Almár Iván</i> : A belső bolygók világa .....	78/149
<i>Illés Erzsébet</i> : A Föld-típusú bolygók légköre .....	78/150
<i>Ádám József</i> : A belső bolygók alakjára és nehézségi erőterére vonatkozó űrkutatási eredmények .....	78/173
<i>Taracsák Gábor</i> : A Szaturnusz bolygó .....	79/186
<i>Illés Erzsébet</i> : Gyűrűk a bolygók körül .....	81/153
<i>Schlosser Tamás</i> : A Vénusz felszíne .....	82/143
<i>Érdi Bálint</i> : Rezonanciák a Naprendszerben .....	82/168
<i>Kelemen János, Tóth Imre</i> : Az üstökösök .....	83/204
<i>Neukum, Gerhard</i> : Új eredmények a planetáris geológiában .....	83/254
<i>Tóth Imre</i> : A Halley-üstökös 1985/1986. évi visszatéréséről .....	84/183
<i>Balázs Béla</i> : A Naprendszer őstörténete .....	84/249
<i>Hédervári Péter</i> : Vulkanosság a Naprendszerben .....	85/191
Az Apollo kisbolygót újra megtalálták .....	75/134
A Plútó tengelyforgása és tengelyhajlása .....	75/134
A Jupiter 13. holdja (Jupiter XIII.) .....	76/143
Egy névtelen kisbolygó 1,2 millió kilométerre közelítette meg a Földet. ...	78/114
A Merkúr mágneses tere .....	78/114
Metánjég a Plútón .....	78/114
Az Uránusz gyűrűi .....	78/115
A Föld—Hold-rendszer stabilitása .....	79/118
Chiron (1977 UB) .....	79/119
A Szaturnusz gyűrűinek tömege .....	79/120

Egy nevezetes kisbolygó újrafelfedezése . . . . .	79/120
Egy kettős kisbolygó? . . . . .	80/124
Egy újabb extrém kisbolygó . . . . .	80/124
Lajstromba vették a 2000. kisbolygót . . . . .	80/125
Újdonságok a Plútóról . . . . .	80/125
A Pallas átmérője . . . . .	81/122
A Vénusz rotációja . . . . .	81/123
Aminosavak a Murchison-meteoritban . . . . .	82/125
A külső bolygók . . . . .	82/136
Kisbolygók . . . . .	82/136
Jupiter- és Szaturnusz-holdak . . . . .	82/137
A Szaturnusz . . . . .	83/110
A Szaturnusz gyűrűi . . . . .	83/111
A Szaturnusz holdjai . . . . .	83/114
A Szaturnusz „törmelékholdjai” . . . . .	83/119
Víz a Ceres kisbolygón . . . . .	84/125
Újonnan felfedezett Szaturnusz-holdak . . . . .	84/126
Pontosabb adatok az óriásbolygók holdjairól és a Plútóról . . . . .	84/126
Megtalálták a Halley-üstökösöt? . . . . .	84/126
Óceánok és légkör a Naprendszer külső óriásholdjain . . . . .	85/160
Különleges kisbolygók . . . . .	85/161
Az Adalberta-rejtély . . . . .	85/162
A Földhöz közel járó üstökösök . . . . .	85/163

## Csillagok

<i>Barcza Szabolcs</i> : A csillagok kialakulása . . . . .	76/167
<i>Barcza Szabolcs</i> : Különleges elemgyakoriságú csillagok . . . . .	77/161
<i>Ill Márton</i> : Röntgens csillagok . . . . .	77/177
<i>Patkós László</i> : Különleges csillagok: a Wolf-Rayet csillagok . . . . .	78/137
<i>Balázs Lajos</i> : A közeli csillagok . . . . .	79/127
<i>Marik Miklós</i> : Mágneses csillagok . . . . .	81/216
Rádióemissiót mutató csillagok . . . . .	75/131
Röntgenforrás a Cygnus-gyűrű centrumában . . . . .	75/132
Első képek egy távoli csillag felszínéről . . . . .	76/141
A távoli infravörös sugárzásban néhány új forrást fedeztek föl az égen . . . . .	76/143
Barnard-csillag és sötét kísérői . . . . .	77/138
Egy új röntgenforrás optikai kettős rendszerben . . . . .	77/142
Centaurus-A, az első azonosított gammaforrás . . . . .	77/142
Fémekben gazdag degenerált csillag . . . . .	78/112
Röntgens csillagok . . . . .	79/115
Egy születő csillag . . . . .	79/116

