

# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

1979



13-00000-00000-00000

# CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

az 1979. évre

Szerkesztette

a TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak  
Országos Választmánya

az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Csillagászati Csoportjának

és

a MTESZ Központi Asztronautikai Szakosztályának  
közreműködésével

A MAGYAR CSILLAGÁSZATI EGYESÜLET  
KÖNYVTÁRA  
...../79.....

Gondolat Kiadó, Budapest 1978

Címképünk: A Szaturnusz 1974. március 10-én (A Lunar and Planetary Laboratory felvétele)

A hátsó borítón: Az űrrepülőgép (Space Shuttle)

ISSN 0526-233x

© Gondolat Kiadó 1978

**CSILLAGÁSZATI ADATOK  
AZ 1979. ÉVRE**

Az adatokat összeállították  
az MTA Napfizikai Obszervatórium kutatói

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fényváltásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	1	1	7 32	11 48	16 03	9 13	19 42	
2	K		2	7 32	11 48	16 04	9 52	20 57	
3	Sz		3	7 32	11 48	16 05	10 25	22 12	
4	Cs		4	7 32	11 49	16 06	10 57	23 23	
5	P		5	7 32	11 49	16 07	11 27	—	☽ 12 16
6	Sz		6	7 32	11 50	16 08	11 56	0 33	
7	V		7	7 31	11 50	16 09	12 28	1 39	
8	H	2	8	7 31	11 51	16 10	13 01	2 44	
9	K		9	7 31	11 51	16 12	13 38	3 45	
10	Sz		10	7 30	11 52	16 13	14 20	4 43	
11	Cs		11	7 30	11 52	16 14	15 06	5 37	
12	P		12	7 30	11 52	16 15	15 55	6 24	
13	Sz		13	7 29	11 53	16 17	16 49	7 08	☉ 08 09
14	V		14	7 28	11 53	16 18	17 45	7 45	
15	H	3	15	7 28	11 53	16 19	18 43	8 19	
16	K		16	7 27	11 54	16 21	19 43	8 50	
17	Sz		17	7 27	11 54	16 22	20 42	9 17	
18	Cs		18	7 26	11 54	16 23	21 43	9 43	
19	P		19	7 25	11 55	16 25	22 45	10 09	
20	Sz		20	7 24	11 55	16 26	23 48	10 35	
21	V		21	7 24	11 55	16 28	—	11 04	☾ 12 24
22	H	4	22	7 22	11 56	16 29	0 53	11 36	
23	K		23	7 21	11 56	16 31	2 00	12 12	
24	Sz		24	7 21	11 56	16 32	3 07	12 55	
25	Cs		25	7 20	11 56	16 34	4 14	13 47	
26	P		26	7 18	11 57	16 35	5 17	14 48	
27	Sz		27	7 17	11 57	16 37	6 14	15 57	
28	V		28	7 16	11 57	16 38	7 03	17 13	● 07 20
29	H	5	29	7 15	11 57	16 40	7 46	18 31	
30	K		30	7 14	11 57	16 41	8 22	19 49	
31	Sz		31	7 13	11 58	16 43	8 56	21 05	

Hold: 15-én 04<sup>h</sup>-kor földtávolban  
28-án 11<sup>h</sup>-kor földközelen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2443...	Csillagidő (λ = 0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 874,5	6 40 12,418	18 43,4	−23 04	16 17	20 49,2	−14 27
875,5	6 44 08,976	18 47,8	22 59	16 17	21 48,7	11 00
876,5	6 48 05,531	18 52,2	22 54	16 18	22 45,5	6 57
877,5	6 52 02,084	18 56,6	22 48	16 18	23 40,0	− 2 36
878,5	6 55 58,636	19 01,0	22 42	16 18	0 32,5	+ 1 47
879,5	6 59 55,189	19 05,4	22 35	16 18	1 23,9	5 57
880,5	7 03 51,743	19 09,8	22 28	16 17	2 14,6	9 43
881,5	7 07 48,299	19 14,1	22 21	16 17	3 05,3	12 57
882,5	7 11 44,857	19 18,5	22 13	16 17	3 56,1	15 31
883,5	7 15 41,416	19 22,9	22 04	16 17	4 47,1	17 19
884,5	7 19 37,976	19 27,2	21 56	16 17	5 38,2	18 18
885,5	7 23 34,536	19 31,6	21 46	16 17	6 29,1	18 26
886,5	7 27 31,095	19 35,9	21 37	16 17	7 19,4	17 44
887,5	7 31 27,654	19 40,2	21 27	16 17	8 08,8	16 16
888,5	7 35 24,211	19 44,5	21 16	16 17	8 57,1	14 07
889,5	7 39 20,766	19 48,8	21 05	16 17	9 44,4	11 23
890,5	7 43 17,320	19 53,1	20 54	16 17	10 30,7	8 11
891,5	7 47 13,872	19 57,4	20 42	16 17	11 16,5	4 39
892,5	7 51 10,424	20 01,6	20 30	16 17	12 02,2	+ 0 53
893,5	7 55 06,975	20 05,9	20 18	16 17	12 48,6	− 2 57
894,5	7 59 03,527	20 10,1	20 05	16 17	13 36,3	6 45
895,5	8 03 00,080	20 14,4	19 51	16 17	14 26,1	10 21
896,5	8 06 56,636	20 18,6	19 38	16 17	15 18,5	13 33
897,5	8 10 53,194	20 22,8	19 24	16 16	16 14,1	16 08
898,5	8 14 49,754	20 27,0	19 09	16 16	17 12,9	17 50
899,5	8 18 46,316	20 31,1	18 55	16 16	18 14,3	18 25
900,5	8 22 42,878	20 35,3	18 40	16 16	19 17,4	17 45
901,5	8 26 39,438	20 39,5	18 24	16 16	20 20,5	15 48
902,5	8 30 35,995	20 43,6	18 09	16 16	21 22,4	12 44
903,5	8 34 32,549	20 47,7	17 53	16 16	22 22,2	8 50
904,5	8 38 29,101	20 51,8	−17 36	16 16	23 19,6	− 4 27

Föld: 4-én 23<sup>h</sup>34<sup>m</sup>-kor napközben (KözEI)

I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(5)	32	7 11	11 58	16 45	9 28	22 17	
2	P		33	7 10	11 58	16 46	9 59	23 28	
3	Sz		34	7 09	11 58	16 48	10 30	—	
4	V		35	7 08	11 58	16 49	11 04	0 34	☽ 01 37
5	H	6	36	7 06	11 58	16 51	11 40	1 38	
6	K		37 <sup>1</sup>	7 05	11 58	16 52	12 20	2 37	
7	Sz		38	7 03	11 58	16 54	13 03	3 32	
8	Cs		39	7 02	11 58	16 56	13 52	4 22	
9	P		40	7 00	11 58	16 57	14 44	5 06	
10	Sz		41	6 59	11 58	16 59	15 39	5 46	
11	V		42	6 57	11 58	17 00	16 36	6 21	
12	H	7	43	6 56	11 58	17 02	17 34	6 53	☉ 03 40
13	K		44	6 54	11 58	17 03	18 35	7 22	
14	Sz		45	6 53	11 58	17 05	19 35	7 48	
15	Cs		46	6 51	11 58	17 07	20 37	8 14	
16	P		47	6 50	11 58	17 08	21 39	8 40	
17	Sz		48	6 48	11 58	17 10	22 43	9 07	
18	V		49	6 46	11 58	17 11	23 47	9 37	
19	H	8	50	6 44	11 58	17 13	—	10 11	
20	K		51	6 43	11 58	17 14	0 53	10 50	☾ 02 18
21	Sz		52	6 41	11 58	17 16	1 56	11 36	
22	Cs		53	6 39	11 58	17 17	2 59	12 29	
23	P		54	6 37	11 58	17 19	3 57	13 33	
24	Sz		55	6 35	11 57	17 20	4 48	14 44	
25	V		56	6 34	11 57	17 22	5 35	16 00	
26	H	9	57	6 32	11 57	17 24	6 15	17 18	● 17 46
27	K		58	6 30	11 57	17 25	6 51	18 36	
28	Sz		59	6 28	11 57	17 27	7 24	19 52	

Hold: 11-én 04<sup>h</sup>-kor földtávolban  
25-én 23<sup>h</sup>-kor földközélen



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2443...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	″	h m	° ′
... 905,5	8 42 25,651	20 55,9	-17 20	16 16	0 14,9	+ 0 06
906,5	8 46 22,202	21 00,0	17 03	16 15	1 08,4	4 29
907,5	8 50 18,753	21 04,1	16 45	16 15	2 00,8	8 30
908,5	8 54 15,306	21 08,1	16 28	16 15	2 52,5	11 58
909,5	8 58 11,861	21 12,2	16 10	16 15	3 43,8	14 46
910,5	9 02 08,418	21 16,2	15 52	16 15	4 34,9	16 47
911,5	9 06 04,975	21 20,2	15 33	16 15	5 25,9	18 00
912,5	9 10 01,533	21 24,2	15 15	16 14	6 16,6	18 22
913,5	9 13 58,090	21 28,2	14 56	16 14	7 06,8	17 55
914,5	9 17 54,646	21 32,2	14 37	16 14	7 56,3	16 41
915,5	9 21 51,201	21 36,1	14 17	16 14	8 44,8	14 44
916,5	9 25 47,754	21 40,1	13 58	16 14	9 32,4	12 10
917,5	9 29 44,306	21 44,0	13 38	16 14	10 19,1	9 05
918,5	9 33 40,856	21 47,9	13 18	16 13	11 05,2	5 38
919,5	9 37 37,405	21 51,8	12 57	16 13	11 51,0	+ 1 56
920,5	9 41 33,954	21 55,7	12 37	16 13	12 37,2	- 1 53
921,5	9 45 30,503	21 59,6	12 16	16 13	13 24,2	5 40
922,5	9 49 27,053	22 03,5	11 55	16 13	14 12,6	9 16
923,5	9 53 23,605	22 07,4	11 34	16 12	15 03,1	12 32
924,5	9 57 20,159	22 11,2	11 13	16 12	15 56,0	15 14
925,5	10 01 16,715	22 15,0	10 51	16 12	16 51,7	17 12
926,5	10 05 13,274	22 18,9	10 29	16 12	17 50,0	18 13
927,5	10 09 09,832	22 22,7	10 08	16 12	18 50,4	18 06
928,5	10 13 06,391	22 26,5	9 46	16 11	19 51,9	16 47
929,5	10 17 02,947	22 30,3	9 23	16 11	20 53,4	14 17
930,5	10 20 59,500	22 34,1	9 01	16 11	21 53,9	10 48
931,5	10 24 56,050	22 37,9	8 39	16 11	22 53,0	6 35
932,5	10 28 52,598	22 41,6	- 8 16	16 10	23 50,3	- 2 00

# I. MÁRCIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					
				Budapesten					A HOLD fényváltásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(9)	60	6 26	11 57	17 28	7 56	21 07	
2	P		61	6 24	11 56	17 30	8 29	22 17	
3	Sz		62	6 22	11 56	17 31	9 03	23 25	
4	V		63	6 20	11 56	17 33	9 38	—	
5	H	10	64	6 19	11 56	17 34	10 17	0 27	☽ 17 24
6	K		65	6 17	11 56	17 36	11 01	1 25	
7	Sz		66	6 15	11 55	17 37	11 48	2 17	
8	Cs		67	6 13	11 55	17 39	12 38	3 04	
9	P		68	6 11	11 55	17 40	13 32	3 46	
10	Sz		69	6 09	11 55	17 41	14 29	4 22	
11	V		70	6 07	11 54	17 43	15 28	4 55	
12	H	11	71	6 05	11 54	17 44	16 28	5 25	
13	K		72	6 03	11 54	17 46	17 28	5 52	☉ 22 15
14	Sz		73	6 01	11 54	17 47	18 30	6 18	
15	Cs		74	5 59	11 53	17 49	19 32	6 44	
16	P		75	5 57	11 53	17 50	20 36	7 11	
17	Sz		76	5 55	11 53	17 52	21 40	7 41	
18	V		77	5 53	11 52	17 53	22 44	8 12	
19	H	12	78	5 51	11 52	17 54	23 49	8 49	
20	K		79	5 49	11 52	17 56	—	9 32	
21	Sz		80	5 47	11 51	17 57	0 50	10 22	☾ 12 23
22	Cs		81	5 45	11 51	17 59	1 47	11 19	
23	P		82	5 43	11 51	18 00	2 40	12 24	
24	Sz		83	5 41	11 51	18 02	3 26	13 36	
25	V		84	5 39	11 50	18 03	4 07	14 51	
26	H	13	85	5 37	11 50	18 04	4 44	16 07	
27	K		86	5 35	11 50	18 06	5 19	17 24	
28	Sz		87	5 33	11 49	18 07	5 51	18 39	● 04 00
29	Cs		88	5 31	11 49	18 09	6 24	19 53	
30	P		89	5 29	11 49	18 10	6 58	21 04	
31	Sz		90	5 26	11 48	18 11	7 33	22 11	

Hold: 10-én 12<sup>h</sup>-kor földtávolban  
26-án 07<sup>h</sup>-kor földközelen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julian dátum 2443 ...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 933,5	10 32 49,146	22 45,4	- 7 54	16 10	0 46,1	+ 2 35
934,5	10 36 45,694	22 49,2	7 31	16 10	1 40,6	6 55
935,5	10 40 42,245	22 52,9	7 08	16 10	2 34,3	10 43
936,5	10 44 38,797	22 56,6	6 45	16 09	3 27,3	13 51
937,5	10 48 35,351	23 00,4	6 22	16 09	4 19,7	16 11
938,5	10 52 31,906	23 04,1	5 59	16 09	5 11,7	17 40
939,5	10 56 28,462	23 07,8	5 36	16 09	6 03,0	18 17
940,5	11 00 25,017	23 11,5	5 12	16 08	6 53,6	18 03
941,5	11 04 21,572	23 15,2	4 49	16 08	7 43,2	17 02
942,5	11 08 18,125	23 18,9	4 25	16 08	8 31,9	15 17
943,5	11 12 14,677	23 22,6	4 02	16 08	9 19,7	12 53
944,5	11 16 11,227	23 26,3	3 38	16 07	10 06,6	9 56
945,5	11 20 07,775	23 29,9	3 15	16 07	10 53,0	6 34
946,5	11 24 04,323	23 33,6	2 51	16 07	11 39,2	+ 2 55
947,5	11 28 00,870	23 37,3	2 28	16 07	12 25,7	- 0 55
948,5	11 31 57,417	23 40,9	2 04	16 06	13 12,8	4 45
949,5	11 35 53,966	23 44,6	1 40	16 06	14 01,2	8 26
950,5	11 39 50,516	23 48,2	1 16	16 06	14 51,1	11 48
951,5	11 43 47,068	23 51,9	0 53	16 06	15 43,1	14 39
952,5	11 47 43,622	23 55,5	0 29	16 05	16 37,4	16 47
953,5	11 51 40,178	23 59,2	- 0 05	16 05	17 33,7	18 03
954,5	11 55 36,736	0 02,8	+ 0 18	16 05	18 31,8	18 16
955,5	11 59 33,293	0 06,5	0 42	16 04	19 30,9	17 22
956,5	12 03 29,848	0 10,1	1 06	16 04	20 30,3	15 22
957,5	12 07 26,401	0 13,8	1 29	16 04	21 29,4	12 20
958,5	12 11 22,952	0 17,4	1 53	16 04	22 27,6	8 29
959,5	12 15 19,500	0 21,0	2 17	16 03	23 24,7	- 4 05
960,5	12 19 16,047	0 24,7	2 40	16 03	0 20,9	+ 0 32
961,5	12 23 12,594	0 28,3	3 04	16 03	1 16,4	5 03
962,5	12 27 09,143	0 32,0	3 27	16 03	2 11,3	9 11
963,5	12 31 05,694	0 35,6	+ 3 50	16 02	3 05,7	+12 42

Föld: 21-én 6<sup>h</sup>22<sup>m</sup>-kor tavasz kezdete (KözEI)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözET)					A HOLD fényváltásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(13)	91	5 25	11 48	18 13	8 12	23 12	
2	H	14	92	5 23	11 48	18 14	8 54	—	
3	K		93	5 21	11 48	18 16	9 40	0 09	
4	Sz		94	5 18	11 47	18 17	10 30	0 59	
5	Cs		95	5 17	11 47	18 18	11 24	1 43	☽ 10 58
6	P		96	5 14	11 47	18 20	12 19	2 21	
7	Sz		97	5 12	11 46	18 21	13 18	2 56	
8	V		98	5 10	11 46	18 23	14 17	3 26	
9	H	15	99	5 09	11 46	18 24	15 18	3 54	
10	K		100	5 07	11 46	18 26	16 19	4 21	
11	Sz		101	5 05	11 45	18 27	17 21	4 47	
12	Cs		102	5 03	11 45	18 28	18 26	5 14	☉ 14 16
13	P		103	5 01	11 45	18 30	19 31	5 42	
14	Sz		104	4 59	11 45	18 31	20 37	6 14	
15	V		105	4 57	11 44	18 33	21 41	6 49	
16	H	16	106	4 55	11 44	18 34	22 45	7 31	
17	K		107	4 53	11 44	18 35	23 44	8 18	
18	Sz		108	4 52	11 44	18 37	—	9 14	
19	Cs		109	4 50	11 43	18 38	0 38	10 15	
20	P		110	4 48	11 43	18 40	1 24	11 23	☾ 19 31
21	Sz		111	4 46	11 43	18 41	2 06	12 34	
22	V		112	4 44	11 43	18 42	2 43	13 48	
23	H	17	113	4 42	11 43	18 44	3 16	15 02	
24	K		114	4 40	11 42	18 45	3 49	16 16	
25	Sz		115	4 39	11 42	18 47	4 20	17 31	
26	Cs		116	4 37	11 42	18 48	4 52	18 42	● 14 16
27	P		117	4 35	11 42	18 49	5 27	19 52	
28	Sz		118	4 34	11 42	18 51	6 04	20 57	
29	V		119	4 32	11 42	18 52	6 45	21 57	
30	H	18	120	4 30	11 41	18 54	7 31	22 51	

Hold: 7-én 04<sup>h</sup>-kor földtávolban  
22-én 23<sup>h</sup>-kor földközélen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2443 ...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látzó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 964,5	12 35 02,248	0 39,2	+ 4 13	16 02	3 59,8	+15 26
965,5	12 38 58,803	0 42,9	4 37	16 02	4 53,3	17 17
966,5	12 42 55,358	0 46,5	5 00	16 01	5 46,1	18 13
967,5	12 46 51,914	0 50,2	5 23	16 01	6 37,8	18 16
968,5	12 50 48,469	0 53,8	5 46	16 01	7 28,3	17 29
969,5	12 54 45,023	0 57,5	6 08	16 01	8 17,6	15 55
970,5	12 58 41,576	1 01,1	6 31	16 00	9 05,7	13 42
971,5	13 02 38,127	1 04,8	6 54	16 00	9 52,8	10 54
972,5	13 06 34,676	1 08,5	7 16	16 00	10 39,3	7 39
973,5	13 10 31,224	1 12,1	7 39	16 00	11 25,5	4 02
974,5	13 14 27,772	1 15,8	8 01	15 59	12 12,0	+ 0 13
975,5	13 18 24,320	1 19,5	8 23	15 59	12 59,3	- 3 42
976,5	13 22 20,868	1 23,1	8 45	15 59	13 47,9	7 30
977,5	13 26 17,419	1 26,8	9 07	15 58	14 38,1	11 02
978,5	13 30 13,972	1 30,5	9 28	15 58	15 30,3	14 06
979,5	13 34 10,526	1 34,2	9 50	15 58	16 24,6	16 28
980,5	13 38 07,083	1 37,9	10 11	15 58	17 20,8	17 58
981,5	13 42 03,641	1 41,6	10 32	15 57	18 18,4	18 26
982,5	13 46 00,199	1 45,3	10 53	15 57	19 16,7	17 49
983,5	13 49 56,756	1 49,1	11 14	15 57	20 15,0	16 07
984,5	13 53 53,311	1 52,8	11 35	15 57	21 12,6	13 24
985,5	13 57 49,864	1 56,5	11 55	15 56	22 09,3	9 52
986,5	14 01 46,414	2 00,3	12 15	15 56	23 05,0	5 44
987,5	14 05 42,963	2 04,0	12 35	15 56	23 59,9	- 1 15
988,5	14 09 39,511	2 07,8	12 55	15 56	0 54,4	+ 3 16
989,5	14 13 36,061	2 11,6	13 15	15 55	1 48,8	7 34
990,5	14 17 32,613	2 15,3	13 34	15 55	2 43,3	11 23
991,5	14 21 29,167	2 19,1	13 53	15 55	3 37,8	14 31
992,5	14 25 25,724	2 22,9	14 12	15 55	4 32,3	16 47
993,5	14 29 22,281	2 26,7	+14 31	15 54	5 26,2	+18 07

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözE1)					A HOLD fényváltásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(18)	121	4 28	11 41	18 55	8 20	23 38	
2	Sz		122	4 27	11 41	18 56	9 13	—	
3	Cs		123	4 25	11 41	18 58	10 09	0 20	
4	P		124	4 24	11 41	18 59	11 06	0 56	D 05 26
5	Sz		125	4 22	11 41	19 00	12 05	1 27	
6	V		126	4 21	11 41	19 02	13 04	1 56	
7	H	19	127	4 19	11 41	19 03	14 06	2 23	
8	K		128	4 18	11 41	19 05	15 07	2 49	
9	Sz		129	4 16	11 41	19 06	16 12	3 15	
10	Cs		130	4 15	11 41	19 07	17 17	3 43	
11	P		131	4 13	11 40	19 09	18 24	4 13	
12	Sz		132	4 12	11 40	19 10	19 31	4 47	O 03 02
13	V		133	4 11	11 40	19 11	20 37	5 26	
14	H	20	134	4 09	11 40	19 12	21 39	6 13	
15	K		135	4 08	11 40	19 14	22 35	7 06	
16	Sz		136	4 07	11 40	19 15	23 25	8 07	
17	Cs		137	4 06	11 40	19 16	—	9 14	
18	P		138	4 04	11 40	19 17	0 08	10 25	
19	Sz		139	4 03	11 41	19 19	0 46	11 37	C 00 58
20	V		140	4 02	11 41	19 20	1 20	12 50	
21	H	21	141	4 01	11 41	19 21	1 51	14 02	
22	K		142	4 00	11 41	19 22	2 21	15 15	
23	Sz		143	3 59	11 41	19 23	2 52	16 25	
24	Cs		144	3 58	11 41	19 25	3 24	17 35	
25	P		145	3 57	11 41	19 26	4 00	18 42	
26	Sz		146	3 56	11 41	19 27	4 39	19 43	● 01 01
27	V		147	3 55	11 41	19 28	5 22	20 41	
28	H	22	148	3 54	11 41	19 29	6 09	21 31	
29	K		149	3 53	11 41	19 30	7 02	22 16	
30	Sz		150	3 53	11 42	19 31	7 56	22 55	
31	Cs		151	3 52	11 42	19 32	8 53	23 29	

Hold: 4-én 23<sup>h</sup>-kor földtávolban  
18-án 10<sup>h</sup>-kor földközélen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világitdők						
Julián dátum 2443...	Csillagidő (λ = 0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 994,5	14 33 18,839	2 30,5	+14 50	15 54	6 19,3	-18 31
995,5	14 37 15,397	2 34,3	15 08	15 54	7 11,1	18 01
996,5	14 41 11,953	2 38,2	15 26	15 54	8 01,5	16 42
997,5	14 45 08,508	2 42,0	15 44	15 53	8 50,3	14 40
998,5	14 49 05,062	2 45,8	16 01	15 53	9 37,8	12 02
999,5	14 53 01,614	2 49,7	16 18	15 53	10 24,3	8 54
44 000,5	14 56 58,164	2 53,6	16 35	15 53	11 10,4	5 23
001,5	15 00 54,714	2 57,4	16 52	15 52	11 56,6	+ 1 36
002,5	15 04 51,264	3 01,3	17 08	15 52	12 43,4	- 2 19
003,5	15 08 47,815	3 05,2	17 24	15 52	13 31,6	6 13
004,5	15 12 44,367	3 09,1	17 40	15 52	14 21,6	9 56
005,5	15 16 40,921	3 13,0	17 55	15 52	15 13,8	13 15
006,5	15 20 37,477	3 16,9	18 11	15 51	16 08,5	15 56
007,5	15 24 34,036	3 20,9	18 26	15 51	17 05,3	17 47
008,5	15 28 30,597	3 24,8	18 40	15 51	18 03,8	18 35
009,5	15 32 27,158	3 28,7	18 54	15 51	19 03,1	18 15
010,5	15 36 23,717	3 32,7	19 08	15 51	20 02,1	16 48
011,5	15 40 20,275	3 36,7	19 22	15 50	21 00,0	14 18
012,5	15 44 16,830	3 40,6	19 35	15 50	21 56,5	10 57
013,5	15 48 13,383	3 44,6	19 48	15 50	22 51,6	6 59
014,5	15 52 09,935	3 48,6	20 01	15 50	23 45,4	- 2 38
015,5	15 56 06,485	3 52,6	20 13	15 50	0 38,6	+ 1 50
016,5	16 00 03,037	3 56,6	20 25	15 49	1 31,6	6 10
017,5	16 03 59,590	4 00,7	20 37	15 49	2 24,8	10 08
018,5	16 07 56,146	4 04,7	20 48	15 49	3 18,5	13 30
019,5	16 11 52,704	4 08,7	20 59	15 49	4 12,5	16 07
020,5	16 15 49,263	4 12,8	21 09	15 49	5 06,6	17 51
021,5	16 19 45,823	4 16,8	21 19	15 49	6 00,3	18 38
022,5	16 23 42,383	4 20,9	21 29	15 48	6 53,1	18 28
023,5	16 27 38,942	4 25,0	21 39	15 48	7 44,4	17 27
024,5	16 31 35,500	4 29,1	+21 48	15 48	8 34,2	+15 39

## I. JÚNIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapest					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m		
1	P	(22)	152	3 51	11 42	19 33	9 52	23 59	
2	Sz		153	3 51	11 42	19 33	10 51	—	D 23 38
3	V		154	3 50	11 42	19 34	11 52	0 26	
4	H	23	155	3 50	11 42	19 35	12 52	0 52	
5	K		156	3 49	11 42	19 36	13 55	1 18	
6	Sz		157	3 49	11 43	19 37	14 59	1 44	
7	Cs		158	3 48	11 43	19 38	16 05	2 12	
8	P		159	3 48	11 43	19 39	17 13	2 44	
9	Sz		160	3 47	11 43	19 39	18 20	3 21	
10	V		161	3 47	11 43	19 40	19 26	4 03	O 12 56
11	H	24	162	3 47	11 44	19 41	20 27	4 56	
12	K		163	2 47	11 44	19 41	21 21	5 54	
13	Sz		164	3 46	11 44	19 42	22 08	7 01	
14	Cs		165	3 46	11 44	19 42	22 48	8 12	
15	P		166	3 46	11 44	19 43	23 24	9 26	
16	Sz		167	3 46	11 45	19 43	23 56	10 40	
17	V		168	3 46	11 45	19 44	—	11 53	C 06 02
18	H	25	169	3 46	11 45	19 44	0 27	13 05	
19	K		170	3 46	11 45	19 44	0 56	14 15	
20	Sz		171	3 46	11 45	19 45	1 27	15 23	
21	Cs		172	3 46	11 46	19 45	2 00	16 30	
22	P		173	3 47	11 46	19 45	2 37	17 33	
23	Sz		174	3 47	11 46	19 45	3 17	18 32	
24	V		175	3 47	11 46	19 45	4 02	19 26	● 12 59
25	H	26	176	3 47	11 47	19 45	4 52	20 13	
26	K		177	3 48	11 47	19 46	5 46	20 54	
27	Sz		178	3 48	11 47	19 45	6 43	21 29	
28	Cs		179	3 49	11 47	19 45	7 41	22 01	
29	P		180	3 49	11 47	19 45	8 40	22 29	
30	Sz		181	3 50	11 48	19 45	9 40	22 55	

Hold: 1-én 18<sup>h</sup>-kor földtávolban  
 13-án 17<sup>h</sup>-kor földközélnél  
 29-én 12<sup>h</sup>-kor földtávolban



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világitdők						
Julián dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...025,5	16 35 32,056	4 33,1	+21 56	15 48	9 22,4	+13 12
026,5	16 39 28,611	4 37,2	22 05	15 48	10 09,3	10 14
027,5	16 43 25,164	4 41,3	22 13	15 48	10 55,2	6 50
028,5	16 47 21,716	4 45,4	22 20	15 48	11 40,9	+ 3 09
029,5	16 51 18,268	4 49,5	22 27	15 47	12 27,0	- 0 43
030,5	16 55 14,820	4 53,7	22 34	15 47	13 14,1	4 39
031,5	16 59 11,373	4 57,8	22 40	15 47	14 02,9	8 28
032,5	17 03 07,928	5 01,9	22 46	15 47	14 54,1	12 00
033,5	17 07 04,485	5 06,0	22 52	15 47	15 48,0	15 00
034,5	17 11 01,045	5 10,2	22 57	15 47	16 44,8	17 15
035,5	17 14 57,607	5 14,3	23 01	15 47	17 43,9	18 31
036,5	17 18 54,170	5 18,5	23 06	15 47	18 44,5	18 37
037,5	17 22 50,732	5 22,6	23 10	15 46	19 45,3	17 30
038,5	17 26 47,293	5 26,7	23 13	15 46	20 45,2	15 15
039,5	17 30 43,850	5 30,9	23 16	15 46	21 43,4	12 03
040,5	17 34 40,405	5 35,1	23 19	15 46	22 39,5	8 10
041,5	17 38 36,958	5 39,2	23 21	15 46	23 33,9	- 3 51
042,5	17 42 33,510	5 43,4	23 23	15 46	0 27,0	+ 0 37
043,5	17 46 30,062	5 47,5	23 24	15 46	1 19,3	4 58
044,5	17 50 26,616	5 51,7	23 26	15 46	2 11,6	9 01
045,5	17 54 23,172	5 55,8	23 26	15 46	3 04,0	12 33
046,5	17 58 19,730	6 00,0	23 26	15 46	3 57,0	15 23
047,5	18 02 16,290	6 04,2	23 26	15 46	4 50,3	17 24
048,5	18 06 12,850	6 08,3	23 26	15 46	5 43,6	18 31
049,5	18 10 09,411	6 12,5	23 24	15 46	6 36,4	18 42
050,5	18 14 05,971	6 16,6	23 23	15 46	7 28,3	17 59
051,5	18 18 02,530	6 20,8	23 21	15 46	8 18,7	16 28
052,5	18 21 59,088	6 25,0	23 19	15 45	9 07,6	14 14
053,5	18 25 55,643	6 29,1	23 16	15 45	9 54,9	11 25
054,5	18 29 52,197	6 33,2	+23 13	15 45	10 41,1	+ 8 10

Föld: 22-én 00<sup>h</sup> 56<sup>m</sup>-kor nyár kezdete (KözEI)

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(26)	182	3 50	11 48	19 45	10 40	23 21	
2	H	27	183	3 51	11 48	19 45	11 41	23 46	☽ 16 24
3	K		184	3 51	11 48	19 45	12 42	—	
4	Sz		185	3 52	11 48	19 44	13 46	0 13	
5	Cs		186	3 53	11 49	19 44	14 53	0 43	
6	P		187	3 54	11 49	19 43	16 00	1 15	
7	Sz		188	3 54	11 49	19 43	17 06	1 54	
8	V		189	3 55	11 49	19 42	18 11	2 42	
9	H	28	190	3 56	11 49	19 42	19 09	3 37	☉ 21 00
10	K		191	3 57	11 49	19 41	20 01	4 41	
11	Sz		192	3 58	11 49	19 41	20 45	5 53	
12	Cs		193	3 59	11 50	19 40	21 25	7 08	
13	P		194	4 00	11 50	19 40	21 59	8 24	
14	Sz		195	4 01	11 50	19 39	22 30	9 40	
15	V		196	4 01	11 50	19 38	23 00	10 54	
16	H	29	197	4 02	11 50	19 37	23 31	12 06	☾ 12 00
17	K		198	4 03	11 50	19 37	—	13 16	
18	Sz		199	4 04	11 50	19 36	0 04	14 22	
19	Cs		200	4 05	11 50	19 35	0 38	15 26	
20	P		201	4 07	11 50	19 34	1 17	16 26	
21	Sz		202	4 08	11 50	19 33	2 00	17 21	
22	V		203	4 09	11 50	19 32	2 47	18 09	
23	H	30	204	4 10	11 51	19 30	3 39	18 52	
24	K		205	4 11	11 51	19 29	4 35	19 30	● 2 41
25	Sz		206	4 12	11 51	19 28	5 32	20 03	
26	Cs		207	4 13	11 51	19 27	6 31	20 33	
27	P		208	4 15	11 51	19 26	7 30	20 59	
28	Sz		209	4 16	11 51	19 25	8 30	21 25	
29	V		210	4 17	11 51	19 23	9 30	21 50	
30	H	31	211	4 18	11 51	19 22	10 31	22 15	
31	K		212	4 20	11 50	19 21	11 33	22 44	

Hold: 11-én 13<sup>h</sup>-kor földközelen  
27-én 1<sup>h</sup>-kor földtávolban

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világitdókor						
Julián dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 055,5	18 33 48,750	6 37,4	+23 10	15 45	11 26,6	+ 4 35
056,5	18 37 45,302	6 41,5	23 06	15 45	12 11,9	+ 0 48
057,5	18 41 41,854	6 45,7	23 01	15 45	12 57,9	- 3 04
058,5	18 45 38,407	6 49,8	22 57	15 45	13 45,1	6 53
059,5	18 49 34,961	6 53,9	22 52	15 45	14 34,4	10 31
060,5	18 53 31,517	6 58,0	22 46	15 45	15 26,4	13 44
061,5	18 57 28,076	7 02,1	22 40	15 45	16 21,4	16 21
062,5	19 01 24,637	7 06,2	22 34	15 45	17 19,5	18 05
063,5	19 05 21,200	7 10,3	22 27	15 45	18 20,1	18 43
064,5	19 09 17,762	7 14,4	22 20	15 45	19 21,9	18 08
065,5	19 13 14,323	7 18,5	22 13	15 45	20 23,8	16 18
066,5	19 17 10,882	7 22,6	22 05	15 46	21 24,4	13 21
067,5	19 21 07,437	7 26,7	21 57	15 46	22 23,1	9 34
068,5	19 25 03,990	7 30,7	21 48	15 46	23 19,6	5 15
069,5	19 29 00,542	7 34,8	21 39	15 46	0 14,2	- 0 42
070,5	19 32 57,093	7 38,8	21 30	15 46	1 07,5	+ 3 46
071,5	19 36 53,646	7 42,9	21 20	15 46	2 00,1	7 57
072,5	19 40 50,200	7 46,9	21 10	15 46	2 52,4	11 37
073,5	19 44 46,757	7 50,9	21 00	15 46	3 44,8	14 38
074,5	19 48 43,315	7 54,9	20 49	15 46	4 37,4	16 52
075,5	19 52 39,874	7 58,9	20 38	15 46	5 30,1	18 14
076,5	19 56 36,434	8 02,9	20 26	15 46	6 22,5	18 42
077,5	20 00 32,993	8 06,9	20 14	15 46	7 14,2	18 16
078,5	20 04 29,551	8 10,9	20 02	15 46	8 04,8	17 00
079,5	20 08 26,107	8 14,9	19 50	15 46	8 54,0	15 00
080,5	20 12 22,662	8 18,8	19 37	15 46	9 41,8	12 22
081,5	20 16 19,215	8 22,8	19 24	15 46	10 28,3	9 15
082,5	20 20 15,767	8 26,7	19 10	15 47	11 13,9	5 47
083,5	20 24 12,317	8 30,6	18 57	15 47	11 59,0	+ 2 04
084,5	20 28 08,868	8 34,6	18 43	15 47	12 44,3	- 1 44
085,5	20 32 05,418	8 38,5	+18 28	15 47	13 30,4	- 5 32

Föld: 3-án 22<sup>h</sup>00<sup>m</sup>-kor naptávolban (KözEI)

# I. AUGUSZTUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					
				Budapest					A HOLD fényváltásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
h m		h m		h m		h m		h m	
1	Sz	(31)	213	4 21	11 50	19 19	12 36	23 14	D 6 58
2	Cs		214	4 22	11 50	19 18	13 41	23 49	
3	P		215	4 23	11 50	19 17	14 46	—	
4	Sz		216	4 25	11 50	19 15	15 50	0 30	
5	V		217	4 26	11 50	19 14	16 51	1 20	
6	H	32	218	4 27	11 50	19 12	17 47	2 19	O 4 22
7	K		219	4 28	11 50	19 10	18 36	3 27	
8	Sz		220	4 30	11 50	19 09	19 19	4 42	
9	Cs		221	4 31	11 50	19 07	19 56	5 59	
10	P		222	4 32	11 50	19 06	20 30	7 18	
11	Sz	33	223	4 34	11 49	19 04	21 02	8 35	C 20 03
12	V		224	4 35	11 49	19 03	21 34	9 50	
13	H		225	4 36	11 49	19 01	22 06	11 03	
14	K		226	4 38	11 49	18 59	22 40	12 13	
15	Sz		227	4 39	11 49	18 57	23 18	13 19	
16	Cs	34	228	4 40	11 48	18 56	—	14 20	● 18 11
17	P		229	4 42	11 48	18 54	0 00	15 16	
18	Sz		230	4 43	11 48	18 52	0 45	16 06	
19	V		231	4 44	11 48	18 50	1 35	16 51	
20	H		232	4 46	11 48	18 49	2 29	17 30	
21	K	35	233	4 47	11 47	18 47	3 25	18 05	D 19 10
22	Sz		234	4 48	11 47	18 45	4 24	18 35	
23	Cs		235	4 50	11 47	18 43	5 22	19 04	
24	P		236	4 51	11 47	18 41	6 22	19 29	
25	Sz		237	4 52	11 46	18 40	7 23	19 54	
26	V	35	238	4 54	11 46	18 38	8 22	20 20	
27	H		239	4 55	11 46	18 36	9 24	20 46	
28	K		240	4 56	11 45	18 34	10 25	21 15	
29	Sz		241	4 58	11 45	18 32	11 30	21 48	
30	Cs		242	4 59	11 45	18 30	12 32	22 26	
31	P		243	5 00	11 45	18 28	13 35	23 10	

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

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 086,5	20 36 01,970	8 42,4	+ 18 13	15 47	14 17,9	- 9 10
087,5	20 39 58,524	8 46,3	17 58	15 47	15 07,6	12 29
088,5	20 43 55,080	8 50,1	17 43	15 47	16 00,1	15 17
089,5	20 47 51,638	8 54,0	17 28	15 47	16 55,6	17 22
090,5	20 51 48,198	8 57,8	17 12	15 47	17 54,0	18 30
091,5	20 55 44,759	9 01,7	16 56	15 48	18 54,8	18 30
092,5	20 59 41,318	9 05,5	16 39	15 48	19 56,8	17 14
093,5	21 03 37,876	9 09,3	16 22	15 48	20 58,7	14 45
094,5	21 07 34,431	9 13,2	16 05	15 48	21 59,5	11 15
095,5	21 11 30,983	9 17,0	15 48	15 48	22 58,5	7 01
096,5	21 15 27,533	9 20,8	15 31	15 48	23 55,6	- 2 24
097,5	21 19 24,082	9 24,5	15 13	15 48	0 51,1	+ 2 16
098,5	21 23 20,632	9 28,3	14 55	15 49	1 45,5	6 41
099,5	21 27 17,184	9 32,1	14 37	15 49	2 39,0	10 36
100,5	21 31 13,738	9 35,9	14 19	15 49	3 32,2	13 51
101,5	21 35 10,294	9 39,6	14 00	15 49	4 25,2	16 19
102,5	21 39 06,851	9 43,3	13 41	15 49	5 17,9	17 54
103,5	21 43 03,408	9 47,1	13 22	15 49	6 10,2	18 35
104,5	21 46 59,965	9 50,8	13 03	15 50	7 01,8	18 23
105,5	21 50 56,521	9 54,5	12 43	15 50	7 52,3	17 21
106,5	21 54 53,076	9 58,2	12 23	15 50	8 41,7	15 33
107,5	21 58 49,629	10 01,9	12 03	15 50	9 29,7	13 06
108,5	22 02 46,180	10 05,6	11 43	15 50	10 16,5	10 07
109,5	22 06 42,729	10 09,3	11 23	15 51	11 02,4	6 44
110,5	22 10 39,278	10 13,0	11 03	15 51	11 47,6	+ 3 05
111,5	22 14 35,826	10 16,7	10 42	15 51	12 32,8	- 0 42
112,5	22 18 32,374	10 20,3	10 21	15 51	13 18,4	4 29
113,5	22 22 28,924	10 24,0	10 00	15 51	14 05,0	8 08
114,5	22 26 25,475	10 27,6	9 39	15 52	14 53,2	11 30
115,5	22 30 22,027	10 31,3	9 18	15 52	15 43,6	14 25
116,5	22 34 18,582	10 34,9	+ 8 56	15 52	16 36,6	- 16 42

# I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(35)	244	5 02	11 44	18 26	14 35	—	
2	V		245	5 03	11 44	18 24	15 32	0 03	
3	H	36	246	5 04	11 44	18 22	16 24	1 05	
4	K		247	5 06	11 43	18 20	17 08	2 14	
5	Sz		248	5 07	11 43	18 18	17 49	3 29	
6	Cs		249	5 08	11 43	18 16	18 25	4 48	○ 11 59
7	P		250	5 10	11 42	18 14	18 59	6 08	
8	Sz		251	5 11	11 42	18 12	19 31	7 26	
9	V		252	5 12	11 42	18 10	20 04	8 43	
10	H	37	253	5 14	11 41	18 08	20 39	9 56	
11	K		254	5 15	11 41	18 06	21 17	11 06	
12	Sz		255	5 16	11 41	18 04	21 58	12 10	
13	Cs		256	5 18	11 40	18 02	22 42	13 10	☾ 7 16
14	P		257	5 19	11 40	18 00	23 32	14 03	
15	Sz		258	5 20	11 40	17 58	—	14 50	
16	V		259	5 22	11 39	17 56	0 24	15 31	
17	H	38	260	5 23	11 39	17 54	1 20	16 07	
18	K		261	5 24	11 38	17 52	2 18	16 39	
19	Sz		262	5 26	11 38	17 50	3 16	17 07	
20	Cs		263	5 27	11 38	17 47	4 15	17 34	
21	P		264	5 28	11 37	17 45	5 16	17 59	● 10 47
22	Sz		265	5 30	11 37	17 43	6 16	18 24	
23	V		266	5 31	11 37	17 41	7 17	18 51	
24	H	39	267	5 32	11 36	17 39	8 19	19 19	
25	K		268	5 34	11 36	17 37	9 22	19 50	
26	Sz		269	5 35	11 36	17 35	10 24	20 25	
27	Cs		270	5 36	11 35	17 33	11 27	21 06	
28	P		271	5 38	11 35	17 31	12 26	21 55	
29	Sz		272	5 39	11 35	17 29	13 23	22 51	☽ 5 21
30	V		273	5 40	11 34	17 27	14 14	23 54	

Hold: 6-án 6<sup>h</sup>-kor földközélen  
19-én 11<sup>h</sup>-kor földtávolban

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> viláigidőkor						
Julján dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 117,5	22 38 15,139	10 38,6	+ 8 35	15 52	17 32,2	-18 09
118,5	22 42 11,697	10 42,2	8 13	15 53	18 30,4	18 36
119,5	22 46 08,255	10 45,8	7 51	15 53	19 30,3	17 53
120,5	22 50 04,812	10 49,4	7 29	15 53	20 31,2	15 59
121,5	22 54 01,366	10 53,0	7 07	15 53	21 32,0	12 57
122,5	22 57 57,917	10 56,6	6 45	15 54	22 31,9	9 01
123,5	23 01 54,465	11 00,2	6 23	15 54	23 30,7	- 4 28
124,5	23 05 51,013	11 03,9	6 00	15 54	0 28,1	+ 0 19
125,5	23 09 47,560	11 07,5	5 38	15 54	1 24,5	5 00
126,5	23 13 44,110	11 11,0	5 15	15 54	2 20,1	9 15
127,5	23 17 40,661	11 14,6	4 52	15 55	3 15,1	12 52
128,5	23 21 37,215	11 18,2	4 30	15 55	4 09,6	15 39
129,5	23 25 33,770	11 21,8	4 07	15 55	5 03,6	17 32
130,5	23 29 30,326	11 25,4	3 44	15 55	5 56,8	18 29
131,5	23 33 26,882	11 29,0	3 21	15 56	6 49,0	18 31
132,5	23 37 23,437	11 32,6	2 58	15 56	7 39,9	17 41
133,5	23 41 19,991	11 36,2	2 35	15 56	8 29,5	16 03
134,5	23 45 16,543	11 39,8	2 11	15 56	9 17,8	13 46
135,5	23 49 13,093	11 43,4	1 48	15 57	10 04,8	10 54
136,5	23 53 09,641	11 46,9	1 25	15 57	10 50,8	7 36
137,5	23 57 06,189	11 50,5	1 02	15 57	11 36,3	4 00
138,5	0 01 02,736	11 54,1	0 38	15 57	12 21,6	+ 0 13
139,5	0 04 59,283	11 57,7	+ 0 15	15 58	13 07,3	- 3 37
140,5	0 08 55,831	12 01,3	- 0 08	15 58	13 53,7	7 20
141,5	0 12 52,381	12 04,9	0 32	15 58	14 41,5	10 47
142,5	0 16 48,932	12 08,5	0 55	15 59	15 31,1	13 49
143,5	0 20 45,485	12 12,1	1 19	15 59	16 22,8	16 15
144,5	0 24 42,041	12 15,7	1 42	15 59	17 16,6	17 55
145,5	0 28 38,597	12 19,3	2 05	15 59	18 12,6	18 39
146,5	0 32 35,154	12 22,9	- 2 29	16 00	19 10,1	-18 20

Föld: 23-án 16<sup>h</sup>17<sup>m</sup>-kor ős kezdete (KözEI)

# I. OKTÓBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	40	274	5 42	11 34	17 25	15 01	—	
2	K		275	5 43	11 34	17 23	15 42	1 05	
3	Sz		276	5 45	11 33	17 21	16 18	2 21	
4	Cs		277	5 46	11 33	17 19	16 52	3 37	
5	P		278	5 47	11 33	17 17	17 25	4 56	○ 20 36
6	Sz		279	5 49	11 32	17 15	17 58	6 14	
7	V		280	5 50	11 32	17 13	18 33	7 31	
8	H	41	281	5 52	11 32	17 11	19 10	8 45	
9	K		282	5 53	11 32	17 09	19 50	9 55	
10	Sz		283	5 54	11 31	17 07	20 35	10 59	
11	Cs		284	5 56	11 31	17 05	21 24	11 56	
12	P		285	5 57	11 31	17 03	22 16	12 46	⊂ 22 25
13	Sz		286	5 59	11 31	17 02	23 12	13 30	
14	V		287	6 00	11 30	17 00	—	14 08	
15	H	42	288	6 02	11 30	16 58	0 09	14 41	
16	K		289	6 03	11 30	16 56	1 08	15 11	
17	Sz		290	6 04	11 30	16 54	2 07	15 37	
18	Cs		291	6 06	11 29	16 52	3 07	16 03	
19	P		292	6 07	11 29	16 50	4 08	16 27	
20	Sz		293	6 09	11 29	16 49	5 09	16 53	
21	V		294	6 10	11 29	16 47	6 11	17 21	● 3 24
22	H	43	295	6 12	11 29	16 45	7 15	17 51	
23	K		296	6 13	11 29	16 43	8 18	18 25	
24	Sz		297	6 15	11 28	16 41	9 22	19 05	
25	Cs		298	6 16	11 28	16 40	10 22	19 51	
26	P		299	6 18	11 28	16 38	11 19	20 44	
27	Sz		300	6 19	11 28	16 36	12 11	21 45	
28	V		301	6 21	11 28	16 35	12 58	22 50	⊃ 14 07
29	H	44	302	6 22	11 28	16 33	13 39	—	
30	K		303	6 24	11 28	16 31	14 16	0 01	
31	Sz		304	6 25	11 28	16 30	14 50	1 15	

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



# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2444...	Csillagidő (λ = 0 <sup>h</sup> -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 147,5	0 36 31,711	12 26,5	- 2 52	16 00	20 08,7	- 16 53
148,5	0 40 28,265	12 30,1	3 15	16 00	21 07,6	14 21
149,5	0 44 24,817	12 33,8	3 39	16 01	22 06,3	10 50
150,5	0 48 21,366	12 37,4	4 02	16 01	23 04,4	6 35
151,5	0 52 17,914	12 41,0	4 25	16 01	0 01,9	- 1 53
152,5	0 56 14,461	12 44,7	4 48	16 01	0 59,0	+ 2 56
153,5	1 00 11,009	12 48,3	5 11	16 02	1 55,7	7 30
154,5	1 04 07,560	12 52,0	5 34	16 02	2 52,2	11 31
155,5	1 08 04,113	12 55,6	5 57	16 02	3 48,5	14 46
156,5	1 12 00,669	12 59,3	6 20	16 02	4 44,3	17 05
157,5	1 15 57,225	13 03,0	6 43	16 03	5 39,3	18 24
158,5	1 19 53,782	13 06,6	7 05	16 03	6 33,1	18 43
159,5	1 23 50,338	13 10,3	7 28	16 03	7 25,3	18 07
160,5	1 27 46,892	13 14,0	7 50	16 04	8 15,9	16 42
161,5	1 31 43,446	13 17,7	8 13	16 04	9 04,7	14 33
162,5	1 35 39,997	13 21,5	8 35	16 04	9 52,1	11 49
163,5	1 39 36,547	13 25,2	8 57	16 04	10 38,3	8 37
164,5	1 43 33,095	13 28,9	9 19	16 05	11 23,9	5 03
165,5	1 47 29,643	13 32,7	9 41	16 05	12 09,3	+ 1 16
166,5	1 51 26,191	13 36,4	10 03	16 05	12 55,0	- 2 36
167,5	1 55 22,740	13 40,2	10 24	16 05	13 41,5	6 25
168,5	1 59 19,290	13 44,0	10 46	16 06	14 29,4	10 02
169,5	2 03 15,843	13 47,8	11 07	16 06	15 19,0	13 14
170,5	2 07 12,397	13 51,6	11 28	16 06	16 10,6	15 53
171,5	2 11 08,953	13 55,4	11 49	16 06	17 04,2	17 46
172,5	2 15 05,511	13 59,2	12 10	16 07	17 59,5	18 45
173,5	2 19 02,070	14 03,0	12 30	16 07	18 56,1	18 41
174,5	2 22 58,628	14 06,9	12 50	16 07	19 53,4	17 33
175,5	2 26 55,184	14 10,7	13 11	16 08	20 50,6	15 22
176,5	2 30 51,738	14 14,6	13 31	16 08	21 47,5	12 13
177,5	2 34 48,290	14 18,5	- 13 50	16 08	22 43,8	- 8 18

# I. NOVEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)						A HOLD fény-változásai
				Budapesten					A HOLD fény-változásai	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
h m		h m		h m		h m		h m		
1	Cs	(44)	305	6 27	11 28	16 28	15 21	2 31		
2	P		306	6 28	11 28	16 27	15 53	3 48		
3	Sz		307	6 30	11 28	16 25	16 27	5 04		
4	V		308	6 31	11 28	16 24	17 02	6 19	○ 6 48	
5	H	45	309	6 33	11 28	16 22	17 41	7 31		
6	K		310	6 34	11 28	16 21	18 24	8 40		
7	Sz		311	6 36	11 28	16 19	19 12	9 43		
8	Cs		312	6 37	11 28	16 18	20 04	10 38		
9	P		313	6 39	11 28	16 16	21 00	11 26		
10	Sz		314	6 40	11 28	16 15	21 57	12 07		
11	V		315	6 42	11 28	16 14	22 57	12 42	☾ 17 25	
12	H	46	316	6 43	11 28	16 12	23 55	13 13		
13	K		317	6 45	11 28	16 11	—	13 40		
14	Sz		318	6 47	11 28	16 10	0 56	14 06		
15	Cs		319	6 48	11 29	16 09	1 55	14 32		
16	P		320	6 49	11 29	16 08	2 57	14 56		
17	Sz		321	6 51	11 29	16 07	3 59	15 23		
18	V		322	6 52	11 29	16 06	5 02	15 52		
19	H	47	323	6 54	11 29	16 05	6 07	16 24	● 19 04	
20	K		324	6 55	11 30	16 04	7 12	17 03		
21	Sz		325	6 57	11 30	16 03	8 16	17 47		
22	Cs		326	6 58	11 30	16 02	9 16	18 38		
23	P		327	7 00	11 30	16 01	10 10	19 37		
24	Sz		328	7 01	11 31	16 00	10 59	20 42		
25	V		329	7 02	11 31	15 59	11 42	21 51		
26	H	48	330	7 04	11 31	15 59	12 19	23 04	☽ 22 09	
27	K		331	7 05	11 32	15 58	12 53	—		
28	Sz		332	7 07	11 32	15 57	13 23	0 17		
29	Cs		333	7 08	11 32	15 57	13 54	1 31		
30	P		334	7 09	11 33	15 56	14 25	2 45		

Hold: 1-én 20<sup>h</sup>-kor földközelen  
 13-án 15<sup>h</sup>-kor földtávolban  
 29-én 1<sup>h</sup>-kor földközelen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látzó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	° ′	h m	° ′
... 178,5	2 38 44,840	14 22,4	-14 10	16 08	23 39,7	- 3 50
179,5	2 42 41,389	14 26,3	14 29	16 09	0 35,3	+ 0 53
180,5	2 46 37,938	14 30,2	14 48	16 09	1 31,1	5 34
181,5	2 50 34,490	14 34,2	15 07	16 09	2 27,3	9 53
182,5	2 54 31,044	14 38,1	15 26	16 09	3 23,9	13 33
183,5	2 58 27,601	14 42,1	15 44	16 10	4 20,7	16 21
184,5	3 02 24,160	14 46,1	16 02	16 10	5 17,2	18 09
185,5	3 06 20,719	14 50,0	16 20	16 10	6 12,9	18 55
186,5	3 10 17,278	14 54,1	16 37	16 10	7 07,0	18 39
187,5	3 14 13,836	14 58,1	16 55	16 11	7 59,2	17 29
188,5	3 18 10,392	15 02,1	17 11	16 11	8 49,4	15 32
189,5	3 22 06,947	15 06,2	17 28	16 11	9 37,6	12 57
190,5	3 26 03,499	15 10,2	17 44	16 11	10 24,4	9 51
191,5	3 30 00,051	15 14,3	18 01	16 11	11 10,0	6 22
192,5	3 33 56,601	15 18,4	18 16	16 12	11 55,3	+ 2 37
193,5	3 37 53,152	15 22,5	18 32	16 12	12 40,7	- 1 16
194,5	3 41 49,703	15 26,6	18 47	16 12	13 26,9	5 10
195,5	3 45 46,255	15 30,8	19 02	16 12	14 14,5	8 55
196,5	3 49 42,809	15 34,9	19 16	16 12	15 04,0	12 21
197,5	3 53 39,366	15 39,1	19 30	16 13	15 55,8	15 17
198,5	3 57 35,924	15 43,2	19 44	16 13	16 49,7	17 28
199,5	4 01 32,485	15 47,4	19 57	16 13	17 45,7	18 46
200,5	4 05 29,046	15 51,6	20 10	16 13	18 43,0	19 00
201,5	4 09 25,607	15 55,9	20 23	16 13	19 40,7	18 08
202,5	4 13 22,166	16 00,1	20 35	16 14	20 38,2	16 11
203,5	4 17 18,723	16 04,3	20 47	16 14	21 34,7	13 17
204,5	4 21 15,278	16 08,6	20 58	16 14	22 30,2	9 35
205,5	4 25 11,831	16 12,8	21 09	16 14	23 24,7	5 19
206,5	4 29 08,383	16 17,1	21 20	16 14	0 18,6	- 0 45
207,5	4 33 04,935	16 21,4	-21 30	16 15	1 12,5	+ 3 52

# I. DECEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)						A HOLD fényváltásai
				Budapesten					A HOLD fényváltásai	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(48)	335	7 10	11 33	15 56	14 58	3 58		
2	V		336	7 11	11 33	15 55	15 34	5 10		
3	H	49	337	7 13	11 34	15 55	16 14	6 20	○ 19 08	
4	K		338	7 14	11 34	15 54	17 00	7 26		
5	Sz		339	7 15	11 35	15 54	17 50	8 25		
6	Cs		340	7 16	11 35	15 54	18 45	9 18		
7	P		341	7 17	11 35	15 53	19 43	10 02		
8	Sz		342	7 18	11 36	15 53	20 43	10 41		
9	V		343	7 19	11 36	15 53	21 42	11 14		
10	H	50	344	7 20	11 37	15 53	22 42	11 43		
11	K		345	7 21	11 37	15 53	23 42	12 09	☾ 15 00	
12	Sz		346	7 22	11 38	15 53	—	12 35		
13	Cs		347	7 23	11 38	15 53	0 43	12 59		
14	P		348	7 24	11 39	15 53	1 44	13 24		
15	Sz		349	7 25	11 39	15 53	2 47	13 52		
16	V		350	7 25	11 40	15 53	3 51	14 22		
17	H	51	351	7 26	11 40	15 54	4 56	14 58		
18	K		352	7 27	11 40	15 54	6 00	15 39		
19	Sz		353	7 27	11 41	15 54	7 04	16 28	● 9 24	
20	Cs		354	7 28	11 41	15 55	8 03	17 26		
21	P		355	7 29	11 42	15 55	8 56	18 30		
22	Sz		356	7 29	11 42	15 56	9 42	19 41		
23	V		357	7 30	11 43	15 56	10 21	20 53		
24	H	52	358	7 30	11 43	15 57	10 57	22 07		
25	K		359	7 31	11 44	15 57	11 28	23 21		
26	Sz		360	7 31	11 44	15 58	11 59	—	☽ 6 12	
27	Cs		361	7 31	11 45	15 59	12 29	0 34		
28	P		362	7 32	11 45	15 59	13 00	1 46		
29	Sz		363	7 32	11 46	16 00	13 33	2 57		
30	V		364	7 32	11 46	16 01	14 11	4 06		
31	H	53	365	7 32	11 47	16 02	14 52	5 12		

Hold: 11-én 12<sup>h</sup>-kor földtávolban  
23-án 17<sup>h</sup>-kor földközelen

# HÓNAP

0 <sup>h</sup> világidőkor						
Julián dátum 2444...	Csillagidő ( $\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	° ' "	h m	° ' "
... 208,5	4 37 01,488	16 25,7	-21 40	16 15	2 06,9	+ 8 16
209,5	4 40 58,044	16 30,0	21 50	16 15	3 02,0	12 11
210,5	4 44 54,602	16 34,3	21 59	16 15	3 57,9	15 22
211,5	4 48 51,162	16 38,7	22 07	16 15	4 54,3	17 38
212,5	4 52 47,724	16 43,0	22 16	16 15	5 50,6	18 52
213,5	4 56 44,285	16 47,4	22 23	16 15	6 46,0	19 03
214,5	5 00 40,846	16 51,7	22 31	16 16	7 39,8	18 15
215,5	5 04 37,405	16 56,1	22 38	16 16	8 31,6	16 34
216,5	5 08 33,963	17 00,5	22 44	16 16	9 21,2	14 11
217,5	5 12 30,518	17 04,9	22 50	16 16	10 08,9	11 13
218,5	5 16 27,072	17 09,3	22 56	16 16	10 55,1	7 50
219,5	5 20 23,625	17 13,7	23 01	16 16	11 40,3	4 09
220,5	5 24 20,178	17 18,1	23 05	16 16	12 25,3	+ 0 18
221,5	5 28 16,730	17 22,5	23 10	16 16	13 10,8	- 3 36
222,5	5 32 13,284	17 26,9	23 13	16 17	13 57,4	7 26
223,5	5 36 09,839	17 31,3	23 17	16 17	14 45,9	11 02
224,5	5 40 06,396	17 35,7	23 19	16 17	15 36,8	14 13
225,5	5 44 02,956	17 40,2	23 22	16 17	16 30,3	16 46
226,5	5 47 59,518	17 44,6	23 24	16 17	17 26,5	18 29
227,5	5 51 56,080	17 49,0	23 25	16 17	18 24,6	19 09
228,5	5 55 52,643	17 53,5	23 26	16 17	19 23,8	18 39
229,5	5 59 49,205	17 57,9	23 26	16 17	20 23,0	17 00
230,5	6 03 45,764	18 02,4	23 26	16 17	21 21,2	14 17
231,5	6 07 42,321	18 06,8	23 26	16 17	22 17,9	10 43
232,5	6 11 38,875	18 11,3	23 25	16 17	23 13,0	6 33
233,5	6 15 35,428	18 15,7	23 23	16 17	0 06,9	- 2 02
234,5	6 19 31,981	18 20,1	23 22	16 17	1 00,0	+ 2 34
235,5	6 23 28,534	18 24,6	23 19	16 17	1 53,1	6 59
236,5	6 27 25,090	18 29,0	23 16	16 17	2 46,6	11 00
237,5	6 31 21,648	18 33,4	23 13	16 17	3 40,8	14 22
238,5	6 35 18,208	18 37,9	-23 09	16 18	4 35,8	+16 56

Föld: 22-én 12<sup>h</sup>10<sup>m</sup>-kor tél kezdete (KözEI)

## II. A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái 0<sup>h</sup> világidőkor

Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>	Dátum	P	B <sub>0</sub>	L <sub>0</sub>
	°	°	°		°	°	°
I. 5	+ 0,4	-3,5	30,1	VII. 4	- 1,6	+3,2	174,3
10	- 2,1	4,0	324,2	9	+ 0,7	3,7	108,1
15	4,4	4,5	258,4	14	2,9	4,2	42,0
20	6,7	5,0	192,6	19	5,1	4,7	335,8
25	9,0	5,5	126,7	24	7,3	5,1	269,6
30	11,1	5,9	60,9	29	9,4	5,5	203,5
II. 4	13,2	6,2	355,1	VIII. 3	11,4	5,9	137,4
9	15,1	6,5	289,2	8	13,3	6,2	71,3
14	16,9	6,8	223,4	13	15,1	6,5	5,1
19	18,6	7,0	157,6	18	16,8	6,8	299,1
24	20,1	7,1	91,7	23	18,4	7,0	233,0
III. 1	21,4	7,2	25,8	28	19,9	7,1	166,9
6	22,6	7,3	320,0	IX. 2	21,2	7,2	100,9
11	23,7	7,2	254,1	7	22,4	7,3	34,8
16	24,5	7,2	188,2	12	23,4	7,2	328,8
21	25,2	7,0	122,3	17	24,3	7,2	262,8
26	25,8	6,8	56,4	22	25,1	7,1	196,8
31	26,1	6,6	350,4	27	25,6	6,9	130,8
IV. 5	26,3	6,3	284,4	X. 2	26,0	6,7	64,8
10	26,3	6,0	218,5	7	26,3	6,4	358,8
15	26,1	5,6	152,5	12	26,3	6,1	292,9
20	25,7	5,2	86,4	17	26,2	5,7	226,9
25	25,2	4,8	20,4	22	25,9	5,3	161,0
30	24,5	4,3	314,3	27	25,4	4,9	95,0
V. 5	23,5	3,8	248,2	XI. 1	24,6	4,4	29,1
10	22,4	3,3	182,1	6	23,7	3,9	323,2
15	21,2	2,7	116,0	11	22,6	3,3	257,2
20	19,7	2,1	49,9	16	21,3	2,8	191,3
25	18,1	1,5	343,7	21	19,8	2,2	125,4
30	16,4	0,9	277,6	26	18,2	1,6	59,5
VI. 4	14,6	-0,3	211,4	XII. 1	16,4	0,9	353,6
9	12,6	+0,3	145,2	6	14,4	+0,3	287,7
14	10,5	0,9	79,0	11	12,3	-0,4	221,8
19	8,3	1,5	12,8	16	10,0	1,0	156,0
24	6,1	2,1	306,7	21	7,7	1,6	90,1
29	- 3,9	+2,6	240,5	26	5,3	2,3	24,2
				31	+ 2,9	-2,9	318,4

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

### III. A HOLDKORONG sugara

0<sup>h</sup> világidőkor

Dátum	' "	Dátum	' "	Dátum	' "
I. 2	16 29	V. 2	14 59	IX. 2	16 04
5	15 52	5	14 47	5	16 40
8	15 17	8	14 59	8	16 35
11	14 54	11	15 27	11	15 54
14	14 43	14	15 54	14	15 12
17	14 45	17	16 08	17	14 48
20	15 05	20	16 08	20	14 43
23	15 45	23	15 55	23	14 52
26	16 29	26	15 31	26	15 12
29	16 44	29	15 04	29	15 46
II. 1	16 14	VI. 1	14 47	X. 2	16 23
4	15 28	4	14 54	5	16 37
7	14 56	7	15 23	8	16 12
10	14 43	10	15 59	11	15 27
13	14 45	13	16 19	14	14 54
16	14 59	16	16 13	17	14 44
19	15 28	19	15 52	20	14 53
22	16 08	22	15 27	23	15 13
25	16 39	25	15 04	26	15 38
28	16 30	28	14 47	29	16 05
III. 3	15 48	VII. 1	14 48	XI. 1	16 24
6	15 06	4	15 12	4	16 16
9	14 45	7	15 54	7	15 41
12	14 45	10	16 28	10	15 04
15	14 59	13	16 28	13	14 47
18	15 22	16	16 00	16	14 53
21	15 51	19	15 27	19	15 16
24	16 21	22	15 02	22	15 41
27	16 29	25	14 46	25	16 00
30	16 02	28	14 44	28	16 10
IV. 2	15 20	31	15 00	XII. 1	16 07
5	14 51	VIII. 3	15 38	4	15 45
8	14 46	6	16 23	7	15 13
11	15 01	9	16 42	10	14 50
14	15 25	12	16 18	13	14 50
17	15 48	15	15 36	16	15 14
20	16 08	18	15 03	19	15 47
23	16 16	21	14 46	22	16 09
26	16 03	24	14 42	25	16 10
29	15 30	27	14 53	28	15 58
		30	15 21	31	15 39

## Merkur

Dátum	O <sup>b</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyug- szik	
	h m	h m	h m	cs. e.	magn.	h m	h m	h m	
I.	1	17 13,0	-21 54	2,90	1,15	-0,2	5 58	10 18	14 38
	6	17 42,0	22 58	2,72	1,23	0,2	6 13	10 27	14 41
	11	18 13,0	23 38	2,58	1,29	0,3	6 28	10 39	14 49
	16	18 45,6	23 50	2,49	1,34	0,3	6 42	10 51	15 00
	21	19 18,9	23 31	2,43	1,38	0,5	6 54	11 05	15 16
II.	26	19 52,9	22 37	2,38	1,40	0,6	7 04	11 20	15 36
	31	20 27,5	21 09	2,37	1,41	0,7	7 10	11 35	15 59
	5	21 02,2	19 03	2,37	1,41	0,9	7 14	11 50	16 25
	10	21 37,1	16 21	2,40	1,39	1,1	7 16	12 05	16 54
	15	22 11,9	13 03	2,47	1,35	1,2	7 15	12 20	17 25
III.	20	22 46,3	9 12	2,59	1,29	1,2	7 12	12 35	17 57
	25	23 19,2	4 58	2,78	1,20	1,1	7 06	12 48	18 29
	2	23 48,9	-0 42	3,08	1,08	0,8	6 57	12 57	18 57
	7	0 11,8	+3 03	3,53	0,95	-0,2	6 43	12 59	19 16
	12	0 24,5	5 36	4,11	0,81	+0,5	6 23	12 51	19 19
IV.	17	0 24,9	6 25	4,77	0,70	1,5	5 59	12 30	19 02
	22	0 14,7	5 23	5,33	0,63	2,5	5 33	12 00	18 27
	27	0 00,0	3 02	5,59	0,60	2,8	5 09	11 26	17 42
	1	23 48,4	+ 0 28	5,49	0,61	2,0	4 49	10 55	17 00
	6	23 44,1	- 1 25	5,16	0,65	1,4	4 35	10 32	16 29
V.	11	23 48,0	2 16	4,74	0,70	1,1	4 23	10 17	16 10
	16	23 58,8	2 05	4,33	0,77	0,8	4 14	10 08	16 03
	21	0 14,8	- 1 02	3,96	0,84	0,6	4 06	10 05	16 04
	26	0 35,1	+ 0 46	3,63	0,92	0,5	3 59	10 06	16 13
	1	0 58,8	3 10	3,35	1,00	+0,2	3 53	10 10	16 27
VI.	6	1 25,5	6 03	3,11	1,07	0,0	3 47	10 17	16 47
	11	1 55,5	9 19	2,91	1,15	-0,3	3 43	10 28	17 13
	16	2 29,0	12 51	2,74	1,22	0,7	3 41	10 42	17 44
	21	3 06,6	16 28	2,62	1,28	1,1	3 41	11 00	18 20
	26	3 48,5	19 52	2,54	1,31	1,6	3 46	11 23	19 00
	31	4 34,0	22 42	2,53	1,32	1,7	3 56	11 49	19 42
	5	5 20,9	24 35	2,59	1,29	1,4	4 12	12 17	20 21
	10	6 06,6	25 19	2,71	1,23	1,0	4 33	12 42	20 51
	15	6 48,2	25 01	2,89	1,15	0,5	4 57	13 04	21 11
	20	7 25,0	23 53	3,13	1,07	-0,1	5 20	13 20	21 20
	25	7 56,5	22 12	3,40	0,98	+0,3	5 42	13 32	21 21
30	8 22,5	+20 10	3,73	0,90	+0,5	5 59	13 37	21 16	