Száz Napnál is nagyobb tömegű csillagot találtak Galaxisunkban . . . . .	80/128
A legforróbb fehér törpe . . . . .	82/132
Vörös óriáscsillagok . . . . .	82/133
Az Arcturus fizikai jellemzői . . . . .	84/127
A legkisebb vörös törpe . . . . .	84/129
A legvalószínűbb „fekete lyuk” . . . . .	85/151
A milliszekundumos pulzárak . . . . .	85/152
Foltos csillagok térképezése . . . . .	85/153
Új eljárás a csillagok forgási periódusának meghatározására . . . . .	83/125
„Összenőtt” kettőscsillag? . . . . .	83/126
A csillagok aktivitása . . . . .	83/126

### Változócsillagok

<i>Guman István</i> : Fotometriai kettőscsillagok . . . . .	72/195
<i>Érdi Bálint</i> : A pulzárak . . . . .	73/224
<i>Szabados László</i> : Pulzáló változócsillagok . . . . .	77/144
<i>Oláh Katalin</i> : A BY Draconis típusú csillagok . . . . .	79/162
<i>Patkós László</i> : Kölcsönható kettőscsillagok . . . . .	81/266
<i>Oláh Katalin</i> : A változócsillagok eloszlása a Tejútrendszerben . . . . .	82/208
<i>Szabados László</i> : Fizikai változócsillagok kettős rendszerekben . . . . .	83/285
<i>Patkós László</i> : Az RS CVn típusú csillagok . . . . .	84/270
<i>Szabados László, Zsoldos Endre</i> : A cefeidák asztrofizikai és kozmológiai jelentősége . . . . .	85/220
Planetáris köd centrális csillagának novakitörése . . . . .	75/132
Az első pulzár kettős rendszerben . . . . .	76/142
A második gamma-pulzár . . . . .	77/143
A 3C 279 kvazár fényváltozása . . . . .	77/143
A semleges gyenge áramok szerepe a szupernova-robbanásban . . . . .	78/110
Meghatározták a HZ Her (Her X-1) tömegét . . . . .	78/110
Az 1006-os szupernova maradványa . . . . .	78/111
Az SU Cas tömege . . . . .	78/112
A Vela-pulzár optikai megfelelője . . . . .	79/115
A legtörpébb törpe cefeida . . . . .	79/116
Egy lassú nova? . . . . .	80/126
SS 433 . . . . .	81/124
Flamsteed-féle szupernova? . . . . .	82/130
Az SS 433 . . . . .	82/131
A T Tauri kísérője . . . . .	84/129

## Tejútrendszer, halmazok

<i>Szeidl Béla</i> : A galaktikus halo . . . . .	70/173
<i>Kanyó Sándor</i> : A Tejútrendszer gömbhalmazai . . . . .	75/227
<i>Balázs Lajos</i> : A csillagok kinematikája és kora . . . . .	76/198
<i>Kanyó Sándor</i> : Planetáris ködök . . . . .	76/216
<i>Kun Mária</i> : A nyílthalmazok és csillagasszociációk szerepe a Tejútrendszer megismerésében . . . . .	78/888
<i>Balázs Béla</i> : Távolságmérés a Tejútrendszerben . . . . .	80/153
<i>Paparó Margit</i> : A nyílthalmazok szerkezete . . . . .	80/240
<i>Barlai Katalin</i> : Röntgensugárzás gömbhalmazokban . . . . .	81/130
Röntgensugárzás gömbhalmazokból . . . . .	78/111
A Tejútrendszer össztömegének új értéke . . . . .	80/129
A Plejádok főszorozatának alsó vége . . . . .	81/123
Halmazok a Tejútrendszerben . . . . .	82/130
A Nap távolsága a Galaxis centrumától . . . . .	83/128
A Plejádok rejtélye . . . . .	84/128
Minikvazár a Tejútrendszer centrumában . . . . .	84/130

## Intersztelláris anyag

<i>Balázs Béla, Balázs Lajos</i> : Az intersztelláris anyag . . . . .	70/185
<i>Marik Miklós</i> : Az intersztelláris molekulák . . . . .	76/192
<i>Kun Mária</i> : Óriás molekulafelhők a Tejútrendszerben . . . . .	82/232
Újabb vegyületek az intersztelláris térben . . . . .	75/133
Újabb molekulákat találtak a csillagközi térben . . . . .	76/142
A molekulacsillagászat eredményei . . . . .	77/138
Extragalaktikus szén-monoxid . . . . .	78/114