## látható bolygók adatai

## Merkur

Dátum	O <sup>h</sup> világitidőkor					KözEI-ben Budapesten			
	RA		D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyug-szik
	h	m	°	'	''	cs. e.	magn.	h m	h m
VII. 5	8 42,6		+18 01	4,09	0,82	+0,8	6 10	13 37	21 04
10	8 56,5		15 58	4,50	0,74	1,0	6 14	13 30	20 47
15	9 03,4		14 14	4,93	0,68	1,3	6 09	13 17	20 25
20	9 02,7		13 04	5,33	0,63	1,7	5 53	12 55	19 58
25	8 54,6		12 41	5,62	0,59	2,2	5 26	12 27	19 27
30	8 41,1		13 10	5,67	0,59	2,8	4 51	11 54	18 56
VIII. 4	8 27,3		14 21	5,42	0,62	2,6	4 12	11 21	18 29
9	8 19,2		15 48	4,91	0,68	1,9	3 38	10 54	18 09
14	8 21,6		17 03	4,29	0,78	0,9	3 15	10 37	18 00
19	8 36,0		17 39	3,71	0,90	+0,2	3 08	10 33	17 58
24	9 01,4		17 14	3,23	1,04	-0,5	3 17	10 40	18 03
29	9 34,7		15 39	2,87	1,16	1,0	3 39	10 54	18 09
IX. 3	10 11,5		12 58	2,64	1,26	1,3	4 09	11 11	18 13
8	10 48,4		9 31	2,50	1,34	1,4	4 43	11 28	18 14
13	11 23,6		5 41	2,42	1,38	1,4	5 15	11 44	18 12
18	11 56,8		+ 1 44	2,39	1,40	1,0	5 46	11 57	18 08
23	12 28,2		- 2 11	2,39	1,40	0,7	6 15	12 08	18 02
28	12 58,1		5 57	2,42	1,38	0,5	6 41	12 19	17 56
X. 3	13 27,0		9 30	2,47	1,35	0,3	7 06	12 28	17 49
8	13 55,1		12 48	2,54	1,32	0,2	7 30	12 36	17 42
13	14 22,5		15 47	2,64	1,27	-0,1	7 52	12 44	17 36
18	14 49,3		18 25	2,77	1,20	0,0	8 12	12 51	17 29
23	15 15,0		20 38	2,95	1,13	0,0	8 30	12 56	17 23
28	15 38,8		22 22	3,19	1,05	+0,1	8 43	13 00	17 18
XI. 2	15 58,8		23 29	3,51	0,95	0,2	8 49	13 00	17 11
7	16 11,6		23 50	3,93	0,85	0,4	8 43	12 52	17 01
12	16 12,2		23 06	4,44	0,75	0,9	8 18	12 31	16 45
17	15 56,6		21 00	4,86	0,69	1,9	7 29	11 54	16 19
22	15 31,1		17 55	4,87	0,69	2,3	6 28	11 10	15 51
27	15 13,8		15 37	4,41	0,76	0,9	5 41	10 34	15 27
XII. 2	15 13,8		15 16	3,83	0,87	+0,1	5 22	10 16	15 10
7	15 27,8		16 23	3,36	0,99	-0,2	5 22	10 11	15 00
12	15 50,0		18 09	3,02	1,11	0,3	5 34	10 14	14 54
17	16 17,0		20 02	2,78	1,20	0,4	5 52	10 22	14 52
22	16 46,7		21 44	2,62	1,28	0,4	6 11	10 32	14 53
27	17 18,2		23 05	2,50	1,34	0,4	6 31	10 44	14 57
I. 1	17 51,0		-24 00	2,42	1,38	-0,4	6 49	10 57	15 05

## Vénusz

Dátum	0 <sup>h</sup> világlágókor					KözEI-ben Budapesten						
	RA		D	látszó sugár	f	m	kel	delel	nyug-szik			
	h	m	°	'	"	cs. e.	magn.	h	m	h	m	h
I.	1	15 31,9	-15 15	15,53	0,54	-4,3	3 41	8 36	13 30			
	6	15 49,6	16 12	14,52	0,58	4,2	3 44	8 34	13 24			
	11	16 08,9	17 09	13,63	0,62	4,1	3 48	8 33	13 19			
	16	16 29,1	18 05	12,84	0,66	4,1	3 54	8 34	13 14			
	21	16 50,3	18 56	12,13	0,69	4,0	4 00	8 35	13 11			
II.	26	17 12,2	19 39	11,50	0,73	4,0	4 06	8 38	13 10			
	31	17 34,9	20 14	10,93	0,77	3,9	4 12	8 41	13 10			
	5	17 58,2	20 39	10,42	0,81	3,9	4 18	8 44	13 11			
	10	18 21,9	20 51	9,95	0,84	3,9	4 23	8 48	13 14			
	15	18 46,0	20 51	9,53	0,88	3,8	4 27	8 53	13 19			
III.	20	19 10,4	20 37	9,15	0,92	3,8	4 31	8 58	13 25			
	25	19 34,9	20 09	8,80	0,96	3,7	4 33	9 02	13 32			
	2	19 59,4	19 28	8,48	0,99	3,7	4 34	9 07	13 40			
	7	20 23,8	18 32	8,18	1,03	3,6	4 34	9 12	13 50			
	12	20 48,0	17 24	7,91	1,06	3,6	4 32	9 16	14 00			
IV.	17	21 12,0	16 03	7,66	1,10	3,6	4 30	9 21	14 11			
	22	21 35,8	14 30	7,43	1,13	3,5	4 26	9 25	14 23			
	27	21 59,3	12 48	7,21	1,17	3,5	4 22	9 28	14 35			
	1	22 22,4	10 56	7,01	1,20	3,5	4 17	9 32	14 47			
	6	22 45,3	8 56	6,83	1,23	3,5	4 11	9 35	14 59			
V.	11	23 08,0	6 50	6,66	1,26	3,4	4 04	9 38	15 11			
	16	23 30,4	4 39	6,50	1,29	3,4	3 58	9 41	15 24			
	21	23 52,8	2 24	6,35	1,32	3,4	3 50	9 43	15 36			
	26	0 15,0	- 0 06	6,21	1,35	3,4	3 43	9 46	15 49			
	1	0 37,3	+ 2 13	6,08	1,38	3,4	3 35	9 48	16 01			
VI.	6	0 59,6	4 31	5,96	1,41	3,4	3 28	9 51	16 14			
	11	1 22,1	6 48	5,85	1,44	3,4	3 20	9 54	16 27			
	16	1 44,8	9 02	5,74	1,46	3,4	3 13	9 57	16 40			
	21	2 07,8	11 11	5,65	1,49	3,3	3 07	10 00	16 53			
	26	2 31,1	13 14	5,56	1,51	3,3	3 00	10 04	17 07			
VI.	31	2 54,8	15 10	5,47	1,54	3,3	2 55	10 08	17 20			
	5	3 18,9	16 57	5,40	1,56	3,3	2 51	10 12	17 34			
	10	3 43,5	18 33	5,33	1,58	3,3	2 47	10 17	17 47			
	15	4 08,6	19 58	5,26	1,60	3,3	2 45	10 22	18 00			
	20	4 34,1	21 09	5,20	1,62	3,3	2 44	10 28	18 12			
VI.	25	5 00,0	22 06	5,15	1,63	3,3	2 45	10 35	18 24			
	30	5 26,2	+22 48	5,10	1,65	-3,3	2 48	10 41	18 35			

## látható bolygók adatai

## Vénusz

Dátum	O <sup>h</sup> világitókor					KözEI-ben Budapesten				
	RA		D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyug-szik	
	h	m	°	'	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
VII. 5	5	52,7	+23	13	5,06	1,66	-3,3	2 52	10 48	18 44
10	6	19,3	23	22	5,02	1,68	3,4	2 58	10 55	18 52
15	6	46,0	23	13	4,98	1,69	3,4	3 06	11 02	18 58
20	7	12,6	22	47	4,95	1,70	3,4	3 15	11 09	19 02
25	7	39,0	22	05	4,93	1,71	3,4	3 26	11 15	19 05
30	8	05,1	21	06	4,91	1,71	3,4	3 38	11 22	19 05
VIII. 4	8	30,9	19	53	4,89	1,72	3,4	3 51	11 28	19 05
9	8	56,2	18	24	4,88	1,72	3,4	4 04	11 33	19 02
14	9	21,1	16	43	4,87	1,73	3,5	4 18	11 38	18 59
19	9	45,6	14	51	4,86	1,73	3,5	4 32	11 43	18 54
24	10	09,6	12	48	4,86	1,73	3,5	4 46	11 47	18 49
29	10	33,3	10	36	4,87	1,73	3,5	5 01	11 51	18 42
IX. 3	10	56,6	8	17	4,87	1,73	3,5	5 15	11 55	18 35
8	11	19,7	5	52	4,89	1,72	3,5	5 29	11 58	18 28
13	11	42,5	3	23	4,90	1,72	3,4	5 34	12 01	18 20
18	12	05,3	+ 0	52	4,92	1,71	3,4	5 57	12 04	18 12
23	12	28,0	- 1	41	4,94	1,70	3,4	6 11	12 07	18 04
28	12	50,7	4	13	4,96	1,69	3,4	6 25	12 10	17 55
X. 3	13	13,6	6	44	4,99	1,68	3,4	6 40	12 14	17 48
8	13	36,7	9	11	5,03	1,67	3,4	6 54	12 17	17 40
13	14	00,1	11	32	5,06	1,66	3,4	7 09	12 21	17 33
18	14	24,0	13	48	5,10	1,65	3,3	7 24	12 25	17 27
23	14	48,2	15	54	5,15	1,63	3,3	7 38	12 30	17 21
28	15	13,0	17	51	5,19	1,62	3,3	7 53	12 35	17 16
XI. 2	15	38,3	19	36	5,25	1,60	3,3	8 08	12 40	17 13
7	16	04,0	21	08	5,30	1,59	3,3	8 22	12 46	17 11
12	16	30,3	22	25	5,36	1,57	3,3	8 36	12 53	17 10
17	16	57,0	23	26	5,43	1,55	3,3	8 49	13 00	17 11
22	17	24,0	24	09	5,49	1,53	3,3	9 00	13 07	17 15
27	17	51,3	24	35	5,57	1,51	3,3	9 10	13 15	17 20
XII. 2	18	18,6	24	42	5,65	1,49	3,3	9 19	13 23	17 27
7	18	45,9	24	30	5,73	1,47	3,3	9 25	13 30	17 35
12	19	13,1	23	59	5,82	1,45	3,4	9 30	13 38	17 46
17	19	39,9	23	10	5,92	1,42	3,4	9 32	13 45	17 58
22	20	06,3	22	04	6,02	1,40	3,4	9 32	13 51	18 10
27	20	32,2	20	42	6,13	1,37	3,4	9 31	13 57	18 24
I. 1	20	57,5	-19	06	6,24	1,35	-3,4	9 28	14 03	18 38

## IV. A szabad szemmel

## Mars

Dátum	0 <sup>h</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyug- szik
	h m	° ′	′	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	19 04,3	-23 33	1,95	2,40	+1,4	7 57	12 08	16 19
11	19 37,6	22 33	1,96	2,39	1,4	7 45	12 02	16 18
21	20 10,6	21 06	1,96	2,39	1,3	7 31	11 55	16 20
31	20 43,1	19 16	1,97	2,38	1,3	7 14	11 48	16 23
II. 10	21 14,9	17 06	1,97	2,37	1,4	6 55	11 41	16 26
20	21 46,0	14 37	1,98	2,36	1,4	6 35	11 32	16 30
III. 2	22 16,4	11 53	1,99	2,35	1,4	6 13	11 23	16 34
12	22 46,2	8 58	2,00	2,34	1,4	5 50	11 14	16 38
22	23 15,4	5 55	2,01	2,33	1,4	5 26	11 03	16 41
IV. 1	23 44,3	- 2 48	2,02	2,32	1,4	5 02	10 53	16 44
11	0 12,8	+ 0 21	2,03	2,31	1,4	4 37	10 42	16 47
21	0 41,1	3 28	2,04	2,30	1,4	4 12	10 31	16 50
V. 1	1 09,5	6 29	2,05	2,28	1,4	3 48	10 20	16 52
11	1 37,9	9 23	2,06	2,27	1,5	3 24	10 09	16 54
21	2 06,4	12 07	2,08	2,25	1,5	3 00	9 58	16 56
31	2 35,2	14 37	2,10	2,23	1,5	2 37	9 47	16 57
VI. 10	3 04,3	16 52	2,12	2,21	1,5	2 16	9 37	16 58
20	3 33,6	18 51	2,14	2,19	1,5	1 55	9 27	16 58
30	4 03,1	20 30	2,16	2,16	1,5	1 37	9 17	16 57
VII. 10	4 32,8	21 50	2,19	2,13	1,5	1 19	9 07	16 55
20	5 02,5	22 48	2,23	2,10	1,5	1 04	8 58	16 51
30	5 32,0	23 26	2,27	2,06	1,5	0 50	8 48	16 45
VIII. 9	6 01,3	23 44	2,31	2,02	1,5	0 38	8 37	16 36
19	6 30,1	23 41	2,36	1,98	1,5	0 28	8 27	16 26
29	6 58,2	23 20	2,43	1,93	1,5	0 19	8 15	16 12
IX. 8	7 25,5	22 42	2,50	1,88	1,5	0 11	8 03	15 56
18	7 52,0	21 49	2,58	1,82	1,4	0 03	7 50	15 38
28	8 17,4	20 44	2,67	1,75	1,4	23 50	7 36	15 18
X. 8	8 41,7	19 29	2,78	1,68	1,3	23 42	7 21	14 56
18	9 04,8	18 07	2,91	1,61	1,3	23 33	7 05	14 32
28	9 26,6	16 40	3,06	1,53	1,2	23 23	6 47	14 07
XI. 7	9 47,1	15 12	3,23	1,45	1,1	23 11	6 28	13 41
17	10 06,1	13 54	3,43	1,36	0,9	22 58	6 08	13 13
27	10 23,3	12 23	3,67	1,28	0,8	22 42	5 46	12 45
XII. 7	10 38,6	11 10	3,94	1,19	0,7	22 24	5 21	12 15
17	10 51,7	10 09	4,27	1,10	0,5	22 02	4 55	11 44
27	11 01,9	+ 9 26	4,64	1,01	+0,3	21 36	4 26	11 11

## látható bolygók adatai

## Jupiter

Dátum	0 <sup>h</sup> világitódókor					KözEI-ben Budapesten					
	RA		D	látszó sugár	r	m	kel	delcl	nyug-szik		
	h	m	°	'	"	cs. e.	magn.	h	m	h	m
I.	1	8 38,2	+19 05	21,01	4,37	-2,1	18 05	1 42	9 14		
	11	8 33,4	19 25	21,28	4,32	2,2	17 19	0 58	8 32		
	21	8 28,1	19 45	21,41	4,29	2,2	16 33	0 13	7 49		
	31	8 22,6	20 05	21,37	4,30	2,2	15 46	23 24	7 06		
II.	10	8 17,3	20 23	21,19	4,34	2,1	15 00	22 39	6 23		
III.	20	8 12,7	20 39	20,86	4,41	2,1	14 14	21 55	5 41		
	2	8 09,0	20 51	20,42	4,50	2,0	13 30	21 13	4 59		
	12	8 06,5	20 58	19,91	4,62	2,0	12 48	20 31	4 18		
IV.	22	8 05,3	21 02	19,35	4,75	1,9	12 07	19 50	3 38		
	1	8 05,4	21 01	18,76	4,90	1,8	11 28	19 11	2 59		
V.	11	8 06,9	20 57	18,19	5,05	1,8	10 51	18 34	2 21		
	21	8 09,5	20 48	17,63	5,21	1,7	10 15	17 57	1 43		
	1	8 13,4	20 36	17,10	5,37	1,7	9 41	17 22	1 07		
	11	8 18,2	20 21	16,62	5,53	1,6	9 08	16 47	0 31		
VI.	21	8 23,9	20 01	16,19	5,68	1,5	8 36	16 14	23 51		
	31	8 30,3	19 39	15,80	5,82	1,5	8 05	15 41	23 16		
	10	8 37,3	19 14	15,46	5,94	1,4	7 35	15 08	22 42		
VII.	20	8 44,9	18 45	15,18	6,06	1,4	7 06	14 37	22 08		
	30	8 52,9	18 14	14,94	6,15	1,4	6 37	14 05	21 33		
	10	9 01,1	17 40	14,75	6,23	1,3	6 09	13 34	20 59		
VIII.	20	9 09,6	17 04	14,61	6,29	1,3	5 41	13 03	20 25		
	30	9 18,2	16 26	14,52	6,33	1,3	5 14	12 33	19 51		
	9	9 26,9	15 46	14,47	6,35	1,3	4 46	12 02	19 17		
	19	9 35,5	15 05	14,47	6,35	1,3	4 19	11 31	18 43		
	29	9 44,1	14 23	14,52	6,33	1,3	3 52	11 00	18 09		
IX.	8	9 52,5	13 41	14,61	6,29	1,3	3 24	10 29	17 35		
	18	10 00,6	12 59	14,76	6,23	1,3	2 56	9 58	17 00		
	28	10 08,4	12 18	14,95	6,15	1,3	2 28	9 27	16 25		
X.	8	10 15,8	11 39	15,19	6,05	1,4	1 59	8 55	15 50		
	18	10 22,7	11 01	15,48	5,94	1,4	1 29	8 22	15 15		
XI.	28	10 29,0	10 27	15,83	5,81	1,5	0 59	7 49	14 39		
	7	10 34,6	9 56	16,22	5,67	1,5	0 28	7 15	14 03		
	17	10 39,5	9 30	16,66	5,52	1,6	23 51	6 41	13 26		
XII.	27	10 43,4	9 09	17,15	5,36	1,6	23 17	6 05	12 49		
	7	10 46,3	8 54	17,67	5,20	1,7	22 42	5 29	12 12		
	17	10 48,1	8 46	18,21	5,05	1,8	22 05	4 51	11 34		
27	10 48,7	+ 8 45	18,77	4,90	-1,8	21 26	4 13	10 55			

**IV. A szabad szemmel látható bolygók adatai**  
**Szaturnusz**

Dátum	O <sup>b</sup> világitókor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látászó sugár	r	m	kel	delel	nyug- szik
	h m	o ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	11 03,5	+ 8 03	8,44	8,84	+0,9	21 23	4 07	10 46
11	11 02,8	8 10	8,58	8,70	0,9	20 43	3 27	10 06
21	11 01,4	8 21	8,70	8,57	0,8	20 01	2 46	9 26
31	10 59,4	8 36	8,80	8,47	0,7	19 19	2 05	8 46
II. 10	10 56,9	8 53	8,88	8,40	0,7	18 36	1 23	8 06
20	10 54,2	9 11	8,93	8,35	0,6	17 52	0 41	7 25
III. 2	10 51,2	9 30	8,94	8,34	0,5	17 09	23 54	6 44
12	10 48,3	9 49	8,93	8,36	0,6	16 25	23 12	6 03
22	10 45,4	10 06	8,87	8,40	0,6	15 42	22 30	5 23
IV. 1	10 42,9	10 20	8,80	8,48	0,6	14 59	21 48	4 42
11	10 40,9	10 32	8,69	8,58	0,7	14 16	21 07	4 02
21	10 39,3	10 40	8,57	8,70	0,8	13 35	20 26	3 21
V. 1	10 38,4	10 44	8,43	8,84	0,8	12 55	19 46	2 41
11	10 38,1	10 44	8,29	9,00	0,9	12 15	19 06	2 02
21	10 38,5	10 40	8,14	9,16	0,9	11 36	18 27	1 23
31	10 39,6	10 33	8,00	9,33	1,0	10 59	17 49	0 44
VI. 10	10 41,2	10 21	7,86	9,49	1,0	10 22	17 12	0 05
20	10 43,4	10 07	7,73	9,65	1,0	9 46	16 35	23 23
30	10 46,2	9 49	7,61	9,80	1,1	9 11	15 58	22 45
VII. 10	10 49,3	9 29	7,50	9,94	1,1	8 36	15 22	22 07
20	10 53,0	9 06	7,41	10,07	1,1	8 02	14 46	21 30
30	10 56,9	8 41	7,33	10,18	1,1	7 29	14 11	20 53
VIII. 9	11 01,1	8 15	7,27	10,26	1,2	6 56	13 36	20 16
19	11 05,5	7 47	7,22	10,33	1,2	6 23	13 01	19 35
29	11 10,1	7 19	7,19	10,37	1,2	5 50	12 26	19 02
IX. 8	11 14,7	6 50	7,18	10,39	1,2	5 18	11 51	18 25
18	11 19,4	6 21	7,18	10,39	1,2	4 45	11 17	17 48
28	11 24,0	5 52	7,20	10,36	1,3	4 13	10 42	17 11
X. 8	11 28,5	5 25	7,24	10,30	1,3	3 40	10 07	16 34
18	11 32,8	4 59	7,29	10,22	1,3	3 07	9 32	15 57
28	11 36,9	4 34	7,36	10,13	1,4	2 33	8 57	15 20
XI. 7	11 40,6	4 12	7,45	10,01	1,3	1 59	8 21	14 43
17	11 43,9	3 53	7,55	9,87	1,3	1 25	7 45	14 05
27	11 46,8	3 37	7,67	9,72	1,3	0 49	7 09	13 28
XII. 7	11 49,2	3 24	7,80	9,56	1,2	0 13	6 32	12 50
17	11 50,9	3 16	7,93	9,40	1,2	23 32	5 54	12 12
27	11 52,1	+ 3 11	8,07	9,24	+1,2	22 54	5 16	11 33

### IVa. Az Uránusz és Neptunusz adatai

Dátum	O <sup>b</sup> világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látzó sugár	r	m	kel	delel	nyug-szik
	h m	° ' "	"	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
<b>Uránusz</b>								
I. 1	15 09,4	-17 20	1,78	1,93	+5,9	3 28	8 12	12 56
31	15 13,5	17 37	1,82	1,88	5,9	1 35	6 18	11 01
III. 2	15 14,6	17 40	1,87	1,83	5,8	23 35	4 21	9 04
IV. 1	15 12,5	17 32	1,91	1,79	5,8	21 34	2 21	7 04
V. 1	15 08,1	17 14	1,94	1,77	5,7	19 30	0 19	5 03
31	15 03,1	16 54	1,93	1,77	5,7	17 25	22 12	3 02
VI. 30	14 59,4	16 39	1,90	1,80	5,8	15 23	20 10	1 02
VII. 30	14 58,2	16 35	1,85	1,85	5,8	13 23	18 11	22 59
VIII. 29	15 00,1	16 44	1,81	1,90	5,9	11 28	16 15	21 02
IX. 28	15 04,8	17 04	1,77	1,94	5,9	9 36	14 22	19 08
X. 28	15 11,5	17 32	1,74	1,97	6,0	7 48	12 31	17 14
XI. 27	15 19,0	18 01	1,74	1,97	6,0	5 59	10 40	15 21
XII. 27	15 26,0	-18 27	1,76	1,95	+6,0	4 11	8 49	13 28
<b>Neptunusz</b>								
I. 1	17 11,9	-21 36	1,17	3,12	+7,8	5 53	10 14	14 36
31	17 16,0	21 40	1,18	3,09	7,8	3 59	8 20	12 42
III. 2	17 18,5	21 41	1,20	3,04	7,8	2 04	6 25	10 46
IV. 1	17 19,0	21 40	1,22	2,99	7,7	0 06	4 27	8 49
V. 1	17 17,4	21 38	1,24	2,95	7,7	22 02	2 28	6 49
V. 31	17 14,4	21 34	1,25	2,93	7,7	20 01	0 27	4 49
VI. 30	17 11,0	21 30	1,25	2,93	7,7	17 59	22 21	2 48
VII. 30	17 08,3	21 28	1,24	2,96	7,7	15 58	20 21	0 47
VIII. 29	17 07,2	21 28	1,22	3,00	7,7	13 59	18 22	22 44
IX. 28	17 08,1	21 31	1,20	3,05	7,8	12 03	16 25	20 47
X. 28	17 11,0	21 36	1,18	3,10	7,8	10 09	14 30	18 52
XI. 27	17 15,3	21 42	1,17	3,12	7,8	8 15	12 36	16 57
XII. 27	17 20,1	-21 47	1,17	3,12	+7,8	6 22	10 43	15 04

## V. Bolygók héliocentrikus

DÁTUM	MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
	$\lambda$	$\beta$	$\lambda$	$\beta$	$\lambda$	$\beta$
	°	°	°	°	°	0,001°-ban
I. 7	221,4	+0,8	141,9	+3,1	105,7	-4
17	249,9	-2,7	158,1	+3,4	115,9	-3
27	277,6	-5,4	174,3	+3,4	126,0	-3
II. 6	308,2	-6,9	190,5	+3,1	136,2	-2
16	346,3	-6,2	206,6	+2,6	146,3	-2
26	37,1	-1,3	222,7	+1,9	156,4	-1
III. 8	99,0	+5,5	238,6	+1,0	166,4	-1
18	154,5	+6,7	254,5	+0,1	176,4	0
28	195,6	+3,7	270,4	-0,8	186,3	+1
IV. 7	227,4	0,0	286,2	-1,7	196,2	+1
17	255,4	-3,3	302,0	-2,4	206,0	+2
27	283,5	-5,8	317,8	-3,0	215,7	+3
V. 7	315,2	-7,0	333,7	-3,3	225,5	+3
17	355,4	-5,6	349,5	-3,4	235,1	+3
27	49,1	+0,2	5,4	-3,2	244,7	+4
VI. 6	111,4	+6,3	21,4	-2,8	254,3	+4
16	164,0	+6,3	37,4	-2,1	263,9	+4
26	202,6	+3,0	53,4	-1,3	273,4	+4
VII. 6	233,3	-0,7	69,5	-0,4	282,9	+4
16	261,0	-3,9	85,6	+0,6	292,5	+3
26	289,5	-6,2	101,8	+1,5	302,0	+3
VIII. 5	322,5	-7,0	118,0	+2,3	311,6	+3
15	5,1	-4,8	134,2	+2,9	321,2	+2
25	61,7	+1,7	150,5	+3,3	330,8	+2
IX. 4	123,3	+6,8	166,7	+3,4	340,5	+1
14	172,8	+5,7	182,9	+3,3	350,2	0
24	209,3	+2,2	199,1	+2,9	359,9	0
X. 4	239,0	-1,4	215,1	+2,2	9,8	-1
14	266,6	-4,4	231,1	+1,4	19,6	-2
24	295,7	-6,5	247,1	+0,5	29,6	-2
XI. 3	330,2	-6,8	263,0	-0,4	39,6	-3
13	15,5	-3,8	278,8	-1,3	49,6	-3
23	74,5	+3,2	294,6	-2,1	59,7	-4
XII. 3	134,6	+7,0	310,4	-2,8	69,8	-4
13	181,0	+5,1	326,2	-3,2	80,0	-4
23	215,7	+1,5	342,1	-3,4	90,1	-4

$\lambda$ : ekliptikai hosszúság

$\beta$ : ekliptikai szélesség



ekliptikai koordinátái (0<sup>h</sup> világidőkor)

DÁTUM	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	$\lambda$	$\beta$	$\lambda$	$\beta$	$\lambda$	$\beta$
	°	°	°	°	°	°
I. 7	291,2	-1,6	122,2	+0,5	158,3	+1,8
17	297,3	-1,7	123,0	+0,5	158,6	+1,8
27	303,5	-1,8	123,8	+0,5	159,0	+1,8
II. 6	309,7	-1,8	124,6	+0,5	159,3	+1,8
16	315,9	-1,8	125,4	+0,6	159,7	+1,8
26	322,3	-1,8	126,2	+0,6	160,0	+1,8
III. 8	328,6	-1,8	127,0	+0,6	160,4	+1,8
18	334,9	-1,8	127,8	+0,6	160,7	+1,8
28	341,3	-1,7	128,6	+0,6	161,1	+1,8
IV. 7	347,6	-1,6	129,4	+0,6	161,4	+1,9
17	353,9	-1,5	130,2	+0,7	161,8	+1,9
27	0,2	-1,4	131,0	+0,7	162,1	+1,9
V. 7	6,4	-1,3	131,8	+0,7	162,5	+1,9
17	12,6	-1,1	132,6	+0,7	162,8	+1,9
27	18,7	-0,9	133,4	+0,7	163,1	+1,9
VI. 6	24,7	-0,8	134,2	+0,7	163,5	+1,9
16	30,6	-0,6	135,0	+0,8	163,8	+1,9
26	36,5	-0,4	135,8	+0,8	164,2	+1,9
VII. 6	42,2	-0,2	136,6	+0,8	164,5	+1,9
16	47,9	-0,0	137,4	+0,8	164,9	+2,0
26	53,4	+0,1	138,2	+0,8	165,2	+2,0
VIII. 5	58,9	+0,3	139,0	+0,8	165,6	+2,0
15	64,3	+0,5	139,8	+0,8	165,9	+2,0
25	69,5	+0,6	140,5	+0,8	166,3	+2,0
IX. 4	74,7	+0,8	141,3	+0,9	166,6	+2,0
14	79,8	+0,9	142,1	+0,9	167,0	+2,0
24	84,8	+1,1	142,9	+0,9	167,3	+2,0
X. 4	89,8	+1,2	143,7	+0,9	167,7	+2,0
14	94,7	+1,3	144,5	+0,9	168,0	+2,0
24	99,5	+1,4	145,3	+0,9	168,3	+2,0
XI. 3	104,2	+1,5	146,0	+0,9	168,7	+2,1
13	108,9	+1,6	146,8	+1,0	169,0	+2,1
23	113,5	+1,7	147,6	+1,0	169,4	+2,1
XII. 3	118,1	+1,7	148,4	+1,0	169,7	+2,1
13	122,6	+1,8	149,1	+1,0	170,1	+2,1
23	127,1	+1,8	149,9	+1,0	170,4	+2,1

## VIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Január		Február	
	A holdak a bolygó		A holdak a bolygó	
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	19 <sup>h</sup>		19 <sup>h</sup>	
1		2•1• 3 4•	3• 1	•2 4
2	2• 1	3• 4•	•3	2• 4
3	3•	•2 4•	•3•2	•1 4•
4	3•	4••12•	1•	•2 4•
5	•3 421•••			•12••34•
6	4• 2•3	•1	2••1	4• 3•
7	4• 1	•2•3	•24•	1•3•
8	4•	2•1• 3	4• 3• 1	•2
9	•4 2• 1	3•	4•3•	1•2•
10	•4	1•	4• 32•	
11	•43•	•1 2•	•4 1••3	
12	•3 421••		•4	•12• 3
13	•2•3	•4•1	•4 2••1	3•
14	1•	••23 4	•4•2	1•3•
15		2•1• 3 4	3••1	•2
16	2• 1	3• 4	3•	12•• 4
17	•2	3•1• 4•	•3 2 1	4
18	3•	2• 4•	•31•	4
19	•3 2•1•	4•		•12••3 4•
20	••23	•1 4•	21••	3• 4•
21	•1	••32	•2	•1 3• 4•
22	4•	1•2• 3	•13•	•24•
23	4• 2• 1	3•	3•	4•1•2•
24	4• 2	3•1•	•3 24•• 1	
25	4• 3• 1	2•	4• 3• 2	
26	•4 3		4•	•1 32•
27	•4 ••32	•1	4• 1•2•	3•
28	•4 1•	•3•2	•4 2	•1 3•
29	•4	•12• 3		
30	2• 1	•4 3•		
31	•2	31•• 4		

### VII. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
I. 1	20 09	k	2	a	II. 1	0 22	k	1	e
	21 16	k	2	e		0 52	k	2	m
	22 29	k	1	a		2 00	k	3	e
	23 01	v	2	a		2 45	k	3	a
2	0 09	v	2	e	21 34	k	1	m	
	0 45	v	1	a	2	0 05	v	1	f
	19 40	k	1	f		19 25	k	2	e
	22 31	v	1	m		19 54	k	2	a
3	18 47	v	2	m		21 04	v	1	e
	4	21 58	k	4	a	22 19	v	2	e
5		2 22	k	4	e	22 47	v	2	a
	2 29	v	4	a	3	18 34	v	1	f
7	0 55	k	3	f		4	20 26	v	3
	8	22 45	k	2	a	8	2 27	k	1
23 32		k	2	e	3 05		k	2	m
23 32	k	2	m						
9	21 35	k	1	f	9	20 32	k	1	e
	10	0 15	v	1		m	20 55	k	1
18 22		v	3	a		21 42	k	2	e
19 47		v	3	e	22 31	k	2	a	
21 01		v	2	m	10	0 35	v	2	e
21 07	v	1	a	1 24		v	2	a	
21 28	v	1	e	20 29		v	1	f	
11	18 41	v	1	m	11	19 02	k	3	m
16	23 29	k	1	f		19 53	v	2	f
	17	1 59	v	1	m	12	0 26	v	3
18 48		k	3	a	15		22 33	v	4
19 29		k	3	e		16	22 16	k	1
20 06		k	2	f	22 50		k	1	a
22 22		v	3	a	23 59		k	2	e
23 04		v	3	e	17		19 30	k	1
23 14	v	2	m	22 24		v	1	f	
18	20 25	v	1	m	18	18 28	k	2	m
	19	17 33	v	2		a	22 23	k	3
17 48		v	2	e	23	21 20	k	4	e
21	20 31	v	4	a		24	1 55	v	4
	21 13	v	4	e	3 56		k	4	a
24	22 44	k	3	e	21 16		k	1	m
	22 46	k	3	a	25	0 19	v	1	f
26	19 20	v	1	e		20 45	k	2	m
	20 03	v	2	e	27	19 58	v	2	a
29	22 34	k	4	m					

## VIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Március			Április		
	A holdak a bolygó					
	nyugati oldalán		keleti oldalán	nyugati oldalán		keleti oldalán
	20 <sup>h</sup>			21 <sup>h</sup>		
1	•4	•13•	•2	4•	•3•2	1•
2	3••4		1•2•	•4	•1	•2
3	•3 2•	•4•1		•4		1•2• •3
4		•3•2	1• •4		•4 2•	3•
5			•32• •4		•41••2	3•
6		1•	•3 •4		3•	•4•12•
7		•2	1• 3•	•4	3• 1•2•	•4
8		•1	•2	4•	•3 •2	1• •4
9		3•	1•2•	4•	•1•3	•2 •4
10	•3 2•	•1•	4•			1•2• •3 4•
11		•3•2	1• 4•		2• •1	3• 4•
12		4•	•3 2•		•21•	3• 4•
13		4• 1•	2• •3		3•	•1•24•
14	4•	•2	•1 3•		3• 1•	4•
15	4•	1•	3••2		•34••2	•1
16	4•	3•	1•2•		4• ••13	•2
17	•4 •3 2•	•1		4•		1•2••3
18	•4 •3•2		1•	4•	2• •1	•3
19	•4 •1		•2	•4	•2	3•
20			2• •3	•4		•2
21		2•	•1 •4 3•		3••4 1•	2•
22		1•	3• •4		•3 •2 •4	•1
23		3•	1•2•	•4	••31	
24	3•	2••1				1••32• •4
25	•3 •2		1•	4•	2••1	•3 •4
26		•1	•3 •2	4•	•2	1• 3• •4
27			1•2•	•34•		3• •2 4•
28		2•	4• 3•		3• 1•	2• 4•
29		4•1•	3•		•3 •2	•1 4•
30	4• 3•		•12•		•31•	4•
31	4• 3•	•12•				

### VIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m	k	Hold	Jelenség	Dátum	h m	k	Hold	Jelenség	
III. 1	18 41	k	3	a	IV. 2	19 51	k	3	m	
	18 56	v	3	e		23 27	v	3	m	
	22 16	v	3	a						
3	23 03	k	1	m	3	0 48	k	3	f	
4	2 14	v	1	f	22 03	k	1		e	
	3 40	k	4	m	23 15	k	1		a	
	23 04	k	2	m	4	0 18	v	1	e	
5	3 37	v	2	f	1 31	v	1		a	
	6	19 42	k	2	a	19 20	v	1	m	
		20 43	v	2	e	22 53	v	1	f	
22 35		v	2	a	5	21 59	k	2	m	
8	18 53	k	3	e	7	0 04	k	4	f	
	22 26	v	3	e	19 30	k	2		a	
	22 41	k	3	a	19 50	v	2		e	
9	2 16	v	3	a	22 21	v	2		a	
	11	22 03	k	1	e	9	23 43	k	3	m
		23 02	k	1	a	13	0 31	k	2	m
12		0 19	v	1	e	14	22 07	k	2	a
	1 18	v	1	a	22 11	k	4		e	
	1 26	k	2	m	22 24	v	2		e	
	21 57	k	4	a	15	0 58	v	2	a	
13	2 39	v	4	a	19	20 18	k	1	e	
	20 16	k	2	m	21 34	k	1		a	
	22 19	k	2	a	22 34	v	1		e	
	23 07	v	2	e	23 50	v	1		a	
14	1 12	v	2	a	20	21 02	v	3	e	
	15	19 30	v	2	f	22 38	k	3	a	
22 27		k	3	e	21	22 10	k	2	e	
16	2 00	v	3	e	22	0 44	k	2	a	
	2 40	k	3	a	1 00	v	2		e	
19	20 25	v	3	f	26	22 13	k	1	e	
20	19 27	k	4	m	23 29	k	1		a	
21	0 01	v	4	m	27	0 29	v	1	e	
26	19 40	v	3	m	21 30	k	3		e	
	20 48	k	3	f	23 07	v	1	f		
27	0 25	k	3	f	28	20 14	v	1	a	
	20 11	k	1	e	29	0 48	k	2	e	
	21 20	k	1	a						
29	20 41	v	4	a						
31	19 44	v	2	a						

### Via. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Május			Október		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán	keleti oldalán		nyugati oldalán	keleti oldalán	
	21 <sup>h</sup>			3 <sup>h</sup>		
1	4•	•31•2•		4•	••21 3•	
2	4• 2••1	•3		4• •1	2• 3•	
3	4• •2	1• 3•		4• 2• 3•	1•	
4	4• •1	3• •2		4• 3• •2•1		
5	4• 3• 1•	2•		•4 •3	•2	
6	•4 3• 2•	•1		•4 •3	•1	
7	•4 •31••2			•4 2•1•	•3	
8	•4	•12•		•4	•2•1 •3	
9	•12••4	•3		•1	•42• 3•	
10	•2	1• •4 3•		2•	1• •4	
11	•1	3••2 •4		3• •2•1	•4	
12	3•	2• •4		•3	1• •2 •4	
13	3• 2•	•4		•3	2• •4	
14	•3 1••2	4•		2•1•	•3 4•	
15		•1 •2 4•			•1 •34•	
16	•1	•34•		1•	23••4•	
17	•2	1•4• 3•		2•	3•1•	
18	4••1	•23•		43•• 2•1		
19	4• 3•	1• 2•		4• 3•	1• •2	
20	4• 3• 2•			4• •3	2•	
21	4• •3 •21•			4• 2• 1•	•3	
22	•4 •3	•1 •2		•4	•1 •3	
23	•4 1•	2• •3		•4 1•	2• 3•	
24	•4 •2	1• 3•		•4 2•	3••1	
25	•4 •1	3•		3••21••4		
26	3•	1•2•		3•	1•••42	
27	3•2• •1	•4		•3 •1	2• •4	
28	•3 •2	•4		2•	•4	
29	•3	•1 •2 •4		•2	•1 •3 •4	
30	1•	2• •3 •4		1•	•2 3• 4•	
31	2•	•1 •3 4•			•13• 4•	

### Vib. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum		h	m		Hold	Jelenség	Dátum		h	m		Hold	Jelenség
V. 1	20 26	v	3		3	f	X. 4	3 41	k	1		1	f
	20 53	v	4		4	e		5	3 16	v	1		1
4	0 09	k	1		1	e	5	4 04	v	1		1	e
	21 29	k	1		1	m		6	2 59	k	2		2
5	20 55	v	1		1	e	6	4 11	v	2		2	a
	22 09	v	1		1	a		12	2 51	k	1		1
7	21 38	k	2		2	m	12	3 45	k	1		1	e
8	20 47	k	3		3	f		13	3 14	v	1		1
9	22 06	v	2		2	a	13	3 55	k	2		2	a
11	23 26	k	1		1	m		15	3 39	v	2		2
12	21 47	k	1		1	a	17	2 17	k	3		3	a
	22 52	v	1		1	e	19	4 45	k	1		1	a
13	21 26	v	1		1	f	20	1 55	k	1		1	f
15	23 33	v	3		3	m	21	2 31	v	1		1	e
16	21 52	k	2		2	a	27	3 48	k	1		1	f
	22 20	v	2		2	e	28	2 12	k	1		1	e
18	22 03	k	4		4	a	28	3 25	v	1		1	a
19	22 33	k	1		1	e		4 13	v	3		3	m
20	23 21	v	1		1	f		4 29	v	1		1	e
23	22 13	k	2		2	e	29	1 38	v	1		1	m
25	21 30	v	2		2	f		4 00	k	2		2	f
26	22 14	v	3		3	a	31	3 19	v	2		2	e
27	21 53	k	1		1	m	<p><i>k</i> vagy <i>v</i> betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdete, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: <i>f</i> = fogyatkozás van (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), <i>m</i> = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), <i>e</i> = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), <i>a</i> = a hold „fekete” árnyéka vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).</p>						
28	21 18	v	1		1	e							
	22 23	v	1		1	a							

### Via. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	November				December						
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó						
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán				
	2 <sup>h</sup>						0 <sup>h</sup>				
1	•2•13•		4•		3•	1•	•2	•4			
2	3•		1••24•		•3		2•	•1	•4		
3	•3	•14•		2•		•2•1			4•		
4	4•	2•		1•			•21•	•3	4•		
5	4•	•2		•3		•1		2•	4•3•		
6	4•	1•		•2	•3		2•		1•43••		
7	4•			2••1	3•		•234••				
8	•4	•2•13•				4••3	1•	•2			
9	•43•			•21•		4•	•3		2••1		
10	••34	•1		2•		4•	2•1•	•3			
11	2•••34			1•		•4			1•	•3	
12	•2•1			••34		•4	•1		2•	3•	
13				•2	•3•4		•4	2•		1•	3•
14				2••1	3•	•4		••423•			
15	2•	1•			•4		3•		•4	•2	
16	3•			1•	4•		•3		•12•	•4	
17	•3	•1		2•	4•		2•1••3				•4
18	2••3			1•	4•				1•	•3	•4
19	•2	•1		4••3			•1		2•	•3	•4
20	4•			1•	•2	•3		2•	1•	3•	4•
21	4•			•12•	3•		•23••1				4•
22	4•	2•	1•	3•			3•		•2	4•	
23	4•	3•		•1			•3		4••12•		
24	•4	•3	1•	2•			24••1••3				
25	•4	•3	2•	1•			4•	•2	•1•3		
26	•4	•2•1		•3			4•	•1	•2	•3	
27	•4			1•	•2	•3	4•	2•	1•	3•	
28				2•	3•		•4	•2	•1		
29	2•	1•		3•	•4		•4	3•	1••2		
30	3•	•2		•1	•4		••43		2•		
31							2•••431•				



### VIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözE1-ben)

Dátum	h m	k	v	Hold	Jelenség	Dátum	h m	k	v	Hold	Jelenség
XI. 4	3 01	k	1		a	XII. 2	0 18	k	2		e
	3 51	v	3		f		0 41	v	2		a
	4 09	k	1		e		3 09	v	2		e
	4 50	k	3		m						
7	3 09	k	2		e	3	0 39	v	3		m
	3 42	v	2		a	6	2 26	v	4		a
11	4 10	k	3		f	9	0 24	k	2		a
	4 55	k	1		a		2 51	k	2		e
12	2 03	k	1		f		23 37	v	3		f
	5 31	v	1		m	10	1 03	k	3		m
14	3 25	k	2		a		4 34	v	3		m
	5 48	k	2		e	11	0 52	v	2		m
15	2 35	v	3		e	13	1 25	k	1		a
16	3 50	v	2		m		2 38	k	1		e
19	3 55	k	4		a	16	22 58	k	2		a
	3 56	k	1		f		5 22	k	2		e
20	1 17	k	1		a		5 49	v	2		a
	2 30	k	1		e		23 59	k	3		f
21	1 55	v	1		m	17	3 35	v	3		f
	5 59	k	2		a		4 53	k	3		m
22	1 42	v	3		a	21	0 25	k	1		f
	3 08	k	3		e		3 53	v	1		m
23	1 04	k	2		f		22 56	k	1		e
25	0 34	v	2		e	22	0 03	v	1		a
27	3 10	k	1		a	23	2 53	k	4		e
	4 24	k	1		e		5 32	k	2		a
28	0 17	k	1		f	24	3 56	k	3		f
	0 39	k	4		m	25	0 40	k	2		f
	3 49	v	1		m		5 50	v	2		m
	4 53	v	4		m	26	23 56	v	2		e
	23 55	v	1		a	27	22 30	k	3		e
29	1 08	v	1		e	28	1 57	v	3		e
	2 05	k	3		a		23 40	k	1		a
30	5 40	v	3		a	29	0 46	k	1		e
	3 39	k	2		f		1 56	v	1		a
							3 01	v	1		e
						31	0 29	k	4		f
							5 00	v	4		f

## VII. A MARS és a JUPITER centrálmeridiánjának planetografikus

0 <sup>h</sup> világdőkor		MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
		°	I. °	II. °	<i>a</i>	<i>b</i>
Január	4	284	79	238	42,69	3,11
	8	245	351	120	42,96	3,17
	12	206	263	1	43,23	3,24
	16	166	175	243	43,48	3,32
	20	127	87	125	43,73	3,41
	24	87	359	6	43,95	3,51
Február	28	48	272	248	44,16	3,61
	1	8	184	130	44,35	3,72
	5	329	96	11	44,52	3,84
	9	289	8	253	44,66	3,96
	13	249	280	134	44,79	4,08
	17	210	192	15	44,88	4,21
Március	21	170	103	257	44,95	4,33
	25	130	15	138	45,00	4,46
	1	90	287	19	45,02	4,58
	5	51	199	260	45,01	4,70
	9	11	110	141	44,97	4,82
	13	331	22	22	44,91	4,92
Április	17	291	293	263	44,82	5,02
	21	251	205	144	44,70	5,12
	25	211	116	25	44,57	5,20
	29	171	27	266	44,41	5,28
	2	132	299	147	44,22	5,34
	6	92	210	27	44,02	5,40
Május	10	52	121	268	43,80	5,44
	14	12	32	148	43,57	5,47
	18	332	303	29	43,32	5,49
	22	292	214	269	43,06	5,50
	26	253	125	150	42,79	5,49
	30	213	36	30	42,51	5,48
Június	4	173	307	271	42,22	5,46
	8	134	217	151	41,93	5,42
	12	94	128	31	41,64	5,38
	16	55	39	271	41,34	5,32
	20	15	310	152	41,05	5,26
	24	336	220	32	40,75	5,19
Július	28	296	131	272	40,46	5,11
	1	257	42	152	40,17	5,02
	5	218	312	32	39,89	4,93
	9	178	223	272	39,61	4,82
	13	139	134	152	39,34	4,72
	17	100	44	33	39,08	4,61
Augusztus	21	61	315	273	38,83	4,49
	25	22	226	153	38,58	4,37
	29	343	136	33	38,34	4,24

A megadott planetografikus hosszúságok a bolygó forgási tengelyével definiált koordinátákat adják meg; a Szaturnusz gyűrűjére megadott *a* és *b* a gyűrű látszólagos nagy- és kistengelyét jelenti.

## hosszúsága és adatok a SZATURNUSZ gyűrűjére vonatkozólag

0 <sup>h</sup> világidőkor		MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
			I. °	II. °	a	b
Július	3	304	47	273	38,12	4,11
	7	265	318	153	37,90	3,98
	11	226	228	33	37,70	3,84
	15	187	139	273	37,50	3,71
	19	148	49	153	37,32	3,57
	23	109	320	34	37,15	3,42
	27	70	231	274	37,00	3,28
	31	31	141	154	36,85	3,13
Augusztus	4	353	52	34	36,72	2,99
	8	314	323	274	36,60	2,84
	12	275	233	154	36,49	2,69
	16	236	144	35	36,40	2,54
	20	197	55	275	36,32	2,39
	24	159	326	155	36,25	2,24
	28	120	236	35	36,20	2,09
	31	81	147	276	36,16	1,95
Szeptember	5	42	58	156	36,13	1,80
	9	4	329	36	36,12	1,65
	13	325	240	277	36,12	1,50
	17	286	151	157	36,14	1,36
	21	247	62	37	36,17	1,21
	25	209	333	278	36,21	1,07
	29	170	244	158	36,26	0,93
	31	131	155	39	36,33	0,79
Október	7	93	66	279	36,42	0,65
	11	54	337	160	36,51	0,52
	15	15	248	40	36,62	0,38
	19	337	159	281	36,74	0,25
	23	298	70	162	36,88	0,13
	27	259	341	42	37,03	0,00
	31	221	253	283	37,19	0,12
	31	182	164	164	37,37	0,23
November	8	144	75	45	37,56	0,34
	12	105	347	286	37,76	0,45
	16	67	258	166	37,97	0,55
	20	29	170	47	38,19	0,65
	24	351	81	288	38,42	0,74
	28	312	353	169	38,66	0,82
	31	274	264	50	38,92	0,90
	31	236	176	292	39,18	0,97
December	10	198	87	173	39,44	1,04
	14	160	359	54	39,72	1,09
	18	123	271	295	40,00	1,14
	22	85	183	177	40,28	1,18
	26	48	95	58	40,57	1,21
	30	10	7	299	40,86	1,23

A Jupiter esetében az I. és a II. adatok rendre, nagyjából a bolygó egyenlítő környéki sávjára, ill. a bolygófelület egyéb helyeire vonatkoznak.

### VIII. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 1	78	57	41	101	100	3
11	88	40	46	95	100	2
21	95	27	52	88	100	1
31	98	15	56	83	100	2
II. 10	100	6	61	78	100	3
20	95	26	65	73	100	5
III. 2	71	65	68	68	100	7
12	29	115	72	64	100	8
22	2	163	75	60	99	10
IV. 1	8	148	78	56	99	11
11	27	117	80	52	99	13
21	45	96	83	49	99	14
V. 1	60	79	85	45	98	15
11	75	60	88	41	98	17
21	92	33	90	37	98	18
31	99	9	92	34	97	20
VI. 10	86	43	93	30	97	21
20	66	72	95	26	96	22
30	48	93	96	22	96	24
VII. 10	31	113	98	18	95	25
20	13	138	98	14	95	26
30	2	165	99	10	94	28
VIII. 9	10	143	100	7	94	29
19	41	100	100	3	93	30
29	79	54	100	2	93	31
IX. 8	98	16	100	6	92	32
18	99	11	99	9	92	34
28	95	26	99	13	91	35
X. 8	89	39	98	16	91	36
18	80	53	97	20	90	36
28	66	71	96	23	90	37
XI. 7	33	110	94	27	90	37
17	5	157	93	30	90	38
27	19	130	92	33	90	37
XII. 7	60	78	90	37	90	37
17	82	50	88	40	91	36
27	92	32	86	44	92	34

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada

I: a bolygó centrumából nézve a Nap és a Föld látszólagos szögtávolsága

### IX. Magyarországról látható fényesebb nyílt halmazok

NGC szám	RA 1980	D 1980	m	d	r	Megjegyzések
	h m	° ' "	magn.	'	1000 fényév	
188	00 42,0	+85 14	9,3	14	5,06	(legidősebb ismert)
752	01 56,6	+37 35	6,6	45	1,24	
869	02 17,6	+57 04	4,3	30	7,02	h Per
884	02 21,0	+57 02	4,4	30	8,09	χ Per
Perseus	03 21	+48 32	2,3	240	0,55	mozgó halmaz
Pleiadok	03 45,9	+24 04	1,6	120	0,41	M 45, Fiastyúk
Hyadok	04 19	+15 35	0,8	400	0,13	mozgó h. a Bikában
1912	05 27,3	+35 49	7,0	18	4,60	
1976/80	05 34,4	-05 24	2,5	50	1,34	Trapéz (nagyon fiatal)
2099	05 51,1	+32 32	6,2	24	4,18	M 37
2168	06 07,6	+24 21	5,6	29	2,84	M 35
2232	06 25,5	-04 44	4,1	20	1,60	
2244	06 31,3	+04 53	5,2	27	5,29	Rozetta (nagyon fiatal)
2264	06 39,9	+09 54	4,1	30	2,35	S Mon
2287	06 46,2	-20 43	5,0	32	2,15	M 41
2362	07 18,0	-24 54	3,8	7	5,35	τ CMa
2422	07 34,7	-14 27	4,3	30	1,57	
2437	07 40,9	-14 46	6,6	27	5,42	M 46
2451	07 44,7	-37 55	3,7	37	0,98	
2546	08 11,8	-37 35	5,0	45	2,74	
2632	08 39,0	+20 04	3,9	90	0,52	Praescpe, M 44
2682	08 49,3	+11 54	7,4	18	2,71	M 67, öreg halmaz
Coma	12 24,1	+26 13	2,9	300	0,26	
6231	16 52,6	-41 46	8,5	16	5,78	
Tr24	16 55,6	-40 38	8,5	60	5,22	
6405	17 38,8	-32 12	4,6	26	1,47	M 6
C4665	17 45,7	+05 44	5,4	50	1,08	
6475	17 52,6	-34 48	3,3	50	0,75	M 7
6494	17 55,7	-19 01	5,9	27	1,44	M 23
6523	18 01,9	-24 23	5,2	45	5,09	M 8, Laguna köd és NGC 6530
6611	18 17,8	-13 48	6,6	8	5,51	M 16, köd
C4725	18 30,5	-19 16	6,2	35	1,96	M 25
C4756	18 38,3	+05 26	5,4	50	1,44	
6705	18 50,0	-06 18	6,8	12,5	5,55	M 11
C1396	21 38,3	+57 25	5,1	60	2,32	Tr 37
7790	23 57,4	+61	7,1	4,5	10,31	

### X. Csillagkatalógus (magnítúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0			D 1979,0			sp
		magn.	fényév	h	m	s	°	'	''	
$\alpha$	And	+2,2	136	00	07	17,9	+28	58	28	B8 III
$\beta$	Cas	2,4	45		08	02,9	+59	02	03	F2 IV
$\gamma$	Peg	2,9	570		12	09,1	+15	04	01	B2 IV
$\iota$	Cet	3,8	325		18	21,4	-08	56	25	K2 III
$\beta$	Hyi	2,9	21		24	40,2	-77	22	21	G1 IV
$\alpha$	Phe	2,4	93		25	14,9	-42	25	12	K0 III
$\zeta$	Cas	3,7	820		35	47,5	+53	46	54	B2,5 IV
$\delta$	And	3,5	140		38	12,0	+30	44	47	K3 III
$\alpha$	Cas	2,5	150		39	18,4	+56	25	21	K0 II
$\beta$	Cet	2,2	62		42	32,1	-18	06	06	K1 III
$\eta$	Cas	3,6	19		47	48,9	+57	42	18	G0 V
$\gamma$	Cas	1,6 v	96		55	25,7	+60	36	12	B0 IV
$\mu$	And	3,9	102		55	34,9	+38	23	09	A5 V
$\eta$	Cet	3,6	88	01	07	31,9	-10	17	36	K3 III
$\beta$	And	2,4	76		08	33,0	+35	30	35	M0 III
$\theta$	Cet	3,8	96		22	58,3	-08	17	29	K0 III
$\delta$	Cas	2,8	115		24	25,7	+60	07	36	A5 V
$\eta$	Psc	3,7	180		30	21,4	+15	14	17	G8 III
51	And	3,8	155		36	41,7	+48	31	21	K3 III
$\alpha$	Eri	0,6	140		36	56,1	-57	20	35	B5 IV
$\tau$	Cet	3,7	12		43	05,5	-16	02	51	G8 V
$\zeta$	Cet	3,9	135		50	25,3	-10	26	18	K2 III
$\alpha$	Tri	3,6	65		51	52,8	+29	28	38	F6 IV
$\epsilon$	Cas	3,4	520		52	52,1	+63	34	03	B3 III
$\beta$	Ari	2,7	52		53	28,6	+20	42	21	A5 V
$\alpha$	Hyi	3,0	80		58	06,5	-61	40	18	F0 V
$\gamma$	And	2,3	260	02	02	36,2	+42	13	47	K3 II
$\alpha$	Ari	2,2	76		05	59,1	+23	21	50	K2 III
$\beta$	Tri	3,1	270		08	17,3	+34	53	19	A5 III
$\alpha$	UMi	2,1	680		10	54,2	+89	10	08	F8 Ib
$\sigma$	Cet	2,0 v	250		18	17,0	-03	04	21	gM6e
$\gamma$	Cet	3,6	68		42	12,6	+03	08	53	A2
41	Ari	3,7	105		48	44,6	+27	10	29	B8
$\eta$	Per	4,0	820		49	09,2	+55	48	34	K31b + B9V
$\theta$	Eri	3,4	120		57	27,8	-40	23	18	A3 V
$\alpha$	Cet	2,8	1100	03	01	10,7	+04	00	29	M2 III
$\gamma$	Per	3,1	300		03	15,9	+53	25	31	G8 III + A3
$\rho$	Per	3,3 v	410		03	49,5	+38	45	36	M4 II - III
$\beta$	Per	2,2 v	88		06	47,8	+40	52	33	B8 V
$\alpha$	For	4,0	47		11	10,7	-29	04	09	F8 IV

X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\alpha$	Per	+1,9	115	03 22 48,9	+49 47 16	F5 Ib
$o$	Tau	3,8	300	23 40,8	+08 57 21	G8 III
$\xi$	Tau	3,8	190	26 01,7	+09 39 37	B8 V
$\epsilon$	Eri	3,8	11	31 56,4	-09 31 43	K2 V
$\delta$	Per	3,1	450	41 25,3	+47 43 18	B5 III
$\delta$	Eri	3,7	30	42 14,4	-09 50 01	K0 IV
$o$	Per	3,9	200	42 59,8	+32 13 22	B1 III
17	Tau	3,8	170	43 37,5	+24 02 54	B6 III
$\nu$	Per	3,9	230	43 45,7	+42 30 48	F5 II
$\eta$	Tau	3,0	650	46 14,0	+24 02 28	B7 III
27	Tau	3,8	300	47 54,6	+23 59 25	B8 III
$\zeta$	Per	2,9	450	52 48,5	+31 49 21	B1 Ib
$\epsilon$	Per	3,0	1100	56 26,3	+39 57 02	B0, 5 V
$\gamma$	Eri	3,2	1100	57 02,9	-13 34 03	M0 III
$\lambda$	Tau	3,8 v	450	59 30,8	+12 25 55	B3V+A4IV
$\nu$	Tau	3,9	150	04 02 02,2	+05 55 55	A1 V
48	Per	4,0	220	07 07,8	+47 39 28	B3p
$\gamma$	Tau	3,9	130	18 35,7	+15 34 41	K0 III
$\delta$	Tau	3,9	200	21 43,3	+17 29 40	K1 III
$\epsilon$	Tau	3,6	180	27 23,3	+19 08 06	K0 III
$\theta^2$	Tau	3,6	130	27 27,6	+15 49 31	A7n IV
$\alpha$	Tau	1,1	68	34 42,8	+16 28 05	K5 III
53	Eri	4,0	91	37 13,0	-14 20 39	K0
$\pi^3$	Ori	3,3	26	48 41,9	+06 55 33	F6 V
$\pi^4$	Ori	3,8	1600	50 05,1	+05 34 13	B2 III
$\pi^5$	Ori	3,9	1600	53 09,3	+02 24 26	B2 III
$\iota$	Aur	2,9	220	55 37,4	+33 08 03	K3 II
$\epsilon$	Aur	3,1 v	800	05 00 27,5	+43 47 37	F0p Ia
$\zeta$	Aur	3,9	1600	01 00,4	+41 02 48	K5 II+B
$\epsilon$	Lep	3,3	550	04 34,2	-22 23 54	K5 III
$\eta$	Aur	3,3	250	05 02,3	+41 12 27	B3 V
$\beta$	Eri	2,9	78	06 48,9	-05 06 45	A3 III
$\beta$	Ori	0,3	1100	13 31,6	-08 13 30	B8 Ia
$\alpha$	Aur	0,2	45	15 08,1	+45 58 41	G8 III+F
$\tau$	Ori	3,7	400	16 35,1	-06 51 58	B5 III
$\eta$	Ori	3,4	820	23 25,2	-02 24 55	B0,5 V
$\gamma$	Ori	1,7	126	24 00,2	+06 19 54	B2 III
$\beta$	Tau	1,8	170	24 57,7	+28 35 27	B7 III
$\beta$	Lep	3,0	235	27 20,7	-20 46 31	G5 III
$\delta$	Ori	2,5	800	30 55,9	-00 18 49	O9,5 II

### X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\alpha$	Lep	+2,7	1600	05 31 48,1	-17 50 11	F0 Ib
$\lambda^1$	Ori	3,7	550	33 58,8	+09 55 16	O8 B0,5 V
$\iota$	Ori	2,9	150	34 24,3	-05 55 22	O9 III
$\epsilon$	Ori	1,8	1600	35 08,8	-01 12 52	B0 Ia
$\zeta$	Tau	3,0	540	36 23,3	+21 07 51	B2p III:
$\sigma$	Ori	3,8	1600	37 41,4	-02 36 40	O9,5 V
$\alpha$	Col	2,8	150	38 53,2	-34 05 05	B8e V
$\zeta^1$	Ori	2,1	150	39 41,9	-01 57 10	O9,5 Ib
$\gamma$	Lep	3,8	27	43 35,2	-22 27 16	F6 V
$\kappa$	Ori	2,2	365	46 45,5	-09 40 34	B0,5 Ia
$\delta$	Lep	3,9	150	50 25,0	-20 52 48	G8 III
$\alpha$	Ori	0,1 v	650	54 02,0	+07 24 15	M2 Iab
$\eta$	Lep	3,8	53	55 26,8	-14 10 15	F0 V
$\delta$	Aur	3,9	165	57 47,8	+54 17 05	K0 III
$\beta$	Aur	2,1	88	57 59,2	+44 56 48	A2 V
$\theta$	Aur	2,7	180	58 17,3	+37 12 45	B9,5 p V
$\eta$	Gem	3,2 v	250	06 13 36,5	+22 30 51	M3 III
$\zeta$	CMa	3,1	250	19 30,4	-30 03 12	B2,5 V
$\mu$	Gem	3,2	205	21 41,4	+22 31 32	M3 III
$\beta$	CMa	2,0	235	21 46,4	-17 56 41	B1 II—III
$\alpha$	Car	-0,9	190	23 29,2	-52 41 01	F0 Ib—II
$\gamma$	Gem	1,9	91	36 29,9	+16 25 06	A1 IV
$\epsilon$	Gem	3,2	360	42 38,4	+25 09 11	G8 Ib
$\xi$	Gem	3,4	64	44 06,6	+12 55 10	F5 IV
$\alpha$	CMa	-1,6	9	44 13,4	-16 41 11	A1 V
$\tau$	Pup	2,8	130	49 24,9	-50 35 21	K0 III
$\theta$	Gem	3,6	155	51 24,3	+33 59 16	A3 III
$\epsilon$	CMa	1,6	680	57 48,0	-28 56 34	B2 II
$\sigma^2$	CMa	3,1	470	07 02 08,8	-23 48 07	B3 Ia
$\zeta$	Gem	3,7 v	800	02 51,8	+20 36 08	F7 Ib
$\delta$	CMa	2,0	1100	07 32,2	-26 21 33	F8 Ia
$\pi$	Pup	2,7	140	16 24,0	-37 03 33	K4 III
$\lambda$	Gem	3,7	80	16 53,2	+16 34 46	A3 V
$\delta$	Gem	3,5	55	18 52,1	+22 01 20	F0 IV
$\eta$	CMa	2,4	270	23 15,8	-29 15 41	B5 Ia
$\iota$	Gem	3,9	105	24 25,4	+27 50 27	K0 III
$\beta$	CMi	3,1	180	26 00,7	+08 19 58	B8e V
$\alpha$	Gem	2,0 v	49	33 15,6	+31 56 08	A1V+A1m
$\alpha$	CMi	0,5	12	38 12,2	+05 16 47	F5 IV—V
$\kappa$	Gem	3,7	130	43 10,8	+24 26 58	G8 III



X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\beta$	Gem	+1,2	35	07 44 01,9	+28 04 41	K0 III
$\varepsilon$	Pup	3,5	1100	48 24,6	-24 48 23	G3 Ib
$\zeta$	Pup	2,3	800	08 02 50,7	-39 56 36	O5f
$\sigma$	Pup	2,9	105	06 38,9	-24 14 35	F6p II
$\gamma$	Vel	1,9	550	08 53,1	-47 16 27	WC7+B1 IV
$\beta$	Cnc	3,8	230	15 22,6	+09 15 04	K4 III
$\varepsilon$	Car	1,7	330	22 05,1	-59 26 30	K0 II+B
Br 1197	Hya	4,0	170	24 36,6	-03 50 14	A0
$\sigma$	UMa	3,5	800	28 31,8	+60 47 23	G5 II-III
$\alpha$	Pyx	3,7	460	42 44,8	-33 06 36	B1,5 III
$\delta$	Vel	2,0	76	44 07,4	-54 37 51	A0 V
$\varepsilon$	Hya	3,5	250	45 39,9	+06 29 48	G0III+dF7
$\zeta$	Hya	3,3	115	54 17,0	+06 01 34	K0 II-III
$\iota$	UMa	3,1	49	57 46,5	+48 07 30	A7 V
$\kappa$	UMa	3,7	330	09 02 11,8	+47 14 26	Aln V
$\lambda$	Vel	2,2	220	07 13,3	-43 20 50	K4 Ib-IIa
$\beta$	Car	1,8	86	12 58,6	-69 37 50	A1 V
$\theta$	Hya	3,8	170	13 16,3	+02 24 13	B9,5p V
$\iota$	Car	2,3	300	16 31,7	-59 11 12	F0 Ib
38	Lyn	3,8	99	17 32,5	+36 53 32	A3 V
$\alpha$	Lyn	3,3	155	19 46,7	+34 28 56	M0 III
$\alpha$	Hya	2,2	190	26 33,3	-08 34 01	K3 III
23	UMa	3,8	96	29 53,2	+63 09 17	F0
N	Vel	3,0	220	30 35,0	-56 56 29	K3 III
$\theta$	UMa	3,3	63	31 27,6	+51 46 26	F6 IV
$\sigma$	Leo	3,8	120	40 01,8	+09 59 18	A5V+F8III
$\varepsilon$	Leo	3,1	340	44 39,7	+23 52 18	G0 II
$\nu$	UMa	3,9	91	49 30,4	+59 08 18	F2 IV
$\eta$	Leo	3,6	1600	10 06 11,3	+16 51 56	A0 Ib
$\alpha$	Leo	1,3	84	07 15,3	+12 04 13	B7 V
$\lambda$	Hya	3,8	155	09 33,8	-12 14 59	K0 III
$\zeta$	Leo	3,7	360	15 31,4	+23 31 21	F0 III
$\lambda$	UMa	3,5	155	15 50,1	+43 01 11	A2 IV
$\gamma^1$	Leo	2,6	170	18 49,0	+19 56 54	K0III/G7III
$\mu$	UMa	3,2	105	21 04,9	+41 36 20	M0 III
$\varrho$	Leo	3,9	650	31 42,3	+09 24 54	B1 Ib
$\theta$	Car	3,0	470	42 12,2	-64 17 03	O9,5 V
$\mu$	Vel	2,8	150	45 51,8	-49 18 32	G5 III
$\nu$	Hya	3,3	150	48 35,2	-16 05 00	K2 III
46	LMi	3,9	190	52 08,4	+34 19 42	K1 III-IV

## X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
β	UMa	+2,4	78	11 00 34,9	+56 29 43	A1 V
α	UMa	2,0	105	02 26,6	+61 51 52	K0 III
γ	UMa	3,2	93	08 29,2	+44 36 46	K1 III
δ	Leo	2,6	82	12 59,5	+20 38 20	A4 V
θ	Leo	3,4	170	13 08,3	+15 32 40	A2 V
ν	UMa	3,7	230	17 20,8	+33 12 32	K3 III
δ	Crt	3,8	170	18 17,3	-14 39 53	G8 III—IV
ι	Leo	4,0	69	22 49,8	+10 38 42	F2 IV
ξ	Hya	3,7	170	31 57,9	-31 44 29	G7 III
χ	UMa	3,9	230	44 56,7	+47 53 45	K0 III
β	Leo	2,2	43	47 59,3	+14 41 22	A3 V
β	Vir	3,8	33	49 36,0	+01 52 59	F8 V
γ	UMa	2,5	165	52 43,9	+53 48 41	A0 V
δ	Cen	2,9	165	12 07 15,8	-50 36 20	B2e V
ε	Crv	3,2	165	09 02,5	-22 30 11	K2 III
δ	Cru	3,1	550	14 01,3	-58 37 55	B2 IV
δ	UMa	3,4	63	14 23,5	+57 08 57	A3 V
γ	Crv	2,8	135	14 43,4	-17 25 31	B8 III
η	Vir	4,0	330	18 49,8	-00 33 01	A2 V
α	Cru A	1,6	400	25 25,2	-62 58 58	B1IV+B1V
γ	Cru	1,6	220	29 59,5	-56 59 45	M3 II
κ	Dra	3,9	330	32 35,6	+69 54 14	B5e III
β	Crv	2,8	120	33 16,8	-23 16 51	G5 III
α	Mus	2,9	220	35 54,9	-69 01 12	B3 IV
γ	Cen	2,4	330	40 21,1	-48 50 40	A0 III
γ	Vir	3,7 <sup>v</sup>	35	40 35,6	-01 20 04	F0V+F0V
β	Cru	1,5	470	46 29,0	-59 34 27	B0,5 IV
ε	UMa	1,7	400	53 06,5	+56 04 25	A0p V
δ	Vir	3,7	190	54 32,6	+03 30 41	M3 III
α	CVn	2,9	140	55 02,8	+38 25 53	B9,5pI+F0V
ε	Vir	3,0	91	13 01 07,8	+11 04 18	G9 II—III
γ	Hya	3,3	155	17 46,6	-23 03 40	G8 III
ι	Cen	2,9	73	19 24,6	-36 36 07	A2 V
ζ	UMa	2,4	88	23 04,9	+55 02 05	A2V+A2V
α	Vir	1,2	170	24 05,0	-11 03 08	B1V+B3V
ζ	Vir	3,4	93	33 37,2	-00 29 21	A3 V
ε	Cen	2,6	270	38 32,9	-53 21 36	B1 V
η	UMa	1,9	115	46 42,8	+49 25 04	B3 V
η	Boo	2,8	32	53 41,0	+18 30 09	G0 IV
ζ	Cen	3,1	250	54 13,3	-47 11 08	B2 IV