## Extragalaktikus csillagászat

<i>Ambarcumjan, V. A.</i> : A galaxismagok . . . . .	71/202
<i>Balázs Béla</i> : Aktív szakaszok a galaxisok életében . . . . .	77/202
<i>Szécsényi-Nagy Gábor</i> : Az extragalaktikus objektumok morfológiai vizsgálata és néhány különösen jellemző tulajdonságuk . . . . .	81/281
<i>Surek György</i> : Kölcsönható galaxisok . . . . .	85/242
X Comae változócsillag-galaxis . . . . .	75/133
Quasarok rendkívül nagy vöröseltolódással . . . . .	75/135
Megoldódik a kvazárok rejtélye? . . . . .	76/140
A legnagyobb objektumok az Univerzumban . . . . .	76/141



A legtávolabbi ismert normál extragalaxis . . . . .	77/143
Tömeges csillagkeletkezés az ISZ 63—1 galaxisban . . . . .	78/111
A csillagok keringése egy elliptikus galaxisban . . . . .	78/113
Kvazár egy galaxis magjában . . . . .	79/114
A galaxisok spirálszerkezete . . . . .	81/126
0957 + 561 A, B: ikerkvazár vagy gravitációs lencse? . . . . .	81/127
Többszörös kvazárok és gravitációs lencsék . . . . .	82/126
Összekötő kapocs a kvazárok és a BL Lacertae objektumok között . . . . .	82/128
Gázhéjak elliptikus galaxisok körül . . . . .	82/128
A legkisebb spirálgalaxis . . . . .	82/129
Extragalaktikus gammasugár-kitörés . . . . .	82/129
A lokális galaxiscsoport új tagjai . . . . .	82/129
A legnagyobb ismert spirális . . . . .	83/128
A legtávolabbi ismert galaxisok . . . . .	83/129
Üresség a Bootesben? . . . . .	83/129
A galaxishalmazok szuperhalmazai . . . . .	83/130
Galaxis a 3C48 kvazár körül. . . . .	84/131
A galaxisok külső régiói . . . . .	84/131
„Virág” a Virgóban. . . . .	84/133
Nagy üres térségek az Univerzumban . . . . .	84/133
A legtávolabbi ismert kvazárok. . . . .	85/150

### Kozmológia, világnézet

<i>Ponori Thewrewk Aurél, Róka Gedeon: Kritikai megjegyzések az asztrológiáról . . . . .</i>	71/188
<i>Abonyi Iván: Az Ősrobbanástól a galaxisok keletkezéséig . . . . .</i>	72/231
<i>Róka Gedeon: A csillagászat néhány filozófiai problémája. . . . .</i>	72/244
<i>Róka Gedeon: Csillagászat és világnézet . . . . .</i>	76/155
<i>Balázs Béla, Paál György: A kozmológiai vöröseltolódásról. . . . .</i>	76/231
<i>Berecz György: Az anyag és az anyagformák . . . . .</i>	78/250
<i>Tihanyi László: Csillagászat és világnézet . . . . .</i>	81/301
<i>Lukács Béla, Paál György: A világ szerkezeti állandói. . . . .</i>	82/250
<i>Schalk Gyula: <math>N = 1</math>? A Drake-formula válsága. . . . .</i>	85/289
Kvazárok és empirikus kozmológia. . . . .	79/113
A Világegyetem inflációja . . . . .	85/147

## Műszerek, módszerek

<i>Horváth András:</i> Korszerű szputnyikfényképező távcsövek . . . . .	72/258
<i>Balázs Béla:</i> A csillagászati távcsövek teljesítőképességének alapjellemzői . . . . .	73/249
<i>Fejes István:</i> Interkontinentális rádiótávcsövek . . . . .	74/153
<i>Ill Márton:</i> Távcsövek a világűrben . . . . .	76/156
<i>Ponori Thewrewk Aurél:</i> Planetáriumok . . . . .	76/249
<i>Ifj. Kálmán Béla:</i> Napészlelő műszerek . . . . .	77/216
<i>Vízi Zsuzsanna:</i> A Hold-illúzió . . . . .	78/267
<i>Guman István:</i> Az ekvidenzitometria és napfizikai alkalmazása . . . . .	80/200
<i>Kovács Géza:</i> A gyorsfotometria eredményei . . . . .	80/222
<i>Barcza Szabolcs:</i> A csillagászati fotometria kalibrálása effektív hőmérsékletre és felszíni nehézségi gyorsulásra . . . . .	82/188
<i>Büttner György:</i> A Colormation-berendezés csillagászati alkalmazásai . . . . .	82/280
<i>Fejes István:</i> VLBI-térképezés a rádiócsillagászatban . . . . .	83/163
<i>Szécsényi-Nagy Gábor:</i> A századvég optikai csillagászatának megfigyelőműszerei . . . . .	84/135
Új műszerek . . . . .	79/121
Új műszer az ESO genfi központjában . . . . .	80/127
Nemzetközi űrobservatórium: IUE . . . . .	80/130

## Asztrometria

<i>Teleki György:</i> A fundamentális asztrometria mai képe . . . . .	70/204
<i>Balázs Béla:</i> Az időmérés problémái . . . . .	74/183
<i>Büttner György:</i> Pólusingadozás . . . . .	79/224
<i>Ádám József:</i> A Hold lézeres és VLBI-megfigyelése . . . . .	80/132
<i>Németh Zsuzsanna:</i> Stelláris háromszögelés . . . . .	81/249
<i>Teleki György:</i> Kozmikus asztrometria: a Hipparcos- és Tycho-tervek . . . . .	84/169
A Merkúr pontos pozíciója . . . . .	81/122

## Űrkutatás

<i>Nagy István György:</i> Az Apollo-program . . . . .	70/150
<i>Almár Iván:</i> Csillagászati kutatások a légkörön túlról . . . . .	71/136
<i>Balázs Béla:</i> Távolfelvételek a Földről . . . . .	71/154
<i>Petrona, R. A., O'Bryant, W. T.:</i> A holdkutatás Apollo-programjának áttekintése . . . . .	74/198

<i>Szécsényi-Nagy Gábor: A Pioneer—10 eredményeiből</i> . . . . .	76/139
<i>Gánti Tibor, Horváth András: A Viking '75-program</i> . . . . .	76/173
<i>Horváth András: Űrhajók, űrállomások</i> . . . . .	76/206
<i>Abonyi Ivánné: Húszéves az űrkutatás</i> . . . . .	77/267
<i>Szentesi György, Gedeon József, Sárhidai Gyula: Az űrhajózás új eszköze: az űrrepülőgép</i> . . . . .	79/199
<i>Barta György: Az űrhajózás nemzetközi kongresszusairól</i> . . . . .	80/176
<i>Benkó György: Az Interkozmosz-program</i> . . . . .	80/180
<i>Almár Iván: Világűr és emberiség</i> . . . . .	83/131
Csillagászati célú mesterséges holdak . . . . .	85/154
Űrszondák a Naprendszerben . . . . .	85/158

### Fizika, biológia

<i>Róka Gedeon: Az élő anyaggá szerveződés folyamatai a Világegyetemben</i> . . . . .	70/163
<i>Perjés Zoltán: A fejlődés irányai a gravitációelméletben</i> . . . . .	80/258
Három új csillagászati mérés az általános relativitáselmélet javára . . . . .	78/109
H <sup>+</sup> ion . . . . .	78/113
A neutrínó tömege . . . . .	82/125
Élet 250 °C fokon! . . . . .	85/165
A méter új definíciója . . . . .	85/168

### Történelem, egyéb

<i>Schalk Gyula: Az ősmagyarok csillagos ege</i> . . . . .	74/214
<i>Barlai Katalin, Marik Miklós: Regiomontanus</i> . . . . .	76/133
<i>Tóth György: A szombathelyi Gothard Obszervatórium</i> . . . . .	77/299
<i>Marik Miklós: Fényi Gyula</i> . . . . .	77/311
<i>Zétényi Endre: Kétszáz éve alapították az egri csillagvizsgálót</i> . . . . .	78/259
<i>Marik Miklós: Földes István</i> . . . . .	78/278
<i>Dezső Loránt, ifj. Kálmán Béla: Csillagászati vonatkozású szavak értelmezéséről és írásmódjáról</i> . . . . .	79/248
<i>Vargha Domokosné: Régi könyvek között a szabadság-hegyi Csillagda könyvtárában</i> . . . . .	80/294
<i>Nagy István György: Két centenárium</i> . . . . .	81/237
<i>Tóth György: Százéves a Gothard Obszervatórium</i> . . . . .	81/316
<i>Tycho Brahe: Önéletrajz a Historia Caelestis előszavában</i> . . . . .	81/322
<i>Schalk Gyula: Csillagászat és régészet</i> . . . . .	82/297