X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\beta$	Cen	+0,9	200	14 02 19,7	-60 16 20	B1 II
$\alpha$	Dra	3,6	300	03 49,1	+64 28 33	A0 III
$\pi$	Hya	3,5	84	05 10,3	-26 34 54	K2 III
$\theta$	Cen	2,3	55	05 26,4	-36 16 02	K0 III-IV
$\alpha$	Boo	0,2	36	14 42,1	+19 17 28	K2p III
$\rho$	Boo	3,8	130	30 55,4	+30 27 47	K3 III
$\gamma$	Boo	3,0	200	31 13,9	+38 23 58	A7 III
$\eta$	Cen	2,7	270	34 10,0	-42 03 59	B1,5 ne V:
$\alpha$	Cen	0,3 v	4	38 09,8	-60 44 58	G2 V+K5 V
$\zeta$	Boo	3,9	470	40 08,6	+13 49 04	A2 III
$\alpha$	Lup	2,9	360	40 31,5	-47 17 56	B1 III
$\mu$	Vir	4,0	84	41 57,0	-05 34 04	F3 IV
$\epsilon$	Boo	2,7	250	44 04,1	+27 09 44	K0 II-III+A2 V
109	Vir	3,8	110	45 11,1	+01 58 50	A0 V
$\alpha^2$	Lib	2,9	67	49 42,8	-15 57 19	A3 IV
$\beta$	UMi	2,2	105	50 45,0	+74 14 29	K4 III
$\beta$	Lup	2,8	270	57 08,9	-43 03 01	B2 IV
$\beta$	Boo	3,6	150	15 01 09,2	+40 28 22	G8 III
$\sigma$	Lib	3,4	58	02 50,2	-25 12 01	M4 III
$\delta$	Boo	3,5	115	14 39,3	+33 23 33	G8 III
$\beta$	Lib	2,7	150	15 52,4	-09 18 23	B8 V
$\gamma$	TrA	3,1	650	16 55,7	-68 36 12	A1 V
$\varphi^1$	Lup	3,6	400	20 28,1	-36 11 10	K5 III
$\gamma$	UMi	3,1	180	20 44,9	+71 54 31	A3 II-III
$\iota$	Dra	3,5	100	24 27,5	+59 02 21	K2 III
$\beta$	CrB	3,7	105	26 57,7	+29 10 39	F0p III
$\gamma$	Lup	3,0	400	33 44,1	-41 05 50	B2n V
$\alpha$	CrB	2,3	76	33 47,8	+26 47 05	A0 V
$v$	Lib	3,8	88	35 44,7	-28 03 59	K3 III
$\gamma$	CrB	3,9	125	41 51,5	+26 21 41	Als V
$\alpha$	Ser	2,8	71	43 13,9	+06 29 27	K2 III
$\beta$	Ser	3,7	96	45 13,0	+15 29 12	A3 V
$\mu$	Ser	3,6	3000	48 31,3	-03 22 01	A0 V
$e$	Ser	3,8	99	49 46,0	+04 32 24	A2m
$\gamma$	Ser	3,9	41	55 28,9	+15 43 46	F6 V
$\pi$	Sco	3,0	650	57 34,7	-26 03 17	B1 V+B2
$\delta$	Sco	2,5	71	59 05,3	-22 33 47	B0 V
$\beta$	Sco	2,9	800	16 04 12,7	-19 44 56	B0,5V+B2V
$\delta$	Oph	3,0	130	13 14,5	-03 38 28	M1 III
$\epsilon$	Oph	3,3	91	17 12,4	-04 38 32	G9 III

### X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\tau$	Her	+3,9	120	16 19 06,4	+46 21 46	B5 IV
$\sigma$	Sco	3,0 <sub>v</sub>	360	19 54,5	-25 32 37	B1 III
$\gamma$	Her	3,8	220	20 59,5	+19 12 06	A9 III
$\eta$	Dra	2,9	76	23 42,1	+61 33 41	G8 III
$\alpha$	Sco	1,2	170	28 07,0	-26 23 12	M1 Ia + dB4
$\beta$	Her	2,8	190	29 18,9	+21 32 04	G8 III
$\lambda$	Oph	3,9	3000	29 51,1	+02 01 44	A1 V
$\tau$	Sco	2,9	230	34 34,3	-28 10 25	B0 V
$\zeta$	Oph	2,7	550	36 00,0	-10 31 32	O9,5 V
$\nu$	Her	3,0	32	40 29,6	+31 38 25	G0 IV
$\eta$	Her	3,6	62	42 10,4	+38 57 42	G7 III-IV
$\alpha$	TrA	1,9	140	46 25,7	-68 59 28	K4 III
$\varepsilon$	Sco	2,4	67	48 48,0	-34 15 23	K2,5 III
$\kappa$	Oph	3,4	126	56 40,3	+09 24 24	K2 III
$\zeta$	Ara	3,1	91	56 52,6	-55 57 31	K5 III
$\varepsilon$	Her	3,9	150	59 29,1	+30 57 24	A0 V
$\zeta$	Dra	3,2	190	17 08 43,3	+65 44 26	B6 III
$\eta$	Oph	2,6	69	09 10,3	-15 42 00	A2 V
$\alpha$	Her	3,5	550	13 41,3	+14 24 48	M5II+G5III
$\delta$	Her	3,2	96	14 10,0	+24 51 47	A3n V
$\pi$	Her	3,4	165	14 18,8	+36 49 56	K3 II
$\theta$	Oph	3,4	400	20 43,0	-24 58 47	B2 IV
$\beta$	Ara	2,8	126	23 33,0	-55 30 42	K3 Ib
$\beta$	Dra	3,0	360	29 57,3	+52 18 59	G2 II
$\alpha$	Ara	3,0	3000	30 12,9	-49 51 40	B2,5 V
$\lambda$	Sco	1,7	270	32 10,8	-37 05 23	B1 V
$\alpha$	Oph	2,1	58	33 57,5	+12 34 28	A5 III
$\theta$	Sco	2,0	165	35 48,4	-42 59 09	F0 Ib
$\iota$	Her	3,8	1600	38 52,2	+46 01 01	B3 V
$\kappa$	Sco	2,5	360	41 01,9	-39 01 14	B2 IV
$\beta$	Oph	2,9	126	42 26,0	+04 34 30	K2 III
$\mu$	Her	3,5	28	45 38,1	+27 43 56	G5 IV
$\gamma$	Oph	3,7	102	46 50,3	+02 42 51	A0 V
G	Sco	3,3	102	48 25,6	-37 02 16	K1 III
$\xi$	Dra	3,9	105	53 09,8	+56 52 32	K2 III
$\theta$	Her	4,0	400	55 31,9	+37 15 09	K1 II
$\gamma$	Dra	2,4	165	56 07,0	+51 29 27	K5 III
$\xi$	Her	3,8	220	56 56,8	+29 14 58	K0 III
$\nu$	Oph	3,5	220	57 52,1	-09 46 20	G9 III
67	Oph	4,0	3000	59 35,5	+02 55 53	B5 Ib

### X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag	m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
	magn.	fényév	h m s	° ' "	
$\gamma$ Sgr	3,1	180	18 04 27,4	-30 25 32	K0 III
72 Oph	3,7	88	06 21,1	+09 33 36	A4s IV
$\sigma$ Her	3,8	250	06 43,3	+28 45 32	B9,5 V
$\delta$ Sgr	2,8	84	19 38,9	-29 50 18	K2 III
$\eta$ Ser	3,4	60	20 13,3	-02 54 19	K0 III-IV
$\zeta$ Dra	3,7	25	21 26,0	+72 43 27	F7 V
$\epsilon$ Sgr	2,0	220	22 46,7	-34 23 45	A0 V
109 Her	3,9	135	22 48,1	+21 45 33	K2 III
$\lambda$ Sgr	2,9	71	26 40,4	-25 26 04	K2 III
$\alpha$ Lyr	0,1	27	36 13,6	+38 45 48	A0 V
$\beta$ Lyr	3,4 v	1100	49 18,2	+33 20 15	Bpe
$\sigma$ Sgr	2,1	155	53 57,8	-26 19 26	B2 V
R Lyr	4,0 v	550	54 41,7	+43 55 04	M5 III
$\xi^2$ Sgr	3,6	550	56 28,6	-21 08 08	K1 III
$\gamma$ Lyr	3,3	300	58 09,4	+32 39 36	B9 III
$\zeta$ Sgr	2,7	170	19 01 16,5	-29 54 42	A2 III
$\zeta$ Aql	3,0	91	04 26,6	+13 49 53	B9,5n V
$\lambda$ Aql	3,6	130	05 08,0	-04 54 54	B9n V
$\pi$ Sgr	3,0	200	08 30,9	-21 03 29	K1 III
$\delta$ Dra	3,2	115	12 33,1	+67 37 29	G9 III
$\kappa$ Cyg	4,0	180	16 37,0	+53 19 45	G9 III
$\delta$ Aql	3,4	49	24 26,3	+03 04 19	F0 IV
$\iota$ Cyg	3,9	200	29 10,5	+51 41 04	A5n V
$\beta$ Cyg	3,2	330	29 52,4	+27 54 53	K3 II+B0 V
$\delta$ Cyg	3,0	155	44 19,1	+45 04 44	B9,5 III
$\gamma$ Aql	2,8	550	45 15,6	+10 33 41	K3 II
$\delta$ Sge	3,8	400	46 27,0	+18 28 54	M2 II+A0 V
$\epsilon$ Dra	4,0	330	48 14,9	+70 12 52	G8 III
$\alpha$ Aql	0,9	17	49 45,5	+08 48 43	A7 IV-V
$\eta$ Aql	3,7 v	650	51 24,1	+00 57 03	F6 Ib
$\beta$ Aql	3,9	49	54 16,8	+06 21 12	B8 IV
$\eta$ Cyg	4,0	360	55 31,0	+35 01 37	K0 III
$\gamma$ Sge	3,7	300	57 49,3	+19 26 04	K5 III
$\theta$ Aql	3,4	400	20 10 13,2	-00 53 05	B9,5 III
31o <sup>2</sup> Cyg	4,0	400	12 58,1	+46 40 38	K3 Ib+A3
$\alpha^2$ Cap	3,8	99	16 53,3	-12 36 39	G9 III
$\gamma$ Cyg	2,3	550	21 28,4	+40 11 20	F8 Ib
$\alpha$ Pav	2,1	230	23 59,6	-56 48 13	B3 IV
$\epsilon$ Del	4,0	200	32 12,5	+11 13 52	B6 III
$\beta$ Del	3,7	126	36 33,8	+14 31 17	F5 IV

X. Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0)

Csillag		m	r	RA 1979,0	D 1979,0	sp
		magn.	fényév	h m s	° ' "	
a	Del	+3,9	1600	20 38 39,7	+15 50 14	B9 V
a	Cyg	1,3	800	40 42,9	+45 12 17	A2 Ia
η	Cep	3,6	46	44 51,8	+61 45 25	K0 IV
ε	Cyg	2,6	74	45 21,6	+33 53 27	K0 III
ε	Aqr	3,8	220	46 32,3	-09 34 24	A2 V
ξ	Cyg	3,9	1600	21 04 09,9	+43 50 37	K5 Ib
ζ	Cyg	3,4	155	12 02,4	+30 08 25	G8 II
τ	Cyg	3,8	71	13 57,0	+37 57 19	F0 IV
a	Cep	2,6	52	18 04,7	+62 29 47	A7 IV—V
ζ	Cap	3,9	550	25 28,2	-22 30 11	G4p Ib
β	Cep	3,3	650	28 23,6	+70 28 07	B2 III
β	Aqr	3,1	1100	30 27,2	-05 39 51	G0 Ib
γ	Cap	3,8	130	38 55,7	-16 45 28	F0p III
ε	Peg	2,5	820	43 09,2	+09 46 41	K2 Ib
δ	Cap	3,0	50	45 52,9	-16 13 24	A6m
γ	Gru	3,2	400	52 39,6	-37 27 51	B8 III
a	Aqr	3,2	1100	22 04 42,3	-00 25 20	G2 Ib
ι	Peg	4,0	44	06 01,9	+25 14 32	F5 V
a	Gru	2,2	64	06 54,9	-47 03 48	B5 V
θ	Peg	3,7	78	09 08,4	+06 05 39	A3n V
ζ	Cep	3,6	165	10 07,4	+58 05 51	K1 Ib
a	Tuc	2,9	170	17 04,5	-60 21 54	K3 III
γ	Aqr	4,0	82	20 34,3	-01 29 37	A9 III
ξ	Cep	3,7 <sub>v</sub>	650	28 23,2	+58 18 27	F5 Ib
α	Lac	3,9	91	30 25,3	+50 10 27	A1 V
ζ	Peg	3,6	190	40 24,8	+10 43 17	B8 V
β	Gru	2,2	1100	41 25,1	-46 59 42	M5 III
η	Peg	3,1	230	42 00,9	+30 06 40	G8 II—III+F0
ι	Cep	3,7	91	48 55,7	+66 05 23	K1 III
μ	Peg	3,7	102	48 59,2	+24 29 26	G8 III
λ	Aqr	3,8	270	51 31,1	-07 41 30	M2 III
δ	Aqr	3,5	84	53 32,2	-15 55 58	A3 V
a	PsA	1,3	23	56 29,6	-29 44 02	A3 V
o	And	3,5 <sub>v</sub>	470	23 00 57,0	+42 12 47	B5 III+A2p
β	Peg	2,1 <sub>v</sub>	220	02 45,2	+27 58 07	M2 II—III
a	Peg	2,6	110	03 42,8	+15 05 31	B9 V
88	Aqr	3,8	650	08 19,7	-21 17 12	K2 II
γ	Psc	3,9	130	16 04,5	+03 10 02	G8 III
λ	And	4,0	76	36 31,8	+46 20 40	G8 III—IV
γ	Cep	3,4	51	38 28,3	+77 30 55	K1 IV

## XI. A legerősebb rádióforrások

Név	RA 1980	D 1980	Megjegyzés
	h m	° ′	
Tycho-szupernova	00 25	+64 01	1572-évi szupernova maradványa
Androméda köd	00 42	+41 09	A legközelebbi nagy galaxis
IC 1795, W3	02 24	+62 01	H II vidék, OH emisszió
PKS 0237-23	02 39	-23 14	Quasar, nagy vöröseltolódással
NGC 1275, 3C 84	03 19	+41 26	Seyfert-galaxis, rádióváltozó
Fornax A	03 22	-37 15	10 magn. SO galaxis
CP 0328 pulzár	03 31	+54 29	Per. = 0,7 s, H abszorpció
Rák köd, M1	05 33	+22 00	1054-évi szupernova maradványa
NP 0532 pulzár	05 33	+22 00	Rádió-, optikai és röntgenpulzár
V 371 Orionis	05 33	+01 54	Rádió- és optikai fler csillag
Orion köd, M42	05 34	-05 24	H II vidék, OH emisszió
IC 443	06 16	+22 36	Szupernova maradvány
Rozetta köd	06 31	+04 53	H II vidék
YV CMa	07 22	-20 42	Változó csill. OH, H <sub>2</sub> O emisszió
3C 273	12 28	+02 10	Legközelebbi, legerősebb quasar
Virgo A, M87	12 30	+12 30	EO galaxis
Centaurus A	13 24	-42 55	NGC 5128 különleges galaxis
3C 295	14 11	+52 18	21 magn. galaxis, 4,5 milliárd fényév
Scorpio X-1	16 19	-15 35	Röntgen-, rádió-, optikai változó
3C 353	17 20	-00 58	Kettős forrás, valószínűleg galaxis
Kepler-szupernova	17 28	-21 16	1604-évi szupernova maradványa
Galaxis magja	17 44	-28 56	OH, NH <sub>3</sub> emisszió, H <sub>2</sub> CO abszorpció
Omega köd, M17	18 19	-16 10	H II vidék, kettős szerkezet
W 49	19 09	+09 05	H II vid., nova maradvány, OH em.
CP 1919 pulzár	19 21	+21 50	Elsőnek felfedezett, per = 1,3s
Cygnus A	19 59	+40 41	Erős, kettős rádióforrás
Cygnus X	20 22	+40 19	
NML Cygnus	20 46	+40 02	Infravörös forrás, OH emisszió
Cygnus hurok	20 51	+29 36	Szupernova maradvány
NGC 7000	20 54	+43 59	Észak-Amerika köd
3C 446	22 25	-05 04	Quasar, optikai változó
Cassiopeia A	23 23	+58 42	Legerősebb rádióforrás, szupernova maradvány

## XII. A tavaszi napéjegylenőség utáni első holdtöltét

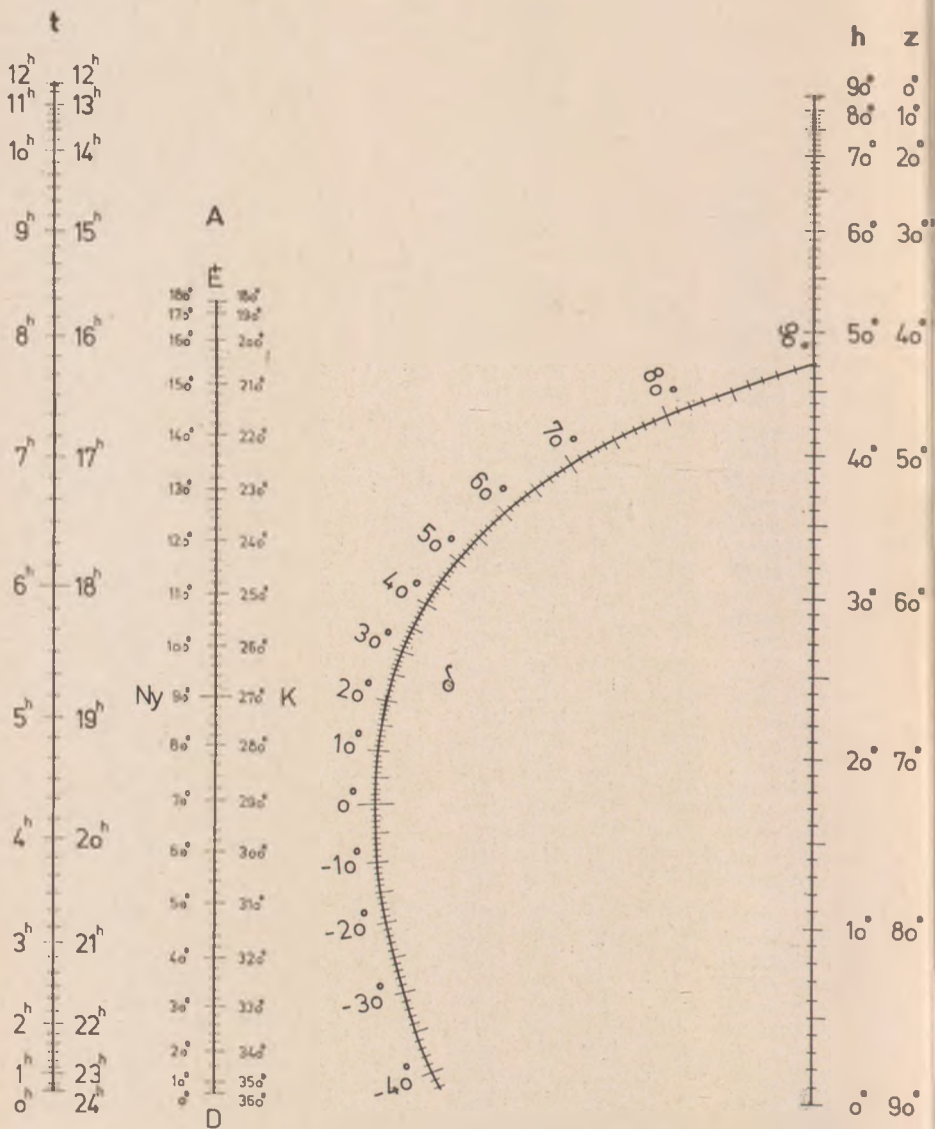
1801 április 5	1851 április 20	1901 április 7
1802 április 18	1852 április 11	1902 március 30
1803 április 10	1853 március 27	1903 április 12
1804 április 1	1854 április 16	1904 április 3
1805 április 14	1855 április 8	1905 április 23
1806 április 6	1856 március 23	1906 április 15
1807 március 29	1857 április 12	1907 március 31
1808 április 17	1858 április 4	1908 április 19
1809 április 2	1859 április 24	1909 április 11
1810 április 22	1860 április 8	1910 március 27
1811 április 14	1861 március 31	1911 április 16
1812 március 29	1862 április 20	1912 április 7
1813 április 18	1863 április 5	1913 március 23
1814 április 10	1864 március 27	1914 április 12
1815 március 26	1865 április 16	1915 április 4
1816 április 14	1866 április 1	1916 április 23
1817 április 6	1867 április 21	1917 április 8
1818 március 22	1868 április 12	1918 március 31
1819 április 11	1869 március 28	1919 április 20
1820 április 2	1870 április 17	1920 április 4
1821 április 22	1871 április 9	1921 március 27
1822 április 7	1872 március 31	1922 április 16
1823 március 30	1873 április 13	1923 április 1
1824 április 18	1874 április 5	1924 április 20
1825 április 3	1875 március 28	1925 április 12
1826 március 26	1876 április 16	1926 április 4
1827 április 15	1877 április 1	1927 április 17
1828 április 6	1878 április 21	1928 április 8
1829 április 19	1879 április 13	1929 március 31
1830 április 11	1880 március 28	1930 április 20
1831 április 3	1881 április 17	1931 április 5
1832 április 22	1882 április 9	1932 március 27
1833 április 7	1883 március 25	1933 április 16
1834 március 30	1884 április 13	1934 április 1
1835 április 19	1885 április 5	1935 április 21
1836 április 3	1886 április 25	1936 április 12
1837 március 26	1887 április 10	1937 március 28
1838 április 15	1888 április 1	1938 április 17
1839 március 31	1889 április 21	1939 április 9
1840 április 19	1890 április 6	1940 március 24
1841 április 11	1891 március 29	1941 április 13
1842 március 27	1892 április 17	1942 április 5
1843 április 16	1893 április 2	1943 április 25
1844 április 7	1894 március 25	1944 április 9
1845 március 23	1895 április 14	1945 április 1
1846 április 12	1896 április 5	1946 április 21
1847 április 4	1897 április 18	1947 április 6
1848 április 23	1898 április 10	1948 március 28
1849 április 8	1899 április 2	1949 április 17
1850 március 31	1900 április 15	1950 április 9



követő (húsvéti) vasárnapok dátumai

1951 március 25	2001 április 15	2051 április 2
1952 április 13	2002 március 31	2052 április 21
1953 április 5	2003 április 20	2053 április 6
1954 április 18	2004 április 11	2054 március 29
1955 április 10	2005 március 27	2055 április 18
1956 április 1	2006 április 16	2056 április 2
1957 április 21	2007 április 8	2057 április 22
1958 április 6	2008 március 23	2058 április 14
1959 március 29	2009 április 12	2059 március 30
1960 április 17	2010 április 4	2060 április 18
1961 április 2	2011 április 24	2061 április 10
1962 április 22	2012 április 8	2062 március 26
1963 április 14	2013 március 31	2063 április 15
1964 március 29	2014 április 20	2064 április 6
1965 április 18	2015 április 5	2065 március 29
1966 április 10	2016 március 27	2066 április 11
1967 március 26	2017 április 16	2067 április 3
1968 április 14	2018 április 1	2068 április 22
1969 április 6	2019 április 21	2069 április 14
1970 március 29	2020 április 12	2070 március 30
1971 április 11	2021 április 4	2071 április 19
1972 április 2	2022 április 17	2072 április 10
1973 április 22	2023 április 9	2073 március 26
1974 április 14	2024 március 31	2074 április 15
1975 március 30	2025 április 20	2075 április 7
1976 április 18	2026 április 5	2076 április 19
1977 április 10	2027 március 28	2077 április 11
1978 március 26	2028 április 16	2078 április 3
1979 április 15	2029 április 1	2079 április 23
1980 április 6	2030 április 21	2080 április 7
1981 április 19	2031 április 13	2081 március 30
1982 április 11	2032 március 28	2082 április 19
1983 április 3	2033 április 17	2083 április 4
1984 április 22	2034 április 9	2084 március 26
1985 április 7	2035 március 25	2085 április 15
1986 március 30	2036 április 13	2086 március 31
1987 április 19	2037 április 5	2087 április 20
1988 április 3	2038 április 25	2088 április 11
1989 március 26	2039 április 10	2089 április 3
1990 április 15	2040 április 1	2090 április 16
1991 március 31	2041 április 21	2091 április 8
1992 április 19	2042 április 6	2092 március 30
1993 április 11	2043 március 29	2093 április 12
1994 április 3	2044 április 17	2094 április 4
1995 április 16	2045 április 9	2095 április 24
1996 április 7	2046 március 25	2096 április 15
1997 március 30	2047 április 14	2097 március 31
1998 április 12	2048 április 5	2098 április 20
1999 április 4	2049 április 18	2099 április 12
2000 április 23	2050 április 10	2100 március 28

# ZENITTÁVOLSÁG—NOMOGRAM



Az ábra segítségével egy égitest II. ekvatoriális koordinátáinak ismeretében ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) tetszőleges időpontra megkaphatjuk az égitest látóhatár feletti magasságát ( $h$ ) vagy zenittávolságát ( $z$ ).

A kívánt időpontra a  $\Theta$  helyi csillagidőt elegendő interpoláció nélkül kiszámolnunk:

$$\Theta = \Theta_{\lambda=0} + \text{KözEI} + \Delta \quad /1$$

$\Theta_{\lambda=0}$ : az Évkönyv „Csillagidő” rovatában a megfelelő napra megadott érték

KözEI: Közép-Európai idő

$\Delta$ : a helyi idő és a KözEI különbsége

Sopronban	=	+6 <sup>m</sup>
Budapesten	=	+16 <sup>m</sup>
Debrecenben	=	+26 <sup>m</sup>

Az így számolt helyi csillagidőből kivonjuk az égitest  $\alpha$  rektaszczenzióját, ekkor megkapjuk a

$$t = \Theta - \alpha \quad /2$$

óraszögét.

Fektessünk át egy vonalzót a nomogramon az így nyert  $t$  értéknek és az égitest  $\delta$  deklinációjának megfelelő pontok között. A vonalzó éle a  $h-z$  tengelyen a keresett  $h$  vagy  $z$  értéket jelöli ki.

Az égitestek kelési és nyugvási időpontját és azimutját a következőképpen határozhatjuk meg:

A kelés vagy nyugvás pillanatában a  $h$  értéke  $0^\circ$ . Kössük össze a  $h = 0^\circ$  pontot az égitest  $\delta$  deklinációjával. E két pont egyenese a  $z$  tengelyt valamely  $t_0$  pontban metszi. Az objektum rektaszczenziójának ismeretében a

$$\Theta_0 = t_0 + \alpha$$

összefüggés megadja a kelés illetve a nyugvás időpontját helyi csillagidőben. A csillagidőt polgári időre szintén az Évkönyv segítségével, az /1 képlet alapján számoljuk vissza. Az egyenes metszéspontja az azimuttengelyen ( $A$ ) kijelöli a kelés vagy nyugvás helyének azimutszögét.

A kelés időpontját és helyét a megfelelő tengelyek jobb oldalán  $12^h-24^h$ -ig, ill.  $180^\circ-360^\circ$ -ig; a nyugvását a tengelyek bal oldalán  $0^h-12^h$ -ig, ill.  $0^\circ-180^\circ$ -ig olvassuk le.

A nomogram Magyarország közepes földrajzi szélességére,  $47,2^\circ$ -ra vonatkozik, pontossága kb.  $1^\circ$  illetve néhány időperc.

(Ahnert: „Kalender für Sternfreunde”  
használt grafikójának ötlete alapján)

T. G.

## Kiegészítő tudnivalók a táblázatokhoz

[a táblázatokban nem közölt jelölések magyarázatai]

„RA” és „D”: az I., IV., IVa., IX., X. és XI. táblázatokban rektaszccenziót, ill. deklinációt jelent. A koordináták 1979-re, vagy a fejlécben megadott évre vonatkoznak.

„m”: a IV., IVa., IX. és X. táblázatokban magnitúdókban megadott vizuális, látszólagos fényességek.

I. táblázat: a Julián dátum az i. e. 4713 január 1 déli 12 órától eltelt napok számát adja meg. A csillagidő a greenwichi meridiánra, azaz a zéró földrajzi hosszúságra vonatkozik.

IV. és IVa. táblázat: az r oszlopban „cs. e.” alatt a bolygók geocentrikus távolságai vannak csillagászati egységben.

IX. táblázat: NGC a Dreyer-féle New General Catalogue of Nebulae and Clusters etc.

X. táblázat: Az „sp” oszlopban a két dimenziós színképosztályozást közöljük a Harvard- és a Morgan—Keenan-féle klasszifikáció alapján.

## A CSILLAGOS ÉG 1979-BEN (Időpontok KözEI-ben)

### Január

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 5-ig a Kígyótartó, 6-tól 27-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó elején másfél, a közepén háromnegyed órával kel a Nap előtt. A hó elején a hajnali szürkületben, a hó közepén már csak napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. 4-én fázisa 0,82, fényessége  $-0,2$  magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 8-ig a Mérleg, 8-tól 14-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A hó elején négy, a végén három órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag látható a hajnali délkeleti égbolton. 18-án legnagyobb nyugati kitérésben  $47^\circ$  távolságra a Naptól. Fázisa 16-án 0,99, növekedő, fényessége  $-4,1$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 20-án együttállásban a Nappal. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 24-én szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és a későesti óráktól kezdve figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Nep-tunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

#### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma. Kékes fényűek, kis fényességűek gyakoribbak.
9	19	Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól. Ez alkalommal tőlünk is megfigyelhető amint a csillagot a Hold elfedi. Belépés a Hold sötét pereme mögé 17 óra 51 perckor, kilépés a fényes perem mögül 19 óra 3 perckor.
15	19	Vénusz $8^\circ$ -kal északra az Antarestől
16	03,1	Algol minimumban
17	17	Szaturnusz $2^\circ$ -kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
19	00,0	Algol minimumban
21	20,8	Algol minimumban
22	22	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
24	17,6	Algol minimumban
25	02	Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól
26	19	Vénusz 1,9°-kal északra a Neptunusztól

## Február

### Bolygók

*Merkúr* előretartó mozgást végez 12-ig a Bak, 13-tól 26-ig a Vizöntő, utána a Halak csillagképben. A hó végén egy órával nyugszik a nap után és az esti szürkületben látható a délnyugati égbolton. 25-én fazisa 0,87, fényessége —1,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 1-től a Nyilas csillagképben. A hó elején három, a végén két órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcsillag látható a délkeleti hajnali égbolton. 13-án fazisa 0,62, növekedő, fényessége —3,8 magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 23-ig a Bak, utána a Vizöntő csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Rák csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hó első felében a koraesti órákban, a második felében az esti szürkületben kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* 24-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	01	Aldebaran 0,3°-kal délre a Holdtól
8	01,7	Algol minimumban
10	22,5	Algol minimumban
13	19,3	Algol minimumban
13	20	Szturnusz 3°-kal északra a Holdtól
19	06	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
23	16	Vénusz 3°-kal délre a Holdtól
26	18	Teljes napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A teljes fogyatkozás vonala Észak-Amerikán halad át, a Csendes-óceánt, az Amerikai Egyesült Államok észak-nyugati részét, Kanadát, a Hudson-öbölt és Grönlandot érintve.
27	19	Merkur 0,6°-kal északra a Holdtól

## Március

### Bolygók

*Merkur* 14-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Halak csillagképben. A hó elején másfél órával, a közepén egy órával nyugszik a Nap után. A hó első felében megfigyelésre kedvező helyzetben látható az esti szürkületben a nyugati égbolton. 8-án legnagyobb keleti kitérésben  $18^\circ$  távolságra a Naptól. 24-én alsó együttállásban a Nappal. 5-én fázisa 0,60, fényessége  $-0,5$  magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Nyilas, 4-től 26-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején két, a végén egy órával kel a Nap előtt. Mint hajnalsillag látható, a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 13-án fázisa 0,72, növekedő, fényessége  $-3,6$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 28-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* 26-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Hajnalban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 1-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél előtt kel és a hajnali órákban újra megfigyelhető a délkeleti égbolton. — *Neptunusz* 23-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a délkeleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	00,2	Algol minimumban
5	21,0	Algol minimumban
12	22	Szaturnusz $3^\circ$ -kal északra a Holdtól
13—14	—	Részleges holdfogyatkozás, tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 13-án 19 óra 10,9 perckor, belépés a teljes árnyékba 13-án 20 óra 28,9 perckor, a fogyatkozás közepe 13-án 22 óra 8,0 perckor, kilépés a teljes árnyékból 13-án 23 óra 47,3 perckor, kilépés a félárnyékból 14-én 1 óra 5,1 perckor. A fogyatkozás nagysága 0,86 holdátmérőben kifejezve.
20	19	Neptunusz $4^\circ$ -kal délre a Holdtól
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 4-ig) gyakorisági maximuma.
25	22,7	Algol minimumban
27	03	Mars $0,7^\circ$ -kal délre a Holdtól
28	19,5	Algol minimumban

## Április

### Bolygók

*Merkur* 6-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben 23-tól 26-ig a Cet csillagképet érintve. A hó elején és végén egy fél, a közepén háromnegyed órával kel a Nap előtt. A hó folyamán napkelte előtt kísérelhető meg keresése a hajnali keleti égbolton. 21-én legnagyobb nyugati kitérésben  $27^\circ$  távolságra a Naptól. 14-én fázisa 0,33, fényessége  $+0,9$  magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* 19-ig a Vizöntő, utána a Halak csillagképben végez előretartó mozgást. Egy órával kel a Nap előtt és mint hajnalcsillag látható napkelte előtt a keleti égbolton. 18-án fázisa 0,82, növekedő, fényessége  $-3,4$  magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	17	Aldebaran $0,3^\circ$ -kal délre a Holdtól
3	—	Virginidák meteorraj (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
5	19	Jupiter $5^\circ$ -kal északra a Holdtól
8	08	Plutó szembenállásban a Nappal a Szűz csillagképben. Fényessége $+14$ magnitúdó.
9	02	Szaturnusz $3^\circ$ -kal északra a Holdtól
17	00	Neptunusz $4^\circ$ -kal délre a Holdtól
17	21,2	Algol minimumban
21	—	Lyridák meteorraj (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma
24	04	Vénusz $0,3^\circ$ -kal délre a Holdtól
25	00	Mars $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
29	02	Aldebaran $0,4^\circ$ -kal délre a Holdtól



## Május

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 13-ig a Halak, 14-től 22-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Helyzete e hó folyamán nem kedvező megfigyelésre. 29-én felső együttállásban a Nappal. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 20-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. Egy órával kel a Nap előtt és mint hajnalcsillag látható napkelte előtt a keleti égbolton. 16-án fázisa 0,89, növekedő, fényessége —3,3 magnitúdó, alsó fordulópontban. — *Mars* előretartó mozgást végez 13-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó végén egy órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Éjfélkor nyugszik és a késő esti órákig figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Szaturnusz* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 10-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyóirtató csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
3	07	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól
4	—	$\eta$ Aquaridák meteorraj (április 22-től május 12-ig) gyakorisági maximuma. Maradandó nyommal.
11	22	Uránusz 4°-kal délre a Holdtól
20	07	Vénusz 1°-kal délre a Marstól
23	20	Mars 3°-kal északra a Holdtól
25	03,8	Algol minimumban
30	23	Jupiter 4°-kal északra a Holdtól

## Június

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 9-ig a Bika, 10-től 26-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó első napjait kivéve megfigyelésre igen kedvező helyzetben látható napnyugta után az esti szürkületben a nyugati égbolton. A hó végén a Castor és Pollux alatt halad el. A hó első fele végén egy, a hó második felében másfél órával nyugszik a Nap után. 17-én fázisa 0,72, fényessége —0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Egy órával nyugszik a Nap után, és

mint hajnalcsillag látható napkelte előtt a keleti égbolton. 17-én fázisa 0,95, növekedő, fényessége —3,3 magnitúdó alsó fordulópontban. — *Mars* előretartó mozgást végez 15-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó elején egy és egynegyed, a végén két órával kel a Nap előtt és a keleti hajnali égbolton figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a koraesti órákban még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 10-én szembenállásban a Nappal.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
16	—	Lyridák meteorraj (június 10-től 21-ig) gyakorisági maximuma. Kékes meteorok, halvány nyommal.
17	02,4	Algol minimumban
20	04	Vénusz 5°-kal északra az Aldebarantól
30	04	Szturnusz 2°-kal északra a Holdtól

## Július

### Bolygók

*Merkur* 17-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. A hó elején még másfél, a közepén már csak háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hó elején az esti szürkületben, a közepén napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. 3-án legnagyobb keleti kitérésben, 26° távolságra a Naptól. 31-én alsó együttállásban a Nappal. 3-án fázisa 0,43, fényessége +0,7 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Bika, 7-től 28-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó elején egy, a végén háromnegyed órával kel a Nap előtt, és mint hajnalcsillag még látható napkelte előtt a keleti égbolton. 7-én fázisa 0,97, fényessége —3,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél után egy órával kel és a keleti hajnali égbolton figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Rák csillagképben. A hó első felében még megfigyelhető napnyugta után az esti szürkületben a nyugati égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a koraesti órákban még megfigyelhető a nyugati égbolton.