<i>Küssner, Martha</i> : Gauss magyar tanítványa, az egri és budai csillagvizsgáló igazgatója: Tittel Pál .....	82/313
<i>Marik Miklós</i> : 100 éve született Eddington. ....	82/338
<i>Balázs Béla</i> : Ötödik évszázadába lépett a Gergely-naptár .....	83/150
<i>Gerlei Ottó</i> : Fényi Gyula és a kalocsai csillagvizsgáló .....	84/294
<i>Marik Miklós</i> : Évfordulók 1985-ben (Kövesligethy Radó, Detre László, Weiss Xavér Ferenc, Sajnovics János, Simon Newcomb, Giovanni Virginio Schiaparelli, Harlow Shapley, Bernhard Schmidt, Walter Baade) .....	85/267
<i>Dankó Sándor</i> : Amatőrmozgalom. ....	85/275
Az 1054-es szupernova megfigyelése a Közel-Keleten .....	80/126
Szupernova 1811-ben .....	80/127
Galilei és a Neptunusz .....	82/141

A fedél Haiman Ágnes munkája

A kiadásért felel a Gondolat Könyvkiadó igazgatója

85. 52572. Petőfi Nyomda, Kecskemét, 1986

Felelős vezető: Ablaka István igazgató

Felelős szerkesztő: Várkonyi Judit

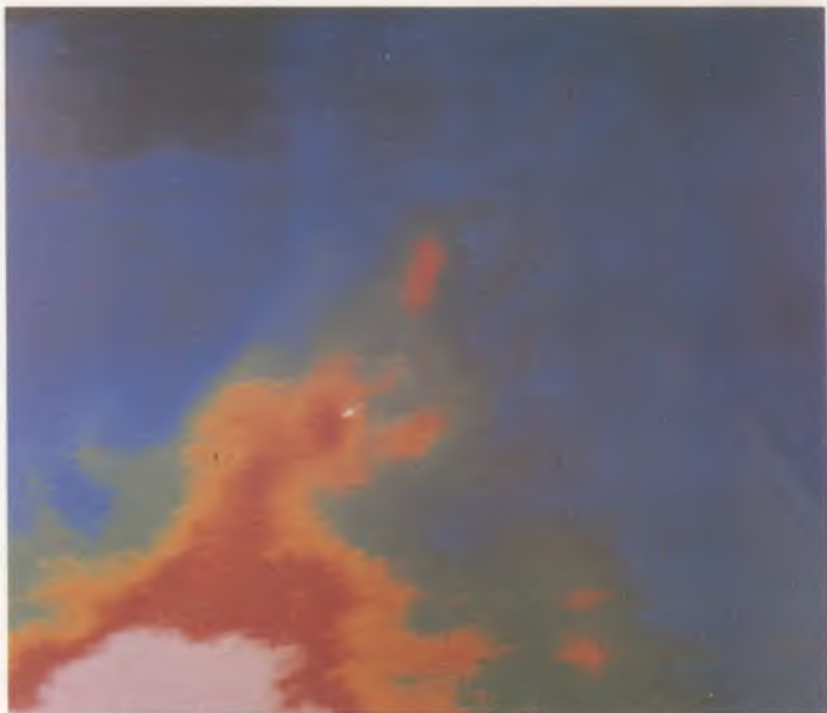
Műszaki vezető: Tóbi Attila

Műszaki szerkesztő: Haiman Ágnes

Megjelent 16,75 (A/5) ív + 8 oldal színes melléklet terjedelemben,  
az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabvány szerint



1. kép. A galaktikus centrum  $21 \times 16^\circ$  kiterjedésű részének képe, hamis színes feldolgozással. A maghoz közeli poros nyúlványokat az IRAS fedezte fel. A mag a nagy sárga folt a kép közepén

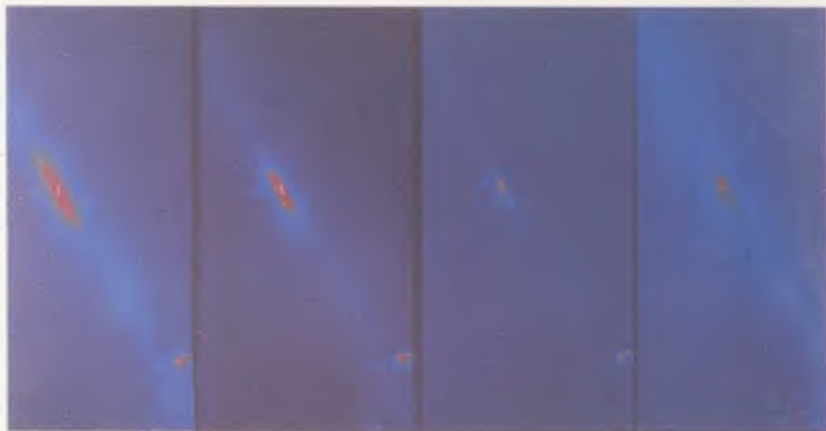


2. kép. Csillagkeletkezési helyek a Tejútrendszer karjainak egyikében. A  $11 \times 28^\circ$ -os terület hamis színes képén főként a hideg por  $100 \mu\text{m}$ -es sávban való sugárzása uralkodik (vörös). A felhőbe ágyazott csillagok felmelegítik a környező anyagot. A Barnard 5 sötét felhő a Perseusban. A nyíl a B5—IRS1 új protocsillagra mutat