— *Uránusz* 26-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjjélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjjél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg a délnyugati égbolton.

#### *Megfigyelhető jelenségek*

Nap	Óra	
7	04,1	Algol minimumban
7	21	Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól
10	00,9	Algol minimumban
20	00	Aldebaran 0,3°-kal délre a Holdtól
28	—	δ Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 15-ig) gyakorisági maximuma. Kettős radiánssal.
30	02,6	Algol minimumban

### Augusztus

#### *Bolygók*

*Merkur* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez. 26-ig az Ikrek, utána az Oroszlán csillagképben tartózkodik. A hó első fele végén egy, a hó második felében másfél órával kel a Nap előtt. A hó második és harmadik harmadában figyelhető meg a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 19-én legnagyobb nyugati kitérésben 19° távolságra a Naptól. 20-án fázisa 0,45, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 25-én felső együttállásban a Nappal. — *Mars* előretartó mozgást végez 8-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. Éjjél után kel és a keleti hajnali égbolton figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 1-től kezdve az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 13-án együttállásban a Nappal. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 30-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjjél előtt nyugszik és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

#### *Megfigyelhető jelenségek*

Nap	Óra	
1	—	Capricornidák meteorraj (július 15-től augusztus 20-ig) gyakorisági maximuma. Sárga tűzgömbök.
1	21	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
1	23,4	Algol minimumban
6	—	ι Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma. Kettős radiánssal.
12	—	Perseidák meteorraj (július 25-től augusztus 18-ig) gyakorisági maximuma. Fényes, széttöredező meteorok, halvány nyommal.
16	05	Aldebaran 0,2°-kal délre a Holdtól
17	02	Pallas szembenállásban a Nappal a Csikó csillagképben. Fényessége +9,7 magnitúdó.
19	04,3	Algol minimumban
20	—	* Cygnidák meteorraj (augusztus 11-től 21-ig) gyakorisági maximuma. Robbanó tűzgömbökkel.
21	03	Merkur 2°-kal északra a Holdtól
22	01,1	Algol minimumban
22	18	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala a Csendes-óceán déli részén és az Antarktisz partvidékén halad át.
24	21,9	Algol minimumban
26	—	Mira Ceti maximumban

## Szeptember

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 14-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó első napjaiban egy órával kel a Nap előtt és napkelte előtt még megfigyelhető a keleti égbolton. 13-án felső együttállásban a Nappal. 1-én fázisa 0,90, fényessége —1,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 11-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Mars* előretartó mozgást végez 20-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali keleti égbolton figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A hajnali órákban kel és a hó elején a hajnali szürkületben, a hó végén a hajnali órákban újra megfigyelhető a keleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyóirtató csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	12	Teljes holdfogyatkozás, tőlünk nem látható.
11	02,8	Algol minimumban
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma.
13	23,6	Algol minimumban
15	00	Mars 6°-kal délre a Polluxtól
16	04	Mars 5°-kal északra a Holdtól
16	20,4	Algol minimumban
18	23	Jupiter 2°-kal északra a Holdtól
23	—	$\chi$ Cygni maximumban
27	21	Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól

### Október

#### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 12-ig a Szűz, 13-tól 19-ig a Mérleg, utána a Skorpió csillagképben. A hó közepén egy fél, a végén háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hó második felében kísérelhető meg megfigyelése napnyugta után a délnyugati égbolton. 29-én legnagyobb keleti kitérésben 24° távolságra a Naptól. 27-én fázisa 0,68, fényessége 0,0 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó utolsó napjaiban háromnegyed órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag újra megkereshető napnyugta után a délnyugati égbolton. 31-én fázisa 0,96, csökkenő, fényessége —3,3 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 24-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. Éjfél előtt kel és a keleti hajnali égbolton figyelhető meg. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez 23-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó elején két, a végén négy órával kel a Nap előtt. A hajnali órákban figyelhető meg a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kigyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

### Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	04,5	Algol minimumban
4	01,3	Algol minimumban
6	07	Ceres szembenállásban a Nappal, 1,5°-kal az $\eta$ Ceti felett. Fényessége +7,8 magnitúdó.

Nap	Óra	
6	22,1	Algol minimumban
9	19,0	Algol minimumban
9	21	Aldebaran 0,3°-kal délre a Holdtól
14	21	Mars 4°-kal északra a Holdtól
16	16	Jupiter 1°-kal északra a Holdtól
18	06	Szaturnusz 0,7°-kal északra a Holdtól
21	—	Orionidák meteorraj (október 16-tól 27-ig) gyakorisági maximuma. Többszörös rádiánssal, maradandó nyommal.
22	21	Uránusz 5°-kal délre a Holdtól
24	03,0	Algol minimumban
25	04	Neptunusz 4°-kal délre a Holdtól
26	23,9	Algol minimumban
27	17	Vénusz 0,2°-kal délre az Uránusztól
29	20,7	Algol minimumban

## November

### Bolygók

*Merkur* 9-ig előretartó, 9-től 29-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 18-ig a Skorpió, utána a Mérleg csillagképben tartózkodik. A hó elején háromnegyed órával nyugszik a Nap után és napnyugta után még látható a délnyugati égbolton. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 20-án alsó együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,50, fényessége  $+0,2$  magnitúdó, mindkettő csökkenő; 28-án fázisa 0,23, fényessége  $+0,7$  magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 5-ig a Mérleg, 6-tól 25-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején háromnegyed, a végén másfél órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a délkeleti égbolton. 16-án fázisa 0,94, csökkenő, fényessége  $-3,3$  magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 14-én együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

## Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	17,5	Algol minimumban
3	13	Vesta szembenállásban a Nappal, 2°-kal a $\gamma$ Ceti felett. Fényessége 7,2 magnitúdó.
6	07	Aldebaran 0,4°-kal délre a Holdtól
8	21	Merkur 2°-kal délre a Vénusztól
9	—	Tauridák meteorraj (október 18-tól november 30-ig) gyakorisági maximuma. Kettős radiánssal, gyakori tűzgömbökkel.
13	08	Jupiter 0,8°-kal északra a Holdtól
14	19	Szaturnusz 0,3°-kal északra a Holdtól
16	01,6	Algol minimumban
17	—	Leonidák meteorraj (november 15-től 19-ig) gyakorisági maximuma. Fényesek, maradandó nyommal.
17	18	Mars 1,6°-kal északra a Regulustól
18	22,4	Algol minimumban
20	06	Vénusz 2°-kal délre a Neptunusztól
21	19,2	Algol minimumban

## December

### Bolygók

*Merkur* előretartó mozgást végez 13-ig a Mérleg, 14-től 17-ig a Skorpió, 18-tól 30-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején két, a végén egy órával kel a Nap előtt. Egész hó folyamán megfigyelhető a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton. 10-én fázisa 0,69, fényessége —0,3 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 21-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó elején másfél, a végén két és fél órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag látható a kora esti órákban a délnyugati égbolton. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti órától kezdve figyelhető meg. Felületének megfigyelése újra megkísérélhető, mert jövő évi szembenállásához közeledve, átmérője közel 10"-re, fényessége 0 magnitúdóra növekedett. — *Jupiter* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Oroszlán csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 12-én együttállásban a Nappal.

*Megfigyelhető jelenségek*

Nap	Óra	
3	17	Aldebaran $0,5^\circ$ -kal délre a Holdtól
6	03,3	Algol minimumban
9	00,1	Algol minimumban
10	00	Regulus $0,8^\circ$ -kal északra a Holdtól
10	19	Mars $2^\circ$ -kal északra a Holdtól
10	21	Jupiter $0,4^\circ$ -kal északra a Holdtól
11	20,9	Algol minimumban
12	06	Szaturnusz $0,01^\circ$ -kal délre a Holdtól
13	18	Mars $1,7^\circ$ -kal északra a Jupitertől
14	—	Geminidák meteorraj (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma. Gyakran tűzgömbökkel, sok teleszkopikus meteorral.
14	17,7	Algol minimumban
16	19	Uránusz $5^\circ$ -kal délre a Holdtól
21	18	Vénusz $5^\circ$ -kal délre a Holdtól
22	—	Ursidák meteorraj (december 17-től 24-ig) gyakorisági maximuma.
29	01,8	Algol minimumban
31	01	Aldebaran $0,4^\circ$ -kal délre a Holdtól. Ez alkalommal tőlünk is látható amint az Aldebarant a Hold elfedi. Belépés a Hold sötét pereme mögé 0 óra 59 perckor, kilépés a fényes perem mögül 2 óra 5 perckor.
31	22,6	Algol minimumban



A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ  
INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE AZ 1977. ÉVBEN

## I.

Az intézet fejlődése az 1977-es évben is töretlen volt.

1. *Fejlesztési munkák*

Piszkéstetön üzembehelyeztük az obszervatórium új időalapját. Az időalap két időt, a korrigált atomidőt (UTC) és a lokális sziderikus időt adja, számjegyes kijelzéssel 1 sec-os felbontással és BCD kódolt elektromos jel formájában 0,001 sec-os felbontással. Az UTC idő számlálóját rubidium-frekvenciastandard 10 MHz frekvenciájú jele, a sziderikus óra számlálóját kvarcóra 1 kHz frekvenciájú jele hajtja meg. Elkészült az óra számítógéphez való illesztése. Az időjelek beolvasására, a beolvasott UTC időből a sziderikus idő pillanatnyi értékének számítására, a számított sziderikus idő értékével való korrigálásra a szükséges real-time programok elkészültek. Az atomi standardok frekvenciastabilitásának és az UTC időskálának ellenőrzésére, az OMH cézium-standardjával való időszakos összehasonlítására 1976-ban megépített televíziós összehasonlító rendszert megfelelő kapu-áramkörökkel bővítettük és illesztettük a számítógéphez. Elkészült az összehasonlítást vezérlő és mérésadatgyűjtő program is. Az óra telepítésével egyidőben kiépítettük a folyamatos üzemeltetést biztosító akkumulátorokat és egyenáramú hálózatot. Kiépítettük a központi óra és az RCC, a Schmidt és a Cassegrain teleszkóp közötti időjelkábeleket, megépítettük a szóban forgó jelvezetékek meghajtó áramkörreit.

A Bjurakáni Obszervatóriummal fennálló tudományos együttműködés keretén belül javaslatot tettünk műszaki-méréstechnikai együttműködésre. Közös használatra elkészítettünk egy integráló rendszerű háromszinfotométert, és részletes felvilágosítást adtunk azokról a rendszertechnikai fejlesztési munkáinkról, amelyek a további együttműködés szempontjából — elsősorban az azonos interface és operációs rendszer kiépítése szempontjából — számításba jöhetnek.

Elkészítettük az RCC teleszkóp kétszernyős fotométerének mechanikai és optikai terveit. Sőt alkatrészeinek jelentős része is készen van már.

Egy analóg-digitál konvertert építettünk és egy real-time programot készítettünk gyorsfotometriai mérésekhez. Megkezdjük a kísérleti jellegű gyorsfotometriai méréseket. Számítógépes feldolgozási eljárások kapcsán programok készültek periódus keresésre gyors Fourier analízissel és matematikai szűréssel, amely lehetővé teszi magas zajszintű jelekből is a periódus meghatározását.

Az RCC teleszkóp számítógép vezérelt, programozott mozgásához a szükséges elektromos csatlakozásokat kiépítettük. Az OS/i CAMAC-BASIC nyelvű vezérlőprogramot elkészítettük. A mozgásvezérlést kipróbáltuk, annak pozíciópontossága jobb mint  $\pm 2''$ .

Az 50 cm-es Cassegrain-teleszkópra CAMAC rendszerű mikroprocesszorral alapozott mérőrendszert terveztünk.

Bajai új obszervatóriumunk építési beruházása a terveknek megfelelően halad. A mesterséges égitestek megfigyeléséhez elkészült a DVT műszer.

## 2. Felújítási, karbantartási munkák

Tanulmánytervet készítettünk a budapesti 24"-es távcső mérésadatgyűjtő rendszerének felújítására és a teleszkóp egyes részeinek rekonstrukciójára.

Folyamatosan ellenőriztük az 50 cm-es teleszkóp kupolaépületének felújítási munkáit. Az épület átvétele után felújítottuk és kibővítettük a távcső elektromos vezetékeit, újraaluminizáltuk a távcső tükröket, a teleszkópot összeszereltük és beszabályoztuk. Visszatelepítettük a korábbi fotométert és processzort, ezekhez új vezetékeket építettünk ki.

A Schmidt-teleszkóp olajcirkulációs kenőrendszerében és az óragépben többször lépett föl hiba, melyet elhárítottunk.

## II.

Az egyes tudományos témákban a következő eredményeket kaptuk:

### 1. Változócsillagok

A változócsillagokat a szabadsághegyi 60 cm-es és a piszkéstetői 1 m-es távcsövekkel figyeltük meg. Az észlelés meteorológiai feltételei ősszel voltak a legkedvezőbbek. A Szabadság-hegyen összesen 106 éjszaka folyt észlelés, melynek megoszlása hónapok szerint a következő volt: január 5, február 7, március 16, április 3, május 3, június 8, július 9, augusztus 9, szeptember 11, október 17, november 12, december 6 éjszaka.

Folytattuk a mező RR Lyrae típusú változók megfigyelését. Különösen intenzíven észleltük a Blaskó-effektusos RS Boo és RR Lyrae változókat. Befejeztük az AT And, SU Dra, RR Leo, TT Lyn és AR Per változókra nyert megfigyelési anyag feldolgozását és megszerkesztettük az O—C diagramokat. Az AT And periódusa jelenleg állandó, az elmúlt negyven év alatt viszont két ugrásszerű változás (egy növekedés és egy csökkenés) lépett föl. Amióta fotoelektromos észlelések léteznek, az SU Dra periódusa állandó, O—C diagramjának korábbi szakaszát viszont több éves kváziperiódusú hullámok jellemzik. Az RR Leo periódusa erősen növekszik, O—C diagramja pozitív parabola,

melyre hosszabb-rövidebb periódusú hullámok szuperponálódnak. A TT Lyn periódusa növekedett. Az AR Per periódusa mérsékelten növekszik, O—C diagramja pozitív parabola.

Gömbhalmazokban levő RR Lyrae változók vizsgálatához az 1m-es távcsővel 113 felvételt készítettünk (M3-ről 24, M5-ről 39 és az M15-ről 50). Ezek jelentős része szűrők felhasználásával a nemzetközi rendszerhez közeli fotometriai rendszerben készült.

Cepheida észlelés mintegy 400 történt. Intenzíven figyeltük meg a TU Cas és BQ Ser „beat” periódusú cepheidákat. Véglegesen befejeztük és lezártuk az 5 napnál rövidebb periódusú cepheidák vizsgálatát. Érdekesebb eredményeink: Az FF Aql, SU Cyg és AS Per cepheidák fénygörbéje szekuláris változást mutat. Az SU Cyg, DT Cyg, V532 Cyg és SZ Tau periódusa oly módon változott, hogy visszatért a korábbi pulzációs periódusához. Ez alátámasztja azt a hipotézist, hogy a cepheidák fejlődése a HR diagramon az állandó periódus-hoz tartozó vonalak mentén történik.

Befejezéshez közeledik a megfigyelési anyag gyűjtése az 5 napnál hosszabb periódusú cepheidákra is.

A különleges viselkedésű RU Cam megfigyelését folytattuk, és az anyagot folyamatosan feldolgoztuk. Ugyancsak folytattuk az anyaggyűjtést 12 SRd és 10 RRs változóra.

Mintegy 15 vörös törpe csillag, köztük a BY Dra típusú FF And, BY Dra, Gliese 815 és HK Lac megfigyelési programját jó ütemben teljesítjük: a beszámolási időszakban több mint 100 megfigyelési adatot sikerült gyűjtenünk róluk. Elsősorban lassú, kis amplitúdójú fényváltozásaikat vizsgáljuk.

Több mint 10 fedési változó fotoelektromos fénygörbéjét határoztuk meg periódusváltozásaik vizsgálata céljából. Az SV Cam-ról nyert több ezer megfigyelés analízise érdekes eredményre vezetett. Erős fénygörbeváltozásokat tapasztaltunk, melyek a kettőscsillag két komponense közötti erős tömegkicserélődéssel értelmezhetők.

## 2. *Stellárstatisztika*

A megfigyelési munkákat a piszkéstartói 60/90/180 cm-es Schmidt-teleszkóppal és az 1 m-es távcsővel végeztük. A Schmidt-távcsővel készült 540 fotografikus felvétel témák szerinti megoszlása a következő volt:

Szupernóvák keresése	375
UBV fotometria céljára	38
5°-os prizmával színekép felvétel	15
fler keresés	44 (264 expozíció)
egyéb felvételek	68

A spektrálklasszifikáció és többszínfotometria alkalmazásai témában fel dolgoztuk az NGC 2420 nyílthalmazról UBV rendszerben készített fotografikus megfigyelési anyagot, s mintegy 2000 csillag fotometriáját végeztük el. A jelenlegi anyag módot nyújt a halmaz már korábban levezetett korona-nukleusz struktúrájának pontosabb meghatározására s a jelenség egzaktabb dinamikai interpretációjára.

A Cepheus OB2 asszociáció vizsgálatát kiterjesztettük az NGC 7160 nyílthalmaz környezetét tartalmazó területre. Úgy tűnik, hogy e térségben az intersztelláris abszorpció lényegesen kevésbé zavarja a csillagok térbeli eloszlásának meghatározását, mint az asszociáció már korábban kiértékelt IC 1396-os nyílthalmazának vidékén.

A Lin-elmélet obszervációs ellenőrzése keretében az egyes spirálkarindikátorok tulajdonságainak vizsgálata során meghatároztuk az összes ismert fiatal nyílthalmaz fotometriai távolságát az Eggen-féle módosított ZAMS segítségével. Vizsgálatunk szerint a galaktikus távolságokat csaknem 30%-kal csökkenteni kell.

Tovább folytattuk a közepes galaktikai szélességekben levő területek feldolgozásához szükséges fotoelektromos észleléseket. A közepes galaktikai szélességekről korábban nyert eredményeink alapján kimutattuk, hogy a mezőcsillagok nagy valószínűséggel a Galaxis spirálkarjait létrehozó sűrűség hullám hatására születtek, s ha a nyílthalmazok koronáját is figyelembe vesszük, a mezőcsillagoknak csak pár százaléka lehetett valaha is halmaztag.

Újabb megfigyeléseket végeztünk az SVS 2183 emissziós objektumról. Lehetséges, hogy egy keletkezésben levő planetáris ködről van szó.

Fler csillag kutatási programunkban a Plejádokban 29 óra effektív észlelési idő alatt 13 fler kitörést rögzítettünk. A megfigyelési programba bevontuk az NGC 2264 (18 óra effektív észlelési idő) és az NGC 7023 (20.5óra) halmazokat. Az Im-es teleszkóppal elkezdtük a 14<sup>m</sup>-nal fényesebb T Tauri csillagok szisztematikus fotoelektromos észlelését.

Az extragalaktikus szupernóvák felkutatása során az NGC 5406 és az Anonym ( $\alpha=7^h43^m$ ,  $\delta=+85^\circ50'$ ) galaxisokban egy-egy szupernóvát találtunk. A szupernóva-felvételek rendszeres átvizsgálása során egy új üstököst (Comet Lovas 1977c), egy nagy pályasík hajlású kisbolygót (1977 YA) és egy fler csillagot fedeztünk fel. Nagy lemezkollekciónk felhasználásával sikerült kimutatnunk az Ma 358 Markarján-féle galaxis magjának fényváltozását.

### 3. *Égimechanika és alkalmazásai*

Folytattuk az Atmoszféra program koordinálását és a Nagy Húrok programban való megfigyeléseket. 165 vonulást észleltünk fotografikusan (352 felvétel) és 491 vonulást vizuálisan (5970 pozíció). Az év folyamán összesen 258 felvételt mértünk ki.

Az Interkozmosz 6. szekciójának felkérésére megkezdtük felsőlégkör-

kutatási adatbankunk szervezését. Eddig mintegy 100 ezer adatot tudtunk a bankban való elhelyezésre előkészíteni, a továbbiakban átvesszük a többi szocialista országból érkező adatokat is. Kutatásaink főbb eredményei a következők voltak:

A geomágneses effektus jobb modellezése érdekében kísérletképpen a  $D_{51}$  indexet használtuk. Eredményeink szerint nincs különösebb értelme áttérni erre az indexre, mivel az egyenlítői vidéken tapasztalt szórás nem kisebb, mint a szokásos indexek esetében.

Vizsgálatainkat az 1966—71 évekre kiterjesztve, 26 hold fékeződéséből levezettük a sűrűségváltozásokat. Összehasonlítva a sűrűségi maximumoknak a Nap deciméteres fluxusában mutatkozó maximumaival, valamint a kozmikus sugárzás (közepes energiában mért) maximumaival való korrelációit, ismét megerősítést nyert az a korábbi eredményünk, hogy (adott esetben) a kozmikus sugárzás jobb indikátora a naptevékenységnek, mint a deciméteres fluxus.

Francia akcelerométeres adatokat használva, a sűrűségi skálamagasság meghatározására teljesen új módszert dolgoztunk ki, amely lehetővé teszi kvázivertikális skálamagassági profilok meghatározását is. Az adatok időbeli felbontása legalább ezerszer jobb a fékeződésből kapott sűrűségadatokénál, ezért a profilok segítségével igen gyors felsőléggöri változások tanulmányozhatók. Eddig az 1976. első félévéből származó adatokat dolgoztuk fel: napi 12 profilt meghatározva, több mint 2000 profilt készítettünk, minden egyes esetben meghatározva az elméleti profilt is. A profiloknak mintegy 20%-a igen jó egyezést mutat az elméletiekkel, míg a többin jól kivehető profildeformációk jelentkeznek. Utóbbiak globális jellegűek, de magasságukat változtatva, térben terjednek. Vannak olyan profildeformációk is, amelyek huzamosabb időn keresztül (10—20 órán át!) változó amplitúdóval, ugyanabban a magasságban helyezkednek el. Sikerült a profildeformációkat oxigénkoncentráció-változásokkal modellezni ill. értelmezni. A profilok analízisét folytatjuk.

Megkezdtük annak vizsgálatát, hogy a felsőléggör állapotát elsősorban meghatározó naptevékenység milyen mértékben befolyásolja a mesterséges holdak élettartamát. A munkát mintegy 1000 rövid, közepes és hosszú élettartamú hold pályaelemeinek felhasználásával végezzük.

#### 4. Egyéb témák

Kimutattuk, hogy a gyenge fotoszferikus mágneses terek harmonikus együttműködéséből meghatározható a dinamó hullám dipólus tagjának változása a napciklus folyamán. A térváltozást a dipólus tengelyének vándorlásával adtuk meg a Nap felületén. Eszerint folttevékenység idején a mágneses tengely heliografikus helye csaknem változatlan és a Nap egyenlítőjének közvetlen közelében tartózkodik. A maximum végén lassú előretartó mozgással kb. 40° heliografikus szélesség emelkedik. Itt éri el a minimumot. Ezután hirtelen „visszaesik” az egyenlítőre míg heliografikus hosszúsága 180°-ot változik,

vagyis a tengely „átbillen”. A régebbi elképzelésekkel ellentétben — eredményeink szerint — a Nap mágneses ciklusa nem modellezhető ún. poláris oszcillátorral, hanem ferde egyenlítői rotátorral, melyet pontosabban „billenő rotátor”-nak kell neveznünk. A rotátor modell kizárja a sokat vitatott szimmetrikus dinamó létezését és fontos információkat ad a nem szimmetrikus dinamó számítástechnikai modellezéséhez.

Részletesen vizsgáltuk a galaxishalmazok belső elemszám-látószög relációjának időfüggését. Kimutattuk, hogy a halmazok dinamikai fejlődése három jól elkülöníthető szakaszra bontható, és ennek alapján a gazdag galaxishalmazokra konkrét dinamikai korbecslést kaptunk. Az eredmények kiterjesztéseképpen különböző korú csillaghalmazokban is kimutattuk a galaxishalmazokéhoz hasonló elemszám-látószög reláció érvényességét.

Befejeztük a H atomból + térben rögzített elektronból álló rendszer kvantummechanikai tárgyalását az  $n=1-5$  állapotokra.

### III.

#### 1. Az intézet személyzete

Lényeges változás az intézet személyzetében 1977-ben nem volt. Szeptemberben szomorú szívvel vettünk búcsút tragikus hirtelenséggel elhunyt fiatal munkatársunktól, Ángyás Lászlótól. A kiváló képességű, roppant szerény és szorgalmas kollégánk emlékét kegyelettel őrizzük.

Az év folyamán az intézetet Furka Tamás, Kapócsi Géza, Kocsis Gusztáv, Maka István, Szilágyi László és Tekler Vilmos hagyták el. Új belépők Csont Tamás, Kökény Imre, Krizsity Erzsébet, Mizser Attila, Palmay Klara, Sütő Mihály voltak, Kelemen János és Vető Balázs külső munkatársként vesznek részt intézetünk kutatómunkájában.

#### 2. Nemzetközi kapcsolataink, kutatóink oktató és népszerűsítő tevékenysége

Kutatóink számos hazai és nemzetközi tudományos rendezvényen vettek részt.

Balázs L. az I.A.U. 45. kollokviumán Torunban, Paál az I.A.U. 79. szimpóziumán Tallinban vett részt. Mindketten előadást tartottak kutatásaikról. Bambergben az I.A.U. változócsillag kollokviumán Jankovics (előadással), Oláh Katalin és Szabados képviselték intézetünket.

A Kozmikus Fizikai Munkabizottság havannai ülésén Ill vett részt. A „Csillagok fizikája és evolúciója” Varsóban rendezett szimpóziumán, Probléma Bizottsági és 3. és 5. Albizottsági ülésén intézetünket Balázs B., Barlai Katalin, Jankovics, Patkós és Szeidl képviselték.

A bajai nemzetközi Felsőléggör kutatási szemináriumon Both, Ill, Illés

Erzsébet és Veres, a „Csillagok fizikája és evolúciója” budapesti csillaghalmoz szimpóziumon pedig Balázs B., Balázs L., Barlai Katalin, Paparó Margit és Szabados tartottak előadást.

Tudományos kiküldetésben a Szovjetunióban járt Kovács (2 hét, Sternberg Intézet és Asztroszovjet), Illés Erzsébet (2 hét Asztroszovjet), Rupp Erzsébet (2 hét Dubna és 1 hét Bjurakan) és Virághalmy (1 hét Bjurakan). Horváth Keldis ösztöndíjjal májustól, Veres állami ösztöndíjjal októbertől dolgozik a Szovjetunióban, Patkós pedig október 1-től a Bonni Csillagvizsgálóban. Ill ösztöndíjjal a C.E.R.G.A.-nál (Franciaország) dolgozott 3 hónapig.

Intézetünkben a következő külföldi kutatók tettek látogatást vagy dolgoztak hosszabb ideig: J. Pfleiderer és A. Schnell (osztrák), R. Kippenhahn (NSZK), O. Dokucsajeva, G. N. Kuklin, Ju.E. Nyesztyerikin, N.J. Sahovszkaja, L.M. Karamjan és G.B. Oganjan (szovjet), W. Götz, S. Rössiger, W. Wenzel és E. Zelwanowa (NDK), M. K. Cvetkov, K.P. Cvetkova, N. Nikolov és A. Neidenoff (bolgár), J. Smak, H. Brancewicz és P. Oszczak (lengyel), Pál Á. és V. Pop (román) valamint V. Szebehely (amerikai).

A belföldi rendezvények közül, melyeknek kutatóink aktív résztvevői voltak, említésre méltó a „Csillagok fejlődése és ennek empirikus bizonyítékai” bajai csillagászati tavaszi iskola, a tihanyi Planetológiai szeminárium, a budapesti Geodéziai szeminárium és a soproni VI. Ionoszféra-magnetoszféra szeminárium.

A csillagászati egyetemi oktatásban az ELTE-n Balázs B., Balázs L., Kanyó és Szeidl, a JATE-n Ill vállalt részt. Csaknem valamennyi kutatónk, részben a TIT keretén belül, aktív népszerűsítő munkát végzett.

### 3. Az intézet kutatóinak közleményei

- Balázs B.: Distance Correction for the Systems of Young Open Clusters, Proc. Phys. Evol. Stars, Star Clust. Symp. Budapest, 1977 (T.: O. Dokucsajeva) On the New Variable Emission Object SVS 2183, Astron. Circ. No. 929, 1976
- Balázs L.: The Cosmogonical Significance of the z Distribution of Stars, Proc. I. A. U. Coll. 45., 1977
- Balázs L.—Paparó M.: (T.: A. D. Csernyin): Open Clusters and Cosmogonical Processes in the Disc of the Galaxy, Proc. Phys. Evol. Stars, Star Clust. Symp. Budapest, 1977
- Barcza Sz.: A csillagászat legújabb eredményei, Csillagászati Évkönyv 1978, 109. old.
- Barlai K.: Period Changes of RR Lyrae Stars in the Globular Cluster M 15, Proc. Phys. Evol. Stars, Star Clust. Symp. Budapest, 1977
- Both E.: On the Determination of Upper Atmospheric Wind Velocities, Nabl. ISZ 16, 1978

- Csada I.: Progressive Dipole Waves as Constituents of 22 Year Magnetic Cycle, Solar Physics, 1978
- Ill M.: Weitere Analyse der Nord-Süd Asymmetrie der hohen Atmosphäre, Nabl. ISZ 16, 1978  
On the Determination of Density Scale Height Profiles, Planetary and Space Science, 1978
- Illés E.: A Föld-típusú bolygók légköre, Csillagászati Évkönyv 1978, 150. old.
- Jankovics I.: Flare Stars in the Praesepe Field, Proc. I. A. U. Coll. 42, 1977
- Kun M.: A nyílthalmazok és csillagasszociációk szerepe a Tejútrendszer megismerésében, Csillagászati Évkönyv 1978, 117. old.
- Lovas M.: Comet Lovas 1977c, IAUC 3042; Supernova in NGC 5406, IAUC 3053; A New Flare Star in Cnc, IBVS 1345; Light Variation of the Nucleus of Ma Galaxy 358, IBVS 1344; Supernova in Anonym Galaxy  $7^h43^m+85^\circ50'$ , IAUC 3158; Possible Comet Lovas, IAUC 3156
- Oláh K.—Szeidl B.: Period Changes of RR Lyrae Stars I. AT And, SU Dra, RR Leo, TT Lyn and AR Per; Mitt. Sternw. Ung. Akad. Wiss. No. 71
- Paál Gy.: An Analogy between Simulated and Actual Clusters of Different Kinds, Proc. I. A. U. Symp. 79., 1977; Űrkutatási Lexikon, Kozmológia; Cosmic Cyclicity and Relativistic Cosmology (Abstract) nemzetközi konf. előzetes cirkulár
- Paparó M.: The Corona of the Open Cluster NGC 2420, Proc. Phys. Evol. Stars Star Clust. Symp. Budapest, 1977
- Patkós L.: Különleges csillagok: a Wolf-Rayet csillagok, Csillagászati Évkönyv 1978, 137. old.
- Szabados L.: Photoelectric Photometry of Northern Cepheids I., Mitt. Sternw. Ung. Akad. Wiss. No. 70; Period Changes of Cepheids, Proc. Phys. Evol. Stars Star Clust. Symp. Budapest, 1977
- Veres F.: A korlátozott háromtest probléma kétszeresen átlagolt síkbeli eseteinek minőségi vizsgálata, Piszma v Asztronom. Zsurn. 1978



## A KOZMIKUS GEODÉZIAI OBSZERVATÓRIUM MŰKÖDÉSE AZ 1976—1977 ÉVEKBEN

Az elmúlt két évben a Földmérési Intézet Kozmikus Geodéziai Obszervatóriuma (KGO) már Pencen, az 1976 november 26-án ünnepélyesen felavatott épületekben működött. Az új obszervatórium célja és leírása megtalálható az 1977. évi Csillagászati Évkönyv 93—101. oldalán közölt első ismertetésben. A jelen beszámoló a rendszeres, rendeltetésszerű működés első két évének főbb eredményeit foglalja össze.

Az *Obszervatórium személyi állománya* 1978 március 1-én 23 teljesállású dolgozóból és egy aspiránsból állt. Összesen két tudományos főmunkatárs, 9 tudományos munkatárs, 1 tudományos segédmunkatárs és 1 elektromérnök vesz részt a kutatásokban. A kutatási segéderők közül egy műszaki-gazdasági ügyintéző, 3 laboráns (egy gyermekgondozási szabadságon) és egy műszerész. Az Obszervatórium ügyintézésével kapcsolatos feladatokat egy titkárnő, egy gazdasági ügyintéző, az intézetfenntartást egy gondnok és egy takarítónő látja el.

Az Obszervatórium szervezeti felépítése:

- I. Megfigyelési Osztály vezető: Vass Tamás
- II. Adatfeldolgozási és Kutatási Osztály vezető: Dr. Czobor Árpád
- III. Műszaki Osztály vezető: Kardos István

1978-ban a műholdak és űrhajók fedélzetén készített földfelvételek értékelésére háromtagú részleg jött létre az obszervatóriumban.