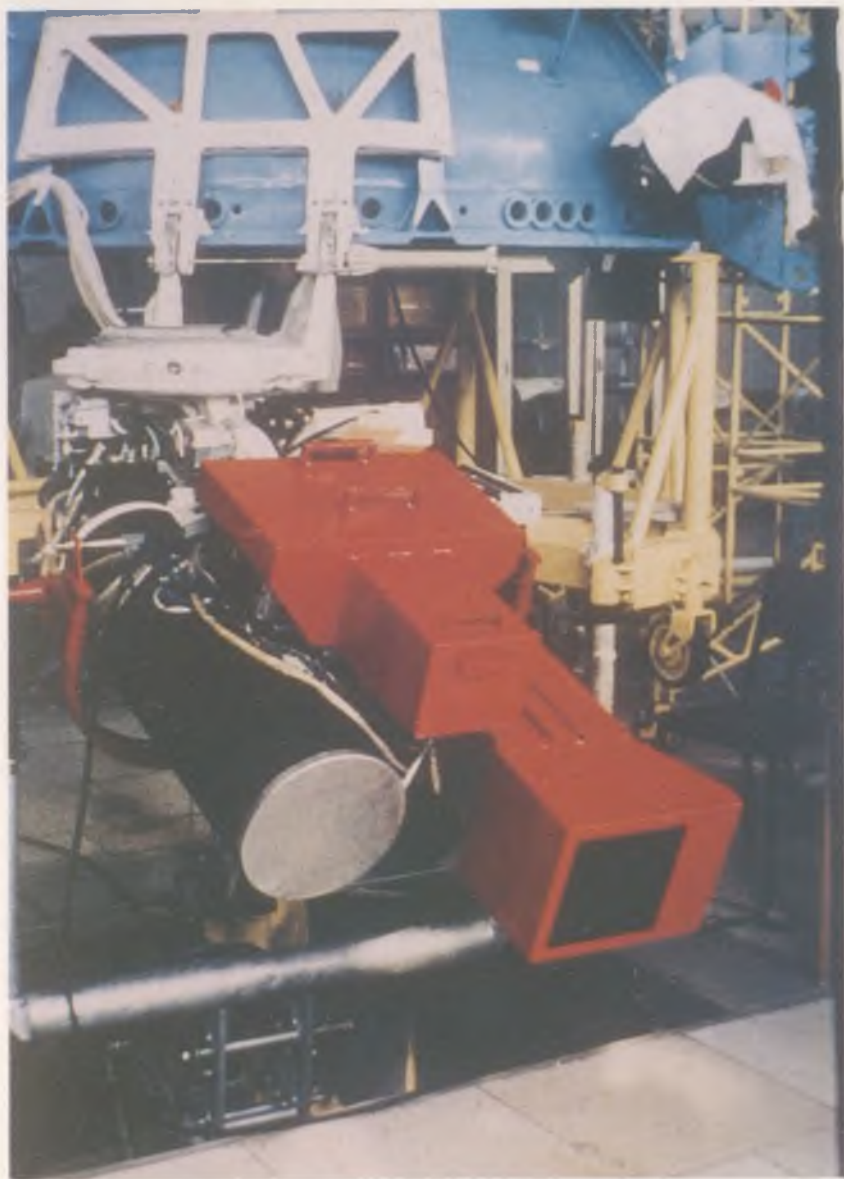


*3. kép. Az infravörös cirrusfelhők dominálnak a 100  $\mu\text{m}$ -en készült képeken*

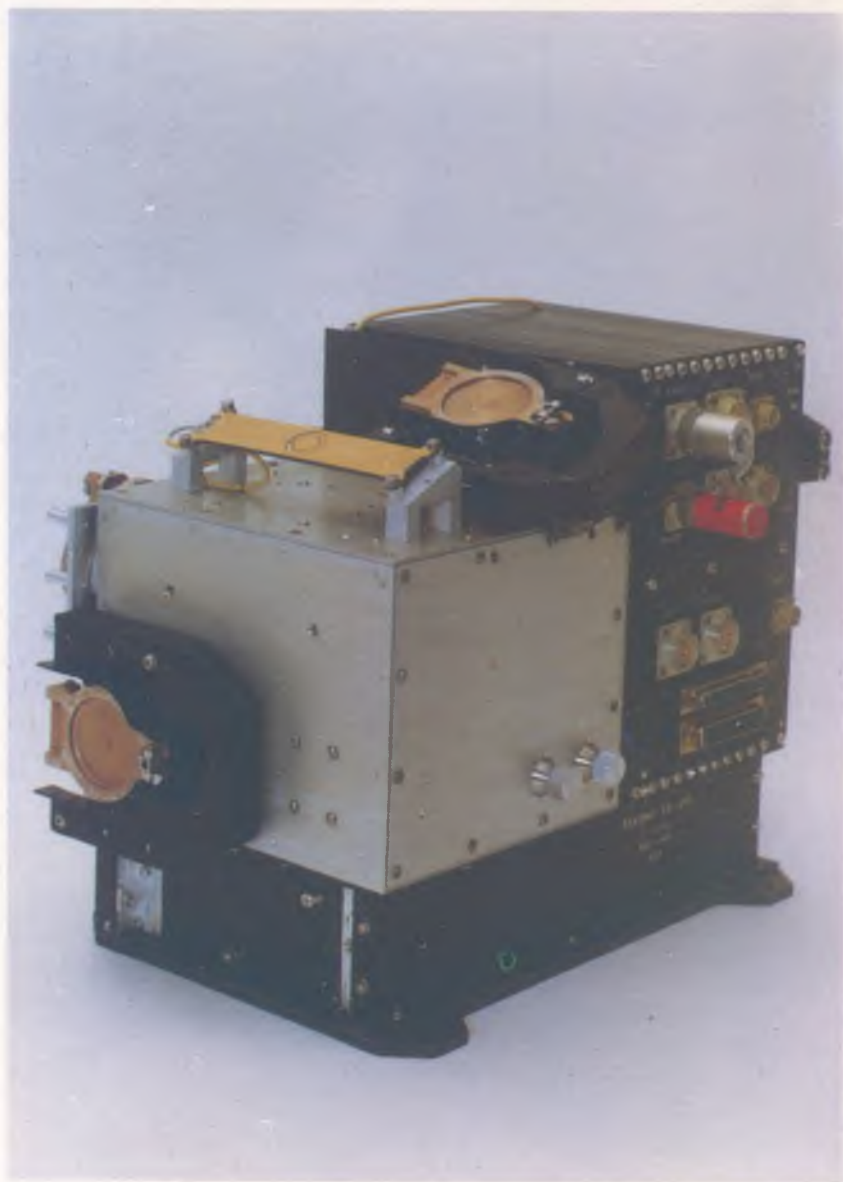




4. kép. Hamis színes képek a Teitrendszér fősíkjában, a mag környezetében.  
A legerősebb sugárzás fehér, a leggyengébb kék színnel jelölve. A négy kép rendre  
a 100, 65, 25 és 12  $\mu\text{m}$ -es sávban készült



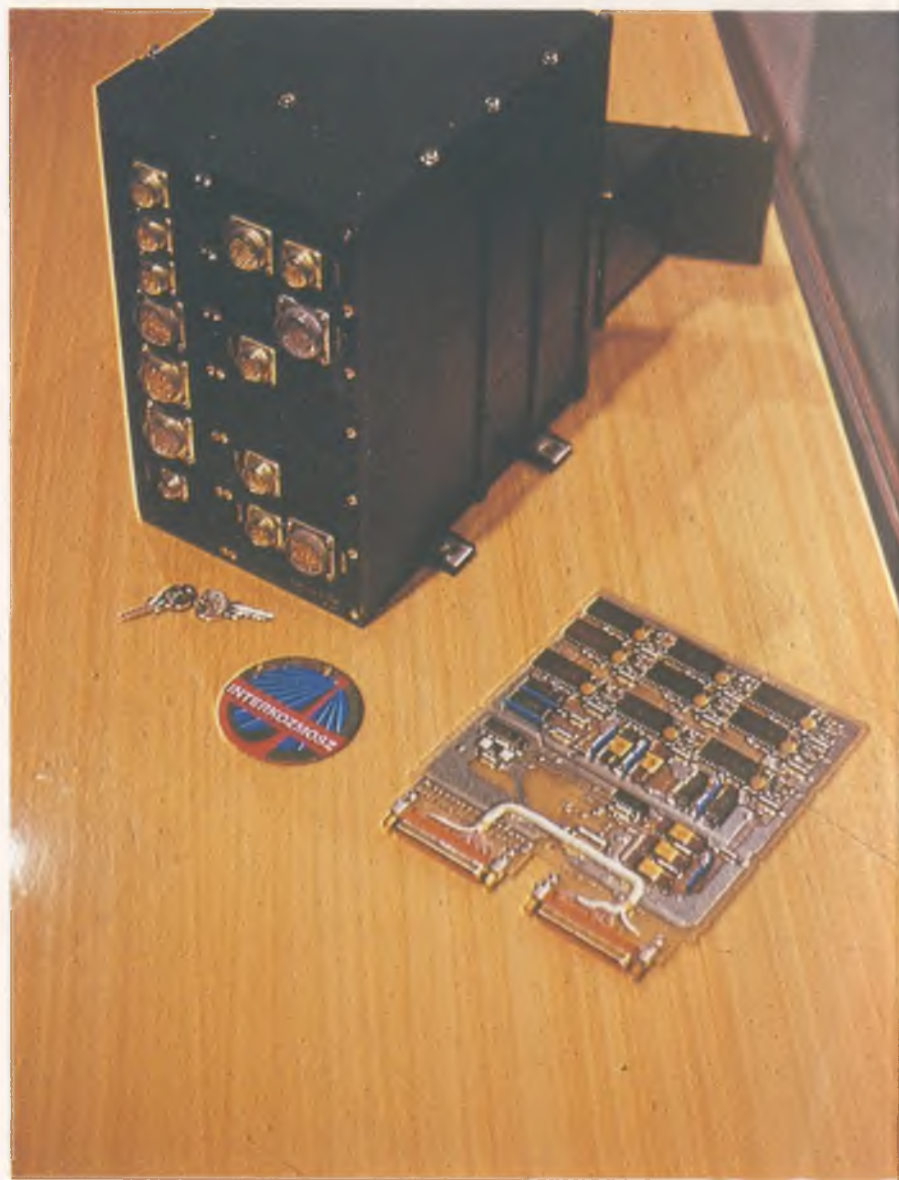
5. kép. A Vega Halley-szonda követő platformján elhelyezett optikai berendezések: balra alul nagy felbontású kamera (fekete), jobbra az IR-spektrométer, közöttük a nagy látószögű kamera, felettük (piros, szögletes) a háromcsatornás spektrométer



6. kép. A Vega Halley-szonda Plazmag jelű ion- és elektronspektrométere, amelynek elektronikáját a KFKI-ban építették, fejlesztették



7. kép. A Vega Halley-szonda Tünde jelű kozmikussugárzás-detektora.  
Elektronikáját a KFKI-ban készítették



8. kép. A Vega Halley-szonda tv-rendszerének vezérlő elektronikája (és egyik belső áramköri lapja), amelyet a KFKI-ban készítettek