*A megfigyelési technika fejlesztése és megfigyelési eredmények*

A penci obszervatórium 1975 óta szolgálszerűen végzi a mesterséges holdak fotografikus megfigyelését nemzetközi geodéziai programok keretében. Az 1975-ben felállított új, AFU—75 típusú kamera mellett 1976 nyarán működésbe helyeztük az obszervatórium főműszerét, egy a jénai Zeiss Művek által leszállított SBG távcsövet, amely a legnagyobb és legpontosabb műholdkövető optikai berendezés az országban. Miután az NDK-szerelők felállították a távcsövet, hamarosan megkezdődött a rendszeres észlelés. Az új kamera kö-

vetőrendszerének működtetéséhez jelentősen kibővítettük a különböző sebességű szputnyikok követésére szolgáló lyukszalag-könyvtárat. 1976-ban az AFU kamerával 100, az SBG-vel 105 értékes felvétel készült különböző geodéziai holdakról. 1977-ben 222 AFU és 105 SBG felvételt jelentettünk a moszkvai központnak. A megfigyelésekhez az obszervatórium új, HP 9830 B típusú asztali számítógépére előrejelző és pályaelemjavító program készült, mely a megfigyelt időközés vagy sietés alapján a betáplált pályaelemeket javítva készíti a megfigyelésekhez elengedhetetlenül szükséges előrejelzéseket.

A Magyarországon *geodéziai programok* keretében készített pencki és bajai műholdfelvételek kimérése az obszervatórium Ascorecord kimérőasztalán folyik. 1976-ban 135, 1977-ben 182 felvétel kimérését és feldolgozását végeztük el és az eredményeket átadtuk a programokat koordináló központnak. Több éves fejlesztési munka eredményeképpen elkészült az MTA CDC számítógépére a betáplált SAO csillagkatalógus segítségével automatikus csillagazonosítást végző, valamint a felvételeket topocentrikus ekvatoriális koordinátákká feldolgozó programrendszer. Elkészült egy a KGO-ban eddig feldolgozott fotografikus felvételek eredményeit tároló és kiírató program (ezt folyamatosan külföldi megfigyeléseket is tartalmazó adatbázissá fejlesztjük).

A megfigyelésekkel kapcsolatban folyamatosan végeztük a műszerállandók változásainak vizsgálatát is. Elvégeztük az SBG követőrendszerének vizsgálatát az elérhető maximális pontosságú követés megvalósítása céljából. Tovább fejlesztettük az obszervatórium időszolgálatát, amely végső soron  $\pm 50 \mu$ -s szinkronpontosságot biztosít UTC-ben. Beindultak a VLF rádiós és a TV-szinkronizációs módszerek, atomóránkat ezenkívül utazóórás módszerrel is szinkronizáltuk.

Jelentős lépésnek tekinthető az első magyarországi műholdkövető lézer felszerelése az obszervatórium SBG távcsövére 1977. júliusában. Az I. generációs lézer Interkozmosz együttműködésben készült (Csehszlovákia, Szovjetunió, NDK, Lengyelország, Magyarország) és a magyar közreműködés ellenértéképpen került Pencre. Felszerelése az SBG távcsőre kísérletnek tekinthető a csaknem egyidejű, nagy pontosságú irány- és távolságmérés megvalósítására egyetlen távcsővel (hasonló berendezés a világon csak Potsdamban és Szimeizben van). Elvégeztük az SBG távcső adaptálását a lézer fogadására (ellen-súlyok kialakítása és felszerelése, a Cassegrain fókuszra való áttéréshez szükséges átalakítások, az optikai rendszer jusztírozása, a vevőelektronika kialakítása stb.). Gondoskodtunk megfelelő céltárgyról is. A felszerelés után elvégeztük a kalibrálást, a tengelyek párhuzamosítását. A kalibráló mérések bizonyították a rendszer alkalmasságát, azonban 1977. végéig geodéziai műholdak értékelhető követését megvalósítanunk nem sikerült.

Az optikai iránymérés és a lézeres távolságmérés mellett 1978-ban rádiós sebességmérések is kezdődtek az obszervatóriumban. Miután 1977. nyarán rövid ideig (egy nemzetközi műszerkiállítás keretében) az NNSS műholdrendszer Doppler frekvenciacsúszását mérő és abból geocentrikus koordinátákat szá-

moló korszerű Doppler-vevők működtek az obszervatóriumban, sor került egy JMR—1 típusú Doppler berendezés igen kedvezményes beszerzésére. A hordozható, telepes kivitelű vevő 150 és 400 MHz-n önműködően mágneskettán regisztrálja a rendszer műholdjainak összes átvonulását. A szintén megvásárolt szalagolvasó és PERTEC szalagtranszformáló egység segítségével kapjuk a nagy számítógépre vihető adatrendszert, amelyből az SP—6 program a felállítási hely X Y Z geocentrikus koordinátáit számolja a WGS—72 geodéziai világrendszerben. A mérési pontosság néhány hét átvonulásának összegzése után 5 m körüli. Ez az első ilyen berendezés Magyarországon, de továbbiak beszerzése várható, amelyekkel — összekapcsolt üzemmódban — méteresnél jobb pontosság is elérhető. A berendezés 1978 április óta működik.

Teljesség kedvéért megemlítjük, hogy 1977 nyarán sorozatos szimultán hosszúságmérésekkel megtörtént az Országos Hosszúsági Főalappont áthelyezése a szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézetből az Obszervatóriumba. Az Obszervatórium környékén távmérők és egyéb műszerek hitelesítésére teszhálózatot létesítettünk.

### *Kutatás és műszaki fejlesztés*

1976-ban 4 kutatási beszámolót készítettünk, amelyek többek között tartalmazzák egy lézeres adatfeldolgozási rendszer alapjait, a stelláris háromszögelesi (ballontrianguláció) módszer hazai alkalmazási lehetőségeinek vizsgálatát stb. 1977-ben 5 kutatási beszámoló készült, melyek közül kettőt nemzetközi fórumon is bemutatunk. A moszkvai Csillagászati Tanács programjai segítségével munkatársunk megkezdte a penci fotografikus felvételek feldolgozását, amelynek célja az Obszervatórium bekapcsolása egy kozmikus geodéziai világhálózatba. Tanulmány készült a műholdak, űrhajók és űrallomások (Landsat, Szojuz, Szaljut stb.) fedélzetéről készült földfelvételek és egyéb távérzékelési adatok hasznosítási lehetőségeiről a MÉM különböző ágazatainál, egyben javaslat a hazai igényeknek megfelelő kutatási feladatokra.

Megvizsgáltuk a hazánkban üzemelő négy műholdmegfigyelő távcső műszerállandóinak változását különböző időjárási viszonyok között, valamint a pontosság függését a felhasznált fotoanyag minőségétől. Jelentős műszaki fejlesztés folyik a lézer pontosságának növelése érdekében. A futási idő pontosabb mérése érdekében kifejlesztett „event timer” az eredeti 10 ns-os időfelbontást 2 ns-ra javítja. A horizontközei refrakciót kísérleti megfigyelések segítségével vizsgáltuk.

### *Beszerzések, nemzetközi kapcsolatok*

A már említetteken kívül — részben az Űrkutatási Kormánybizottság támogatásával — a beszámolási időszakban több fontos műszert szereztünk be laboratóriumaink részére. Ezek közül említést érdemel a MICROCONTROLE

optikai pad, az IWATSHU 350 MHz-es oszcilloszkóp, FSM szelektív térerőmérő, egy-egy EMG 100 MHz-es számláló és oszcilloszkóp, ORTEC diszkriminátor és ATOMKI műszerregységek. Az időszolgálat újabb ESDM adatrögzítő egységekkel és MIKI digitális órával, a fotolaboratórium pedig egy DURST Laborátor nagyítógéppel gazdagodott. Mint említettük 1977-ben került az obszervatóriumba a Hewlett—Packard 9830 B típusú asztali elektronikus számítógép, amellyel elsősorban a kimért pozíció- és időadatok szűrését és az előrejelzések számítását végezzük.

Nemzetközi kapcsolataink szempontjából nagy jelentőségű esemény volt az 1977 júniusában Budapesten megrendezett Nemzetközi Szatellitageodéziai Szimpózium. A KGO munkatársai jelentős szerepet vállaltak a konferencia megrendezésében és két előadást is tartottak. A nagyszabású tudományos tanácskozás mintegy száz résztvevője a KGO-t is meglátogatta, sőt az egyik szekció ülésére az Obszervatóriumban került sor. Ugyancsak az Obszervatórium vállalta a műszerkiállításra beérkezett kanadai és angol Doppler-vevők elhelyezését és üzemeltetését. A tanácskozás résztvevői elismeréssel nyilatkoztak az új obszervatórium elhelyezéséről és felszereléséről.

1977 augusztusában az obszervatóriumban tartotta ülését az Interkozmosz kozmikus geodéziai témákban illetékes szekciójának nemzetközi vezetősége.

1976 októberében Weimarban került sor a III. nemzetközi földfizikai szimpóziumra, amelyet összevontak a mesterséges holdak megfigyelésén alapuló geodéziai és geofizikai kutatások kétvétenként megrendezésre kerülő Interkozmosz konferenciájával. A rendezvényen a KGO 6 munkatársa vett részt, és 3 előadásuk is elhangzott (Almár, Ádám, Mihály). Részt vettünk az Interkozmosz lézer-radar munkabizottság, a geodinamikai munkabizottság ülésén, a prágai nemzetközi asztronautikai kongresszuson és az IAU grenoble-i kongresszusán. Kétoldalú együttműködés keretében több hosszabb tanulmányútra került sor, Németh Zsuzsa 9 hónapig Moszkvában, Kardos István 2 hónapig Indiában a bangalore-i műholdkövető állomáson, Dr. Almár Iván egy hónapig Helsinkiben, Dr. Fejes István egy hónapig Franciaországban és két hétig Helsinkiben dolgozott. Helsinkiben és Bécsben előadás is hangzott el a KGO munkájáról.

Több külföldi vendég kereste fel az obszervatóriumot, közülük Kalliomäki (Helsinki) és Neubert (Potsdam) mérnök hosszabb ideig maradt, és előadást is tartott.

Említést érdemel, hogy a beszámolási időszakban a KGO munkatársai közül Dr. Fejes István kandidátusi fokozatot, Ádám József és Borza Tibor pedig egyetemi doktori címet szerzett. Az obszervatórium fennállása óta rendszeresen sor kerül minden kedden a továbbképzést szolgáló szakmai „teák” megrendezésére. Ezen munkatársaink és külső előadók tartanak beszámolókat kozmikus geodéziai, csillagászati, geofizikai, műszaki és egyéb témákról.

A TIT BUDAPESTI URÁNIA CSILLAGVIZSGÁLÓJA  
ÉS PLANETÁRIUMA  
az 1977. évben

TIT Budapesti Uránia

*Közönségszolgálat*

A napi egyéni és csoportos látogatók fogadása a 30 éve kialakult gyakorlatnak megfelelően folyt sötétedéstől általában este 10 óráig. A csoportoknak és a hozzájuk csatlakozott egyéni látogatóknak tartott előadás és filmvetítés után szép idő esetén rendszerint az Uránia társadalmi munkatársai tartottak távcsöves bemutatót. Itt említhető meg, hogy az Uránia szinte muzeális korú Heyde-refraktora — kifogástalan optikája ellenére — már nem felel meg a legkorszerűbb bemutatói követelményeknek. Keresni és előbb-utóbb találni kell lehetőséget modern bemutatóhely létesítésére és műszer beszerzésére.

Új csillagászati témájú tudományos-ismeretterjesztő filmeket szereztünk be, és folyamatosan készülnek a már túlnyomórészt színes diaképek a napi előadásokhoz és előadássorozatokhoz.

Az Urániát mindenkor nagyszámú érdeklődő kereste fel telefonon a legkülönbözőbb szakmai felvilágosításokért. Az eddigi egyetlen telefonvonalunk már régóta elégtelennek bizonyult e forgalom lebonyolítására. Végre a beszámolás évében sikerült egy másik fővonalat kapnunk. A házon belüli telefonhálózat korszerű készülékekkel és új alközponttal gazdagodott.

Az Urániában és a citadellai részlegben mintegy 40 ezer látogató fordult meg az év folyamán. Magában az Urániában 106 előadást és 134 távcsöves bemutatót tartottunk.

A közel három évtizedes múltra visszatekintő tavaszi és őszi előadássorozatot továbbra is megrendeztük és lefolytattuk.

A tavaszi csütörtöki előadássorozat programja volt: *dr. Balázs Béla*: Mit tudunk a Tejútrendszer szerkezetéről?; *Kelemen János*: Kráterek a Naprendszer bolygóin; *Szécsényi-Nagy Gábor*: Grúzia csillagászata; *dr. Horváth András*: A szovjet űrkutatás; *dr. Fejes István*: A penci Kozmikus Geodéziai Observatórium; *dr. Szimán Oszkár*: Fényképezés a csillagászatban; *Lovas Miklós*: A szupernóva-kutatás és „melléktermékei”; *dr. Szabados László*: Fejlődnek-e a változó csillagok?; *Patkós László*: Fedési kettős csillagok; *dr. Balázs Lajos*: Vörös törpék és a rejtett tömeg.

Az őszi csütörtöki előadássorozat programja volt: *Zombori Ottó*: A szovjet űrkutatás 20 éve; *Kelemen János*: Mesterséges bolygók a Naprendszerben;

*Erdős Tamás*: Az űrkutatás az emberiség szolgálatában; *Gesztesi Albert*: A szovjet bolygó kutatás; *Szüle Dénes*: Űrkutatási tervek 2000-ig; *Kovács Géza*: Csillagászat a légkörön túlról; *dr. Jankovics István*: A szovjet csillagászat 60 éve.

A téli kissoorozat, az Uránia Esték két előadásán a — sajnos országszerte nagy érdeklődéssel kísért, rejtélyesnek feltüntetett — „Bermuda-háromszög” problémával foglalkoztunk: *dr. Flórián Endre*: Vannak-e veszélyes pontjai Földünknek? I.; *dr. Flórián Endre*— *dr. Kőháti Attila*: Vannak-e veszélyes pontjai Földünknek? II.

Az év folyamán két ízben került sor külföldi szakemberek meghirdetett előadásaira az Urániában. Az Uránia Esték keretében dr. Nikola Nikolov kandidátus (Szófia) Csillagászati kutatások Bulgáriában, az őszi előadássorozat keretében pedig V. P. Tuzov kandidátus (Moszkva) A szovjet űrkutatási tervek témakörből tartottak előadást, ill. kerekasztal-beszélgetést.

Itt említhető meg, hogy az Uránia munkatársai kezdeményezésére indult meg a TIT József Attila Szabadegyetemen A csillagászat alapjai című sorozat az 1977/78. tanulmányi évben. A foglalkozások az Urániában folytak, előadói csaknem kizárólag az Uránia munkatársai voltak. Ez volt a meghirdetett három szabadegyetemi csillagászati sorozat közül a legsikeresebb. Minthogy a beiratkozottak száma jóval meghaladta a százat, az Uránia 80 személyes előadóterme olykor kicsinek bizonyult. A következő időszakoknak e téren is változást kell hozniuk: az Uránia képtelen lesz kifejteni nagyobb aktivitást tágasabb előadóterem létesítése nélkül.

### *A Csillagászat Baráti Köre vezetése*

Az 1976. év folyamán végrehajtott decentralizálás után is az Uránia maradt a Baráti Kör központja. Vidéki kiszállásaink során, amennyiben erre mód nyílt, a megyei baráti körű ügyintézőkkel is folytattunk megbeszéléseket. Ez azonban nem pótolhatta a megyei ügyintézők összehívását, javaslataik meghallgatását és egységes eligazításukat. Ilyen összejövetelre a beszámolási év végén került sor első ízben. A problémák meghallgatása és közös megvitatása után megállapodtunk az évente kétszeri létszámjelentésben, a tagság mozgásának folyamatos tájékoztatásában és a tagokra vonatkozó szükséges adatok központi nyilvántartásában is.

### *Szakkörök segítése*

Az Uránia állandó csillagászati szakköre a beszámolás évében is folyamatosan, minden második kedden megtartotta összejöveteleit. Több szakosztályi rendezvény ideje esett erre az időre, ezeken a szakkör tagjai testületileg vettek részt.

Az országban folyó szakköri munka a leendő TIT-elődök legjobb felkészítési tevékenysége. Ezért is tekintette az Uránia mindenkor fontos feladatának a szakkörök nyilvántartását és segítségét. Ezek száma megközelíti a 150-et.

A szakköri munka elméleti és gyakorlati színvonalának felmérésére is igen alkalmasak a TIT Csillagászati és Űrkutatási Választmánya levelező tanfolyamának időszakonként megtartott vizsgái. Az Uránia az utóbbi évek gyakorlatának megfelelően két alkalommal — nyáron és télen — rendezett ilyet és összesen 106 jelentkezőt vizsgáztattak le az Uránia munkatársai.

A beszámolás évében Esztergomban tartottuk a szakkörvezetők beszámoló és továbbképző összejövetelét, a Szakkörvezetők III. Országos Találkozóját. Az Uránia munkatársai igen nagy részt vállaltak a rendezés és előadástartás munkájából.

Új irodalomjegyzékkel kiegészítve az Uránia elkészítette és kiadta a levelező tanfolyam vizsgakérdéseit tartalmazó füzetet.

### *Csillagvizsgálók patronálása*

Az Uránia elsősorban eszmei segítséget ad a vidéki bemutató csillagvizsgálóknak, minthogy ezek számára alkalmas távcsöveket csak igen korlátozott számban tud rendelkezésre bocsátani. Igen nagy problémát okozott például a TIT Baranya megyei Szervezet által megrendelt 40 cm-es Nasmyth-reflektor optikájának készítése, ill. mechanikájának végleges megoldás szerinti szerelése. Az évekig tartó munka befejeződött — de még nem készült el a pécsi Mecsek Stúdió melletti épület, amely végleges otthont ad Dél-Magyarország legnagyobb bemutató műszerének.

A pécsi nagy távcsövön kívül még három — Orgoványi-féle félvillás — reflektor készült el a vidéki bemutatóhelyek számára az Uránia műhelyeiben.

A beszámolás évében három megyei, ill. városi bemutató csillagvizsgáló létesült az országban, kisebb-nagyobb részben a budapesti Uránia segítségével: Zalaegerszegen a Szakmunkásképző udvarán, Szolnokon a Tiszamenti Vegyi Művek szakkörének kezelésében álló, széttolható tetejű csillagvizsgáló, továbbá Székesfehérvárott az Ifjúság Házának tetején létesített csillagda, amelybe a már régebben létesített és megszűnt bemutató csillagvizsgáló 30 cm-es reflektora került. Mindhárom bemutató csillagvizsgáló avatásán részt vett az Uránia vezetője és valamelyik munkatársa.

Központi segítséggel több magáncsillagvizsgáló is létesült az országban. Ilyen pl. Farkas László budapesti amatőr 3 m-es kupolával ellátott, 26 cm-es reflektorral felszerelt csillagdája, vagy Tatabányán, Orbán Dezső amatőr kis csillagvizsgálója, amelyben a TIT megyei szervezetével együttműködve szervezeten folyik az általános iskolai osztályok számára bemutatás.

### *Az Uránia műhelyeinek tevékenysége*

Kétségtelen, hogy az amatőrök, elsősorban a Csillagászat Baráti Köre tagjai Uránia iránti érdeklődése elsősorban az Uránia műhelyeiben előállított és a Baráti Kör tagjai számára kedvezményesen áron adott optikai cikkekre

irányul. Az Uránia műhelyeiben lencsék, előcsiszolt, készre polírozott, ill. alumíniumozott felületű távcsőtükrök, foglalatok, okulárok, kézi mikroszkópok, kereső és nagyobb távcsövek készülnek. Nagy sikere volt az 56/600-as tükrrel összeállítható kisreflektor alkatrészeit tartalmazó egységcsomagnak.

A nagyobb szerelési munkák egy része ideiglenesen az év közben felállított, alumínium garázsépületben folyt, amelynek elemeit még az előző évben szereztük be. Az alapozási munkálatokat nagyrészt társadalmi munkában az Uránia dolgozói vállalták. A pécsi nagy távcső elszállítása után — rendeltetésének megfelelően — az alumínium épületet raktár céljaira rendezzük be és használjuk.

A beszámolási évben az Uránia két műhelye összesen 743 félkész és kész távcsőtükröt és 756 kisebb-nagyobb távcsövet készített és szállított le a megrendelőknek — a közel ezer, egyéb optikai elemen kívül.

Az Urániában előállított és kapható optikai cikkekről új tájékoztató füzetet jelentettünk meg.

### *Észlelőmunka*

Az Uránia társadalmi munkatársai a közönséget kiszolgáló tevékenységen kívül és azon felül rendszeres megfigyelő-észlelőmunkát is végeztek az Urania műszereivel, elsősorban a Heyde-reflektorral.

A legtöbb megfigyelés a változókra vonatkozott. Ez hazánkban nemcsak a hivatásos, hanem az amatőrcsillagászat hagyományos tevékenysége is. A beszámolás évében a hazai amatőrök ismét előkelő helyezést értek el: a megfigyelések számát tekintve világviszonylatban a negyedik lettek. Sok bolygófelület-rajz is készült az Urániában. A rajmeteor-megfigyeléseket az Urania észlelői a Budapest környéki, tisztább levegőjű helyekről végezték.

Az időszak legszorgalmasabb, legeredményesebb észlelői Aradi Katalin, Deicsics László, Holl András, Mízser Attila, Róka László, Vadász Sándor és Závodi László voltak.

### *Személyi ügyek*

Igazgató: *Ponori Thewrewk Aurél*

Tudományos munkatársak: *Kelemen János és Zombori Ottó*

Gazdasági ügyintéző: *Bársony Bertalanné*

Adminisztrátor-titkárnő: *Murányi Lászlóné*

Gondnok: *Nagy Ferenc*

A műhelyek dolgozói:

Teljes állásban: *Kürti Imre* technikus, csoportvezető

Részfoglalkozásban: *Baranyi Imre* műszerész

*Orgoványi János* nyugdíjas

*Staszinszky Miklós* műszerész

*Ulrich Ferenc* nyugdíjas



Tanácsadó: *dr. Kulin György* nyugdíjas igazgató

Takarító: *Hajnal Ferencné*

Társadalmi munkatársak, alkalmilag díjazott előadók, bemutatók: Aradi Katalin, Bán András, Bartók Nagy János, Berencsi Béla, Deicsics László, E. Kovács Zoltán, Ecsedi Judit, Erdős Tamás, Gecse Csaba, Holl András, Jáhl Attila, Janeczky László, Keszthelyi Sándor, Kovács György, Makovecz Benjamin, Mizser Attila, Molnár László, Molnár Sándor, Pap Judit, Rigó Zoltán, Róka László, Spányi Péter, Steiner András, Szalma Sándor, Szécsy Ilona, Torma Tibor, Turák József, Závodi László.

A citadellai részleg pénztáros-bemutatói: Dr. Fodor Elekné és Szentgróti Rezsőné.

### *Egyéb ügyek*

Az ötvenes évek elejétől az Uránia őrizte az egykor az Akadémiai Csillagvizsgáló múzeumában kiállított régi csillagászati műszereket és egyéb tárgyi emlékeket. Ezekből a jobbára védett, tudománytörténeti szempontból igen értékes csillagászati eszközökből az Uránia régebben időszakos kiállításokat rendezett. Legutóbb az 1974-ben a Nemzeti Múzeumban rendezett, Az ember és műszerei című kiállításra az Uránia az Országos Műszaki Múzeumnak kölcsönzött néhány igen értékes régi távcsövet. Az Uránia 1975-ös átalakítása során nyilvánvalóvá vált, hogy az épületben ezeket a védett műszaki emlékeket biztonsággal nem lehet megőrizni, és a műhelyek sem képesek karbantartásukról gondoskodni. Ezért ilyen okok miatt az Uránia vezetősége a régi csillagászati emlékek teljes anyagát felajánlotta az Országos Műszaki Múzeumnak. Az átvétel 1977 őszén meg is történt, és a műszerek egy kis része már a Planetárium kiállítócsarnokában tekinthető meg.

Az Országos Műszaki Múzeum őrizte eddig is a hazánkban fellelhető régi csillagászati eszközök nagy részét. Bizonyosak vagyunk abban, hogy az Urániából oda került egykori egri, gellérthegyi, ógyallai, bicskei, kiskartali stb. csillagászati műszaki emlékekkel együtt teljessé vált anyag méltó helyre került, ahol annak megőrzéséről, szakszerű helyreállításáról féltő szeretettel gondoskodnak.

## **TIT Budapesti Planetárium**

### *Avatási ünnepség*

Nemcsak a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat, hanem az egész hazai művelődésügy fontos állomásához érkezett a beszámolás évében: megnyílt a TIT Budapesti Planetárium. Az építési és épületfelszerelési munkák után

1977 tavaszán kezdődhetett meg a Zeiss Universal nagyplanetárium-műszerének összeszerelése és beszabályozása. A jénai Zeiss Művek háromtagú szerelőbrigádja áprilistól szeptemberig dolgozott ezen az igen összetett és kényes munkán. A végső műszerbeállítási és műsorkészítési munkálatok egyre gyorsuló ütemben, nagyjából a terveknek megfelelően folytak az augusztus 17-i ünnepélyes felavatásig.

Az új TIT intézmény kulturális életünkbe kapcsolódásának fontosságát fejezte ki a párt és az állam megjelent magas rangú képviselőinek személye is. A meghívottak sorában volt Aczél György az MSZMP PB tagja, a Minisztertanács elnökhelyettese és dr. Pozsgay Imre kulturális miniszter is. Az avatási ünnepséget Ortutay Gyula akadémikus, a TIT elnöke nyitotta meg. Az ünnepi beszédet dr. Pozsgay Imre tartotta, aki képletesen átadta az új kulturális létesítmény kulcsait Ortutay Gyulának. A Planetárium megnyitásának jelentőségét Osztrovski György akadémikus, a TIT alelnöke méltatta, majd Hans G. Beck, a jénai Zeiss Művek fő-részlegvezetője ismertette a Zeiss-Planetárium történetét, és az előállító cég nevében kívánt sikeres működést az új Planetáriumnak és munkatársainak. Az ünnepséget Ponori Thewrewk Aurél igazgató rövid műsora zárta be, amellyel izelítőt adott a Zeiss Universal műszer gazdag lehetőségeiből.

A nagyközönség előtt Alkotmányunk ünnepén, augusztus 20-án nyitotta meg kapuit hazánk új fontos kulturális intézménye.

### *Műsorok*

A Planetárium a szerdai szünnap kivételével minden délután két előadást tart a nagyközönség számára. Hetenként csak három alkalommal terveztünk két-két délelőtti előadást — a tanulóifjúság számára —, de ezt a műsorrendet a közönség kifejezett kívánságára vasárnap délelőtti két matiné előadással kellett kibővíteni.

Az ifjúságnak három előadástípust dolgoztunk ki, korosztályuknak megfelelően: az általános iskolák 5—7., a 8. és a középiskolák 4. osztályosai számára. A nagyobb létszámú iskolai csoportok egyéni kívánságainak figyelembevételére is adtunk lehetőséget. A kora délutáni műsorokat elsősorban a nagyüzemek dolgozói, a szocialista brigádok számára szántuk munkanaponként. A 18 órákor kezdődő esti előadások az igazi nagyközönségi műsorok.

Az első műsorok október végéig a következők voltak: *Hazánk csillagos ég-boltja*, *Pillantás a végtelenbe* és *Utazás térben és időben*. November—december hónapban adtuk *A négy évszak*, *Földünk bolygótestvérei* és *A betlehemi csillag* című műsorainkat.

A planetáriumi műsorok csak kevéssé hasonlítanak a hagyományos csillagászati ismeretterjesztő előadásokhoz. A téma megválasztása és kidolgozása után készül el a műsor forgatókönyve. Ennek alapján rögzítjük mágnesszalagra az előadás szövegrészét. Ezt követi a műsor zenei anyagának felvétele a hang-

szalagra. Minden műsorhoz bő diakép-anyagot válogatunk össze vagy készítettünk. Az irodalmi betétek — vers és próza — nagy része színészek közreműködésével kerül a műsorszalagra. Az így elkészített műsor minden részletének természetesen szigorúan kell alkalmazkodnia a Zeiss-műszer mozgási lehetőségeihez. A műsoradás idején a hanganyaghoz a megfelelő kapcsolásokat a műszer kezelőpultján található több mint száz elektromos kapcsoló- és szabályozógomb működtetése révén részben a műsorvezető előadó, részben a mellette levő ügyeletes műszaki munkatárs végzi.

Az első hónapok tapasztalata szerint az általában 45—60 perces műsorok mindvégig lekötik a közönség figyelmét, amely az esetek nagy részében tapssal fejezi ki tetszését a látottak-hallottak felett. A sok humán elem emlékezetessé és vonzóvá teszi műsorainkat. A Planetárium iránt megnyilvánuló nagy érdeklődést az újdonság varázsán kívül elsősorban annak köszönhetjük, hogy ilyen oldottabb, mindenki számára élvezetesnek tartott, komplex formában adjuk a természettudományos, csillagászati témákat. Úgy véljük, sikerült megtalálnunk a középutat a szárazabbnak tűnő szaktudományos előadások és a nyugati show-szerű látványos műsorok között. Bár műsoraink jellege eltér az európai planetáriumi műsorok egy részétől, hazai közönségünk szigorúan szakszerű ismereteket kap. Fontos szempont a tudományos témák helyes ideológiai megvilágítása. Fokozottan vonatkozik ez olyan témákra, mint például a bethemhi csillag problémáját tárgyaló műsor. Műsorainkban természetesen kitérünk olyan hibás vagy babonás nézetekre is, mint amilyen az asztrológia vagy a modern mitosz: a repülő csészéaljak kérdése.

### *Közönségfogadás, látogatottság*

Augusztus végétől december végéig a Planetárium 373 előadáson több mint 80 000 látogatót fogadott. A TIT-nek ilyen nagy közönségforgalmat lebonyolító intézménye nincs, s e téren a benne dolgozóknak sem volt gyakorlatuk. Ennek ellenére a közönségfogadás terén csak kisebb zökkenők fordultak elő. A fő probléma különösen a hétvégeken jelentkezik, amidőn a látogatók nagyobb számban jelennek meg, mint ahány ülőhelyet biztosítani tudunk (390).

A közönségszolgálatot célozza a Könyvértékesítő Vállalat gondozásában működő könyvesbolt, valamint a Pannonia Vállalat által fenntartott közösségi büfé.

Az előadások előtti időben a közönség a nagy körcsarnokban megtekintheti az ott berendezett csillagásztörténeti műszerkiállítást. A nagy méretű, de kis mélységű vitrincket úgy alakítottuk át, hogy bennük 1 × 1 m-es csillagászati diapozitívek láthatók hátulról megvilágítva. A kisebb vitrinekben az Országos Műszaki Múzeum helyezett el régi csillagászati műszereket. A körfolyosóban néhány régi csillagászati távcső is megtekinthető.

## *Műszaki fejlesztés*

A Zeiss műszert tartalmazó szállítmány már 1969-ben megérkezett. A leszállított elektronikus és egyéb hangosító felszerelés egy része a megnyitás idején már ezért sem volt korszerű. A minőségi hangadást biztosító erősítők, hangfalak, mikrofonok, magnetofonok, lemezjátszók stb. beszerzését és felszerelési munkálatait Sajó Péter műszaki vezető irányításával a Planetárium műszaki gárdája végezte. A további korszerűsítési-fejlesztési munkák is jó ütemben haladnak.

Néhány kisebb átalakítást hajtottunk végre a kezelőpulton is, elsősorban a berendezések kényelmesebb és biztonságosabb kezelése érdekében. Folyamatban van a keskenyfilm-vetítési lehetőség végleges biztosítása. A diafilmek vetítésére is új, korszerű készülékeket szereltünk fel.

## *Szervező és propaganda munka*

A megnyitás előtti idők óta megszámlálhatatlan sok ismertetés jelent meg napi- és hetilapokban a Planetáriumról, részben annak dolgozói tollából, részben a velük folytatott beszélgetések nyomán. A Planetáriumról és annak műsorairól a rádió is többször adott ismertetést. A Magyar Rádió különben rendszeresen közöl ismertetést a reggeli „A mai nap kulturális programjából” című műsorában a Planetárium aznapi műsorairól. A Planetárium műsorrendjét a Pesti Műsor minden héten részletesen ismerteti. A Föld és Ég folyóiratban a planetáriumi műsorokról rövid tartalmi ismertetés is olvasható.

Néhány oldalas műsorfüzet nagy példányszámban készül a TIT házi nyomdájában és díjmentesen a közönség rendelkezésére áll.

Nemcsak a budapesti, hanem az ország minden tanintézetének és művelődési házának fogalmztunk és küldtünk körlevelet, amelyben ismertettük az új intézmény célját és meglátogatásának lehetőségét. Bár érezzük e propaganda hatását és ismertetéseink nyomán örömdetesesen sok nagyüzemi látogatócsoport, szocialista brigád látogatja műsorainkat, az eredményekkel nem lehetünk teljesen elégedettek. A látogatások sok esetben kampányszerűek, és az iskolai csoportok nagy része sem él a tananyaghoz simuló, azt kiegészítő délelőtti ifjúsági előadások lehetőségeivel.

A szervezési munkával a Planetáriumban külön teljes állású dolgozó foglalkozik.

## *A Planetáriumi Tanács*

A 19 tagú testület 1977 novemberében tartotta alakuló gyűlését. Elnökéül dr. Almár Iván kandidátust, a Koszmos Geodéziai Obszervatórium vezetőjét választotta. Az igen komplex összetételű testület feladata a Planetárium működésének, műsorainak szakmai, világnézeti, módszertani és művészeti oldalról

való megvitatása, értékelése, bírálata. Már az első összejövetel alkalmával bizonyossá vált, hogy a testület munkája igen hasznos és hatásos tényezője lesz a Planetárium működésének. A Tanács tagjai között található többek között a Kulturális Minisztérium, a csillagászati intézmények, a filozófia, az irodalom, a zene, a rádió és a televízió képviselői is.

### *Személyi ügyek*

A Planetáriumban folyó igen sokrétű munka végzésére 38, nagyjából teljes munkaidőben foglalkoztatott, részben részfoglalkozású dolgozó alkalmazására került sor. A legfontosabb posztokra már hónapokkal, sőt részben évekkel a megnyitás előtt kész volt a javaslat. Minthogy az álláshelyek csak évközben nyíltak meg, kevés idő maradt a minden részletre kiterjedő össz munka megteremtésére, amely az első műsorok összeállításához feltétlenül szükséges volt. Az első hónapok működése után ki lehet jelteni, hogy a Planetárium dolgozói kivétel nélkül megszerették általában nem könnyű és igen sok problémával terhelt, szép munkahelyüket, és lelkesedéssel veszik ki részüket a munkából.

A beszámolási időszak végén a fontosabb munkahelyeken, teljes állásban dolgozók voltak:

*Ponori Thewrewk Aurél* igazgató

*Sajó Péter* műszaki vezető

*Csaba György* tudományos munkatárs

*Schalk Gyula* tudományos munkatárs

*Taracsák Gábor* tudományos munkatárs

*Hajtó Józsefné* gazdasági ügyintéző

*Zsolnay Zoltán* szervező

*Illés Gyula* gondnok

*Mátis András* elektrotechnikus

*Szeitl Mihály* mechanikai műszerész

*Bojtár József* általános szerelő

*Varga László* klímaberendezés-kezelő, fűtő

*Czigler Pálné* adminisztrátor-titkárnő

*Babróczky Ferencné* pénztáros

### *Egyéb ügyek*

A beszámolási év júliusa folyamán az OMFB segítségével két munkatárs: Csaba György és Taracsák Gábor 10 napos lengyelországi ösztöndíjas úton vett részt, hogy az ottani planetáriumokat tanulmányozza. Gazdag tapasztalataik egy részét itteni munkájukban hasznosítani tudják.

Júniusban Ponori Thewrewk Aurél néhány napos jénai tartózkodása folyamán több irányú megbeszélést folytatott a Zeiss Művekben.

A Planetárium megnyitása óta számos külföldi vendéget fogadott a Szovjetunióból, Csehszlovákiából, az NDK-ból, Romániából, az NSZK-ból, Olaszországból, az USA-ból és más államokból. A külföldi látogatók egy része igen hasznos tanácsokat adó szakember volt.

Róka Gedeon özvegye felajánlotta férje, a Csillagászati Választmány egykori titkára szakkönyvtárának közel száz kötetét a Planetárium könyvtára számára. Ezúton is köszönjük nagylelkű, értékes ajándékát.

\* \* \*

A TIT minden tekintetben sikeresnek mondhatja a Budapesti Planetárium eddigi működését. Igen hosszú út vezetett a nagyplanetárium létesítésének gondolatától a megvalósításig. De sem a ráfordított idő és fáradság, sem a jelentős beruházási összeg nem veszett kárba. Rendkívüli nagy és számokkal is kifejezhető ugyanis annak az ismeretterjesztési formának és módszernek hatásossága, amelynek a beszámolás évében a Planetárium létesítésével a hazai természettudományos, elsősorban csillagászati ismeretterjesztés a birtokába jutott.

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŰRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYOK  
1977. ÉVI TEVÉKENYSÉGE

Az 1977. év feladata volt a VII. TIT Országos Küldöttgyűlés és az ezt megelőző megyei és budapesti küldöttgyűlések megrendezése. Ezt követően — 1977 novemberében — az újjáalakult országos választmány megválasztotta a Csillagászati és Űrkutatási választmány vezetőségét.

Elnök: Dr. Almár Iván kandidátus, FŐMI Kozmikus Geodéziai Observatórium vezetője

Alelnök: Dr. Balázs Béla kandidátus, ELTE Csillagászati Tanszék vezetője

Titkár: Dr. Kanyó Sándor kandidátus, MTA Csillagvizsgáló Intézet tudományos osztályvezetője

Vezetőség tagjai: Dr. Szeidl Béla kandidátus, MTA Csillagvizsgáló Intézet igazgatója

Dr. Marik Miklós kandidátus, ELTE Csillagászati Tanszék docense

Dr. Kulin György, Uránia Csillagvizsgáló nyugdíjas igazgatója

Az újjáalakult Országos Választmány 35 tagja a korábbihoz képest mintegy 15%-osan cserélődött:

Nagy István György, Budapest

Tihanyi László, Budapest,

Tóth László, Budapest

Dr. Tóth László jogi és közigi, tud. doktor, Baranya m.

Dr. Ill Márton kandidátus, Bács-Kiskun m.

Dr. Szabó Gyula, Borsod m.

Béres István, Békés m.

Márki-Zay Lajos, Békés m.

Dr. Károssy Csaba, Csongrád m.

Kendrovics Miklós, Fejér m.

Molnár Ottó, Győr-Sopron m.

Dr. Guman István, Hajdú-Bihar m.

Ifj. Kálmán Béla, Hajdú-Bihar m.

Vidó Imre, Heves m.

Dr. Jónás László, Komárom m.  
Dinga László, Komárom m.  
Gergely István, Nógrád m.  
Pelsőci László, Pest m.  
Várvízi Imre, Somogy m.  
M. Takács Ferenc, Szabolcs-Szatmár m.  
Dr. Gööz Lajos, Szabolcs-Szatmár m.  
Kovács Miklós, Szolnok m.  
Pesti Gyula, Tolna m.  
Dr. Tóth György, Vas m.  
Lendvai László, Veszprém m.  
Vértés Ernő, Veszprém m.  
Mozsár Imre, Zala m.

Érdeemes a Választnány beszámolójának néhány részletét ismertetni:

„A csillagászati ismeretterjesztés fejlődése egyértelműen látszik, nemcsak a statisztikai adatokban, hanem a tevékenységet tükröző dokumentumokban is.

Az előadások száma 1967—71 évek alatti időszak 12 699 előadáshoz képest 1972—76 között 14 458-ra emelkedett, melyet a beszámolási időszak alatt 653 000 fő hallgatott meg. A hallgatóságon belül jelentősen emelkedett a fizikai dolgozók, valamint a fiatalok arányszáma.

Az egyedi csillagászati előadások a beszámolási időszak alatt is nagy szerepet játszottak a csillagászati ismeretterjesztésben. Mindenkori fő vonzerejük az aktualitás volt.

A Társulat a legmagasabb szintű ismereteket a szabadegyetemek előadásain közvetíti, hiszen ez a viszonylag kötött forma középiskolai előképzettségnek megfelelő műveltséget igényel a résztvevőktől. A beszámolási időszak utolsó két esztendejében a szabadegyetemi alapsorozat mellett — igen nagy érdeklődés kíséretében — sikerült a második Szabadegyetemi sorozatot is beindítani, ahol már a csillagászat, illetve űrkutatás speciális problémái kerültek feldolgozásra.

Az 1963-ban létrehozott Csillagászat Baráti Köre mozgalom az 1972—76-os évek alatt főleg létszámában fejlődött. Ez a tény szükségessé tette a Baráti Kör 1976-ban történő átszervezését, decentralizálását. Az eddigtől eltérően a Baráti Kör megyei tagságát ezentúl a megyeszékhelyen — a TIT Megyei Szervezeteivel szorosan együttműködve — tartják nyilván, ahol a Baráti Kör tagságának aktivizálására is nagyobb lehetőségek vannak. Bár az átszervezés által kisebb lett a Baráti Kör összlétszáma, de mindenképpen aktívabb, életképesebb lett a mozgalom. A csillagászati szakkörök az ismeretterjesztésnek egyik leghatékonyabb formáját jelentik. Az 1972—76-os időszak alatt az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló reprezentatív felmérést kezdeményezett, majd igen aktívan segített szakkörök beindításában és azok további munkájában. Jelenleg mintegy 150 működő csillagászati szakkört tartunk nyilván, melyben főleg fiatalok tevékenykednek.

Írásos ismeretterjesztés: a Társulat folyóirataiban (Föld és Ég, Természet



Világa, Élet és Tudomány) már hagyományosan, rendszeresen jelentek meg csillagászati, űrkutatási témájú cikkek. A Választmány előadói segédanyaga, a Csillagászati Értesítő igyekezett a legaktuálisabb előadástémákhoz friss, könyvekben még alig található segédanyagokat biztosítani. Említésre méltó módon emelkedtek az egyre növekvő létszámú amatőr csillagász tábor igényeit kielégítő egyéb kiadványok is. Az Uránia Bemutató Csillagvizsgáló által kibocsátott, kéthavonta megjelenő észlelési tájékoztatón, a METEOR-on kívül, hasznos tanácsokkal látták el az észlelő amatőröket — Budapesten és vidéken egyaránt — részben a társintézmények anyagi áldozatvállalásaival megjelenő kisebb-nagyobb folyóiratok, szakköri segédanyagok.”

A beszámoló még részletesen értékelte az olyan országos rendezvényeket, mint az

- Őszi csillagászati hetek
- 10 napos továbbképző tanfolyamok
- Csillagászat Baráti Köre országos találkozók
- Csillagászati szakkörvezetői találkozók

1977. évi tevékenységünk eredményeiről örömmel állapíthatjuk meg, hogy főbb adatai továbbfejlődést tükröznek. Ennek megyék szerinti megoszlására álljon itt az alábbi statisztika:

Megye	előadások száma	résztevők száma
Budapest	864	107 495
Baranya	563	20 219
Bács-Kiskun	201	7 180
Békés	149	7 104
Borsod	262	7 450
Csongrád	59	3 222
Fejér	82	4 030
Győr-Sopron	61	2 119
Hajdú-Bihar	92	3 091
Heves	71	2 271
Komárom	126	6 377
Nógrád	43	1 676
Pest	153	5 272
Somogy	32	920
Szabolcs-Szatmár	41	1 597
Szolnok	120	4 139
Tolna	39	1 463
Vas	36	1 110
Veszprém	98	3 824
Zala	82	3 270
<b>Összesen :</b>	<b>3174</b>	<b>193 831</b>

Még egy fontos tény tükröz a statisztika. Az ismeretterjesztés hagyományos formái mellett új formát teremtett a budapesti Planetárium és a pécsi kisplanetárium működése. Az élményszerű szemléltetési lehetőségek hatására hirtelen megemelkedett a planetáriumi ismeretterjesztésben résztvevők száma.

A budapesti előadásokon résztvevők statisztikája pl. azt mutatja, hogy ha a planetáriumot nem vesszük tekintetbe, 1972-től 1977-ig a résztvevők száma 58%-kal csökkent; a planetáriumi előadásokon résztvevőkkel együtt viszont 188%-kal nőtt 1977-ben 1972-höz képest.

Baranyában a kisplanetárium működése hasonló változásokat hozott. Ma már megkockáztatható az a kijelentés, hogy két fontos következménnyel számolhatunk:

— a planetáriumi ismeretterjesztés térhódítása az avultabb ismeretterjesztő formák zsugorodását, sőt elhalását is eredményezheti,

— várható a különböző planetáriumi formák gyors terjedése.

Teendőink ezzel kapcsolatosan világosak: minden eszközzel segítenünk kell ezen ismeretterjesztő forma terjedését és tartalmi „repertoárjának” bővülését.

A Választmány fontosabb országos rendezvényei 1977-ben:

a) Őszi Csillagászati Hetek

b) Csillagászati bentlakásos tanfolyam

Gyöngyös, augusztus 13—23, 60 fő

c) Csillagászati szakkörvezetők III. országos tanácskozása

Esztergom, június 23—26, 80 fő

d) Csillagászati észlelő tábor

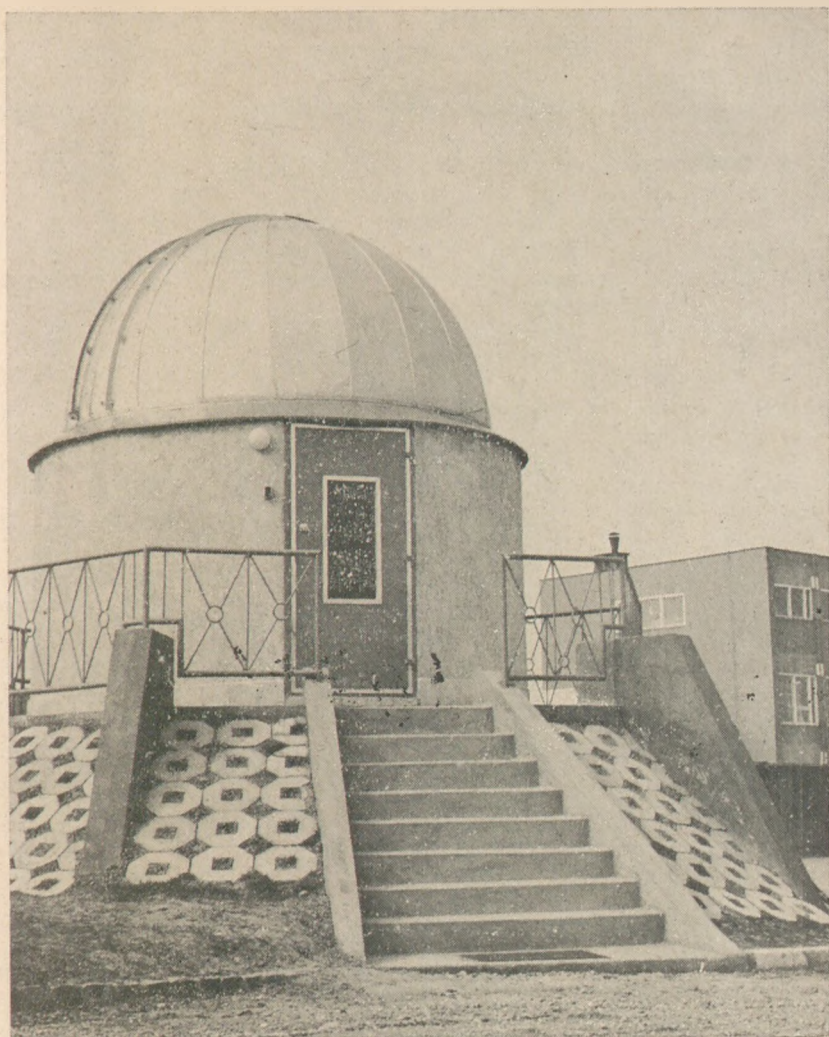
Miskolc—Rókafarm, július 5—17, 2 váltás, 30—30 fő

1977 nyarán (július 5—17), a hazai amatőr csillagász-mozgalom életében először rendezte meg a TIT Budapesti Urániai Bemutató Csillagvizsgáló, a TIT Borsod megyei Szervezete és a Miskolci Uránia Bemutató Csillagvizsgáló közösen az első észlelő-építő táborát a Miskolctól 20 km-re és 580 m magasán fekvő Rókafarmon.

A tábor résztvevői egy később létesítendő természettudományos és amatőr csillagász megfigyelő bázis előkészületi munkálatait végezték.

A tábor 38 résztvevője nappali építő munkája után, éjszakánként megfigyelési gyakorlatokkal foglalkozott. A résztvevők főleg szakkörökben tevékenykedő amatőr csillagászok voltak, kik közül 20-an vettek részt észlelésben. Főleg változócsillag- (Mira típusú) és meteor megfigyelést végeztek. Előadások is hangzottak el, melyek közül különösen aktuális és hasznos volt Szeidl Béla: „Változócsillag észlelések amatőr módszerei és lehetőségei” című előadása.

Úgy tűnik, e kezdeményezés beváltotta a hozzá fűzött reményeket és a mozgalom folytatása minden bizonnyal hozzájárul a magyar amatőr csillagász mozgalom kiszélesítéséhez és egységesebb tételéhez. Ugyanakkor hasznosan járult hozzá — összesen mintegy 1700 óra társadalmi munkával — a róka-farmi bázis kialakításához.



1. ábra. 1977. november 2-án ünnepélyes keretek között átadták rendeltetésének a zalaegerszegi 407. sz. Ipari Szakmunkásképző Intézet udvarán felállított csillagvizsgálót. Az ipari szakmunkásképző intézet szakoktatói és hallgatói több mint ötezer társadalmi munkaórával járultak hozzá az építkezéshez. A szakmunkák elvégzésében segítettek a DKFV gellénházi üzeme, a ZAÉV, a zalaegerszegi Ép. Ipari Szövetkezetek, a zalaszentgróti, a lenti Fém és Vasipari UNIFERRO Szövetkezet és a megyei Csillagászati Szakosztály több lelkes tagja.

A továbbiakban néhány Szakosztályi beszámolót és jelentősebb megyei eseményt idézünk 1977. évi munkánk jellemzésére: Csillagvizsgáló és távcső avatások történtek:

- Szolnokon a Tiszamenti Vegyiművek Csillagvizsgálójában 1977. október 21-én,
  - Zalaegerszegen, az Ipari Szakmunkásképző Csillagvizsgálójában 1977. november 2-án,
  - Székesfehérváron, ahol az Ifjúsági Ház tetején kupola épült,
  - Nyíregyházán a Tanárképző Főiskolában egy oktatási célokat szolgáló szférikus csillagászati demonstrációs termet alakítottak ki, mely lényegében Bader planetárium.
- Ugyanitt egy bronzból és acélból készült napórát állítottak fel.
- Pécssett a Mecsekvárosban ugyancsak napórát állítottak fel.



1/a. ábra. A nyíregyházi napóra (téli kép)



1/b. ábra. A székesfehérvári kupola ráemelése helikopterrel



*1/c. ábra. A mecsekvárosi rapóra (Pécs)*

## BESZÁMOLÓ

### a TIT budapesti Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályának 1977. évi tevékenységéről

A TIT budapesti Csillagászati és Űrkutatási Szakosztálya 1977. évi tevékenységét a Szakosztály vezetősége irányította az éves és a távlati munkaterveknek megfelelően.

Az 1977-ben megtartott előadások 19%-át ipari fizikai dolgozók, 46%-át a tanuló ifjúság körében rendeztük meg. Rendezvényeink száma 1976-hoz képest 15,2%-kal csökkent, a hallgatóság száma 9%-kal nőtt.

Az előadások 26%-át az űrkutatás új eredményeiről tartottuk; az űrkutatás 20 évéről sikeres rendezvényeink voltak. A korszerű természettudományos világkép kialakításával kapcsolatban tartott előadások száma megegyezett az előző évivel, ez kb. 34%-ot jelentett.

Az egy előadásra jutó átlagos hallgatói létszám 29%-kal (44 főre) nőtt.

#### *Nyilvános rendezvények*

##### *Szabadegyetem*

A középfokú ismeretterjesztés legeredményesebb formája. A TIT budapesti József Attila Szabadegyetem 1977/78. évi csillagászati-űrkutatási kollégiumain a hallgatóság zöme fiatal, többségében érettségivel vagy magasabb iskolai végzettséggel rendelkezett. A beszámolási időszakban a „Bevezetés a csillagászatba” (18 előadás, vizsgázási lehetőséggel) és „Az amatőr csillagász műszerei és módszerei” (12 előadás) című sorozatokat indítottuk 103 illetve 32 fő beiratkozott hallgatóval. Mindkét programban szerepelt egy-egy planetáriumú szférikus csillagászati gyakorlat.

#### *XXVI. Csillagászati hét (1977. október 1—8.)*

A TIT Budapesti Planetáriumában tartottuk meg a Csillagászati Hetet „Az űrkutatás 20 esztendeje” címmel, 7 napon keresztül 13 előadásban, 2400 fő hallgatóság előtt. Az előadásokat az erre az alkalomra tervezett planetáriumú műsorokkal, dia- és filmvetítéssel szemléltettük.

#### *Propaganda*

A nyilvános programjaink széles körű ismertetésében a TIT Budapesti Szervezet különböző kiadványain kívül éltünk a sajtó adta lehetőségekkel is: a napilapok, a Föld és Ég, a Pesti Műsor közölte a rendezvényeinket. A szabadegye-

temi sorozatainkról, a Csillagászati Hétről, a szakköri beiratkozásról, a válalatoknak és üzemeknek javasolt tematikáinkról több ezer példányban adtunk ki szakosztályi „Tájékoztató”-t, postáztunk névre szóló meghívót.

### *Alkalmazott módszerek, szemléltetés*

1. Az évente kiadásra kerülő tematika-javaslataink összeállításánál figyelembe vettük a befogadó réteg igényeit (szocialista brigádok, középiskolák tanulóiifjúsága, ifjúsági klubok, általános iskolások, nyugdíjasok).

2. Az előadások 96%-át szemléltettük diával, filmmel stb.

3. A beszámolási időszak végéig 900 db színes diával bővítettük a szemléltetőtári állományunkat. Az előadások utáni vagy önnálló csillagászati bemutatás céljából kisméretű japán (2 db 60/700 mm-es és 1db 60/600 mm-es zoom) refraktorokat vettünk.

### *A szakosztály élete*

A szakosztály életében az 1977. év különleges jelentőségű volt. A plenáris ülésen számot adtunk az eltelt öt évben végzett tevékenységünkről.

A megválasztott szakosztályi vezetőség 9 tagú.

A szakosztályvezetőség és a tagság soraiból alakult meg a

- csillagásztörténeti munkabizottság és a
- szemléltetőtár fejlesztési munkacsoport.

Az 1977. évre tagdíjat fizetett szakosztályi tagok száma: 52 fő. A tagság soraiba felvételt nyert 3 fő, második szakosztályi tagságként elfogadott jelentkezés: 2 fő.

Belső rendezvények (előadói konferencia, klubest) száma: 10, összesen 14 előadásban.

- Saját rendezvény: 2 alkalommal szakmai filmbemutató;
  - 1 demonstrációs módszertani foglalkozás;
  - 1 alkalommal: beszámoló a csillagászat legújabb eredményeiről;
  - 2 alkalommal: klubest (Csillagász Nap — országos vonzókörrrel, Csillagász Klub),
- a filozófiai szakosztállyal közösen egy alkalommal 2 előadás,
- az Országos Csillagászati Szemináriummal közösen előadói konferencia bolgár vendégelőadóval,
- az ELTE Csillagászati Tudományos Diákkörrel közösen két alkalommal nyilvános diákköri ülés öt előadásban.



## Fejér megye Csillagászati és Űrkutatási Szakosztálya 1977. évi munkájának rövid értékelése

Jelentős eredményt az Urániánk fejlesztése terén értünk el. Közel egy évtizedes fáradhatatlan munka során készült el Fehérvár egyik reprezentatív épületében — Ifjúság Háza — a materialista világnézetre nevelés e fontos bázisa.

A TIT szervei, a város nagyüzemeinek dolgozói összefogásának és munkájának legrszebb példája ez a létesítmény.

Az ismeretterjesztés legfontosabb bázisával most már rendelkezünk, így a következő években maradéktalanul kielégítjük az ezen a téren jelentkező sürgető társadalmi igényt. Ezúton is ismételt köszönetet mondunk mindazoknak, akik ebben a nemes és szép munkában részt vettek és lehetővé tették, hogy egy újabb Urániával gazdagodott az országunk — társadalmunk. Szakosztályi munkánkban további sikernek könyvelhető el, hogy szélesedett együttműködésünk más társadalmi szervezetekkel. Az Űrkutatás 20. évfordulóját közös rendezvény keretében ünnepeltük meg a Hazafias Népfront és a Megyei Művelődési Ház tagságával. Ezen ünnepséget a Csillagászati Hét sikeres és látogatott előadássorozatai között tartottuk meg. A hagyományos évvégi klubnap is sok újat eredményezett, főleg az 1978-as év feladatainak meghatározásában. Az MTA Csillagvizsgáló Pizskéstemői Observatóriumába tett látogatásunkon 55 fő vett részt.

A hagyományosnak mondható „Velencei Nyár” csillagászati előadásai és távcsöves bemutatói 550 fő részvételével (közel kétszerese az elmúlt évinek) négy alkalommal kerültek megrendezésre. A szakköri foglalkozások alapját a csillagászati levelező tanfolyam kérdései alkották. A tanfolyam a Választmány külön bizottsága előtti vizsgával zárult. Többen kiváló eredménnyel tették le a „haladó” fokozatból a vizsgát és így megkapták a TIT előadások tartására jogosító oklevelet. Ennek alapján a megyei előadói szakgárda mind mennyiségileg mind minőségileg fejlődött. Részt vettünk a Rókafarmon készülő csillagászati objektum építésében, valamint a gyöngyösi 10 napos bentlakásos csillagászati tanfolyamon is. Baráti körü taglétszámunk tovább növekedett és év végére elértük a 176 főt. Ez a létszámemelkedés csak úgy volt elérhető, hogy igénybevtük a megyei újságot („Fejér megyei Hírlap”) a TIT rendezvények publikálására. Továbbá jelentősen hozzájárult a budapesti Planetárium meglátogatása is, több mint 200 fővel.

### Két éves a Mecseki Természettudományi Stúdió

Pécs felett, a Mecsek hegység egyik gerincén 1975 decemberében készült el a TIT épületkomplexuma, mely a Baranya megyei szervezet több szakosztálya működéséhez biztosít helyiséget. Elsősorban azonban a csillagászati és űrkutatási szakosztály bázisát teremtette meg.

Rendezvényeihez helyiséget korábban csak szivességből kapott a szakosztály. E probléma megszűnt, a létesítmény tervezett bővítéséig is mód van különféle szemléltetési módszerekkel gazdagítható előadások, foglalkozások, rendezvények lebonyolítására. Az építés megkezdésekor azért esett a választás a városközponttól távoli helyre, hogy a nagy város fényei, poros és füstös levegője ne zavarja a csillagászati megfigyeléseket. Igaz, ez az elhelyezés a tudomány barátaival és az érdeklődőktől kissé megerőltető hegyi sétát kíván, de a látogatók kivétel nélkül úgy nyilatkoznak, hogy a kapott élmény megéri a fáradságot. Egy épülettömbben találjuk a távcsöves megfigyeléshez szükséges műszereket és a Zeiss Medium-típusú planetáriumi berendezést.

A létesítménynek két éven át országos jelentőségű feladata is volt. Egyedül itt volt lehetőség planetáriumi műsor bemutatására. Ezen időszak alatt ke-  
reken 1000 előadása alkalmával a hazánk minden tájáról idelátogató 40000 hallgatóval ismertette meg látványos módon az égbolt jelenségeit.

Örvendtes az is, hogy a hallgatók zöme a fiatalság köréből került ki. Iskolai kirándulások, országjáró programok választották célpontnak, és üzemi dolgozók is szervezettén keresték fel.

Sok pécsi fiataalt is vonzott a létesítmény. Lehetőséget adott számukra az önképzéshez, olyannyira, hogy szakosztályunk ma már bennük kiváló felkészült-ségű, jó előadói gárdára, mint biztos utánpótlásra számíthat.

I. kép. A nyíregyházi Bessenyei György Tanárképző Főiskola impozáns épületének parkjában került felállításra 1977 novemberében az esztétikai és oktatási igényeknek egyaránt megfelelő ekvatoriális napóra. A csiszolt svéd vörösgránit oszlopon elhelyezett kb. 250 kg súlyú bronz és rozsdamentes acél-test távolról szobornak tűnik és harmonikusan illeszkedik a modern környezetbe. A napóra mutató „nyíla” párhuzamos a Föld-tengellyel így a Sarkcsillag irányába mutat, a vízszintessel bezárt szöge Nyíregyháza északi szélességének megfelelően  $48^\circ$ . E geometriai középpont körül, vele párhuzamosan tőle egy  $57,5$  cm sugarú kör mentén helyezkedik el a  $190$  cm hosszú és  $15$  cm széles „számlap”.



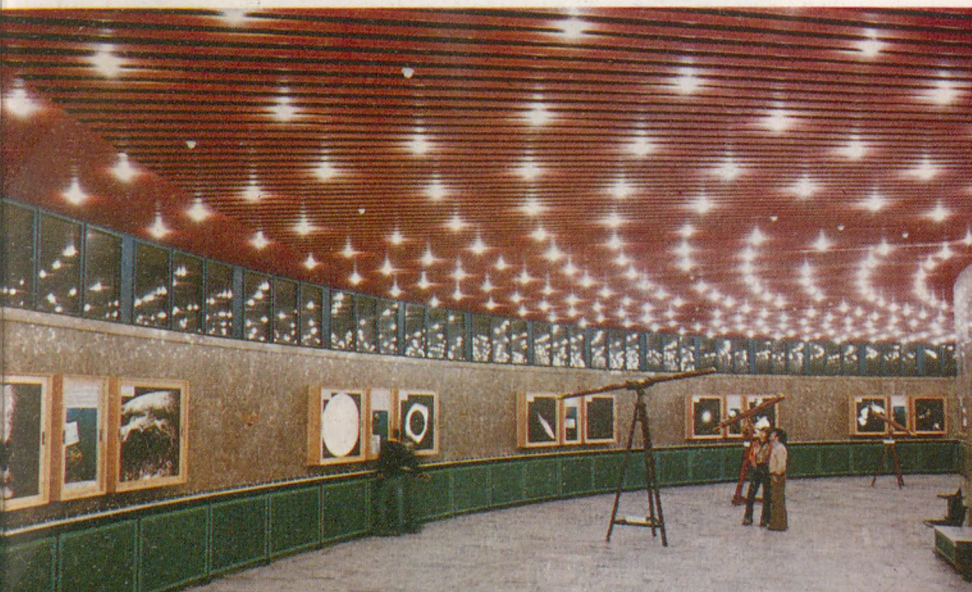


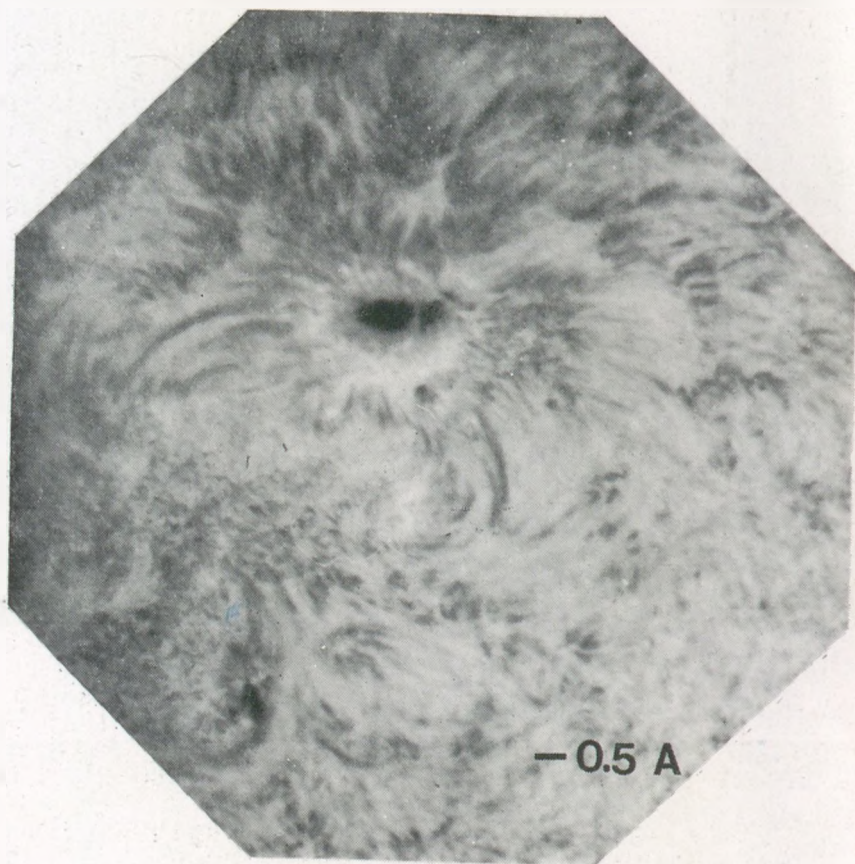
II. kép. A budapesti TIT Planetárium a Népligetben



III. kép. A Planetárium vetítő főműszere

IV. kép: Részlet a Planetárium körfolyosójáról

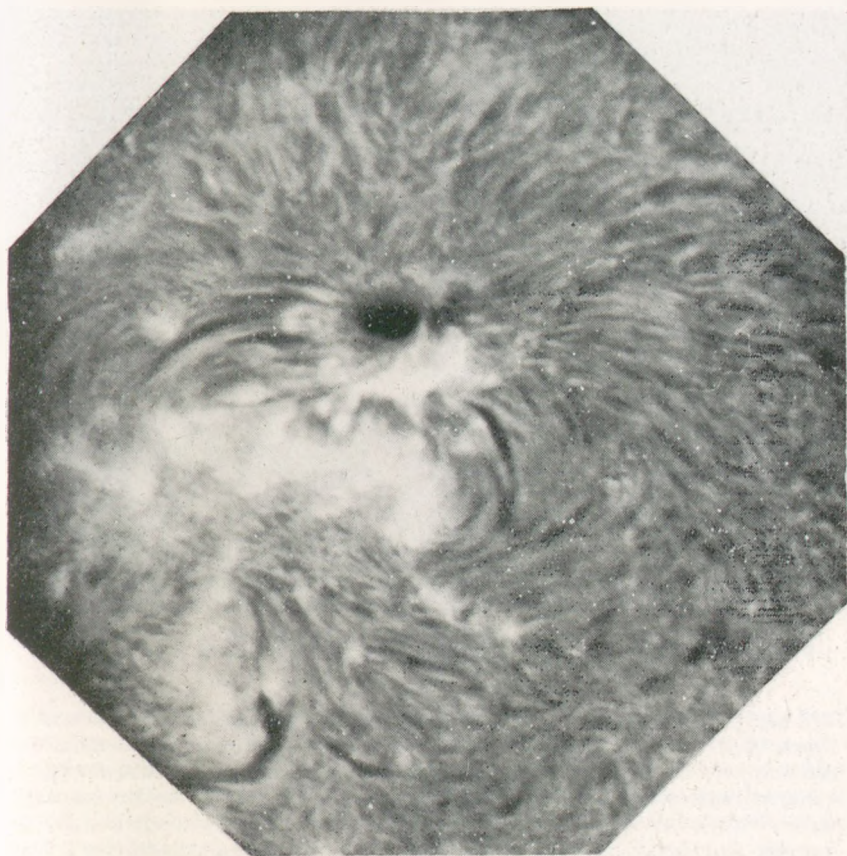




**1977 VII 02 07:11:54 UT**

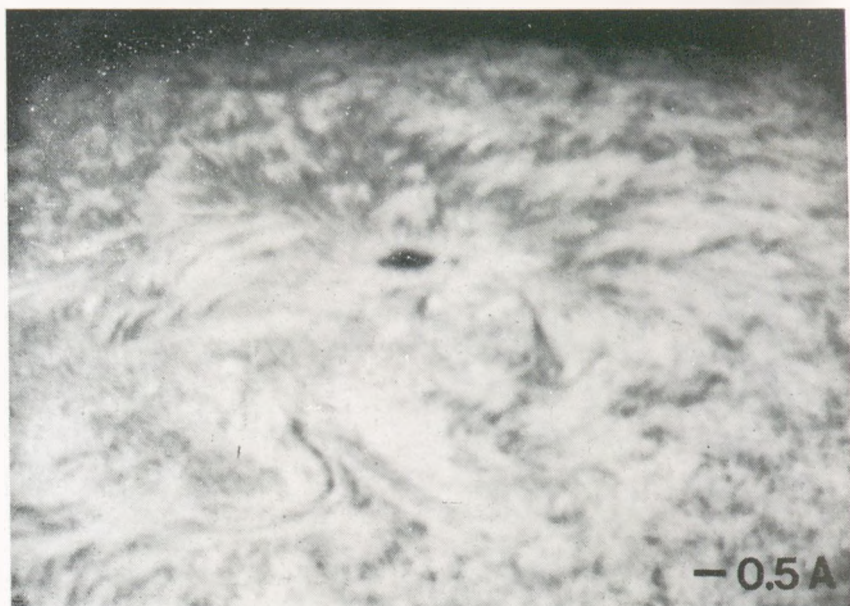
V. kép. A Nap kromoszférájának részlete egy nagyobb napfolt környezetében 1977 július 2-án.

A kép (valamint a VI., VII. és VIII. kép is) a debreceni MTA Napfizikai Observatórium megfigyelési anyagából való; az 53 cm-es (koronagráffal) korona-távcsővel és Halle-gyártmányú Lyot-típusú polarizációs monokromátorral (más szóval: Lyot-szűrővel) a hidrogén vörös, H-alfa vonalának fényében készített felvétel. A műszer a szinképből egy  $0.5 \text{ \AA}$  széles sávot szűr ki, és ezen keskeny szinképtartomány fényében készült az eredeti kép.



**1977 VII 02 07:12:00 UT**

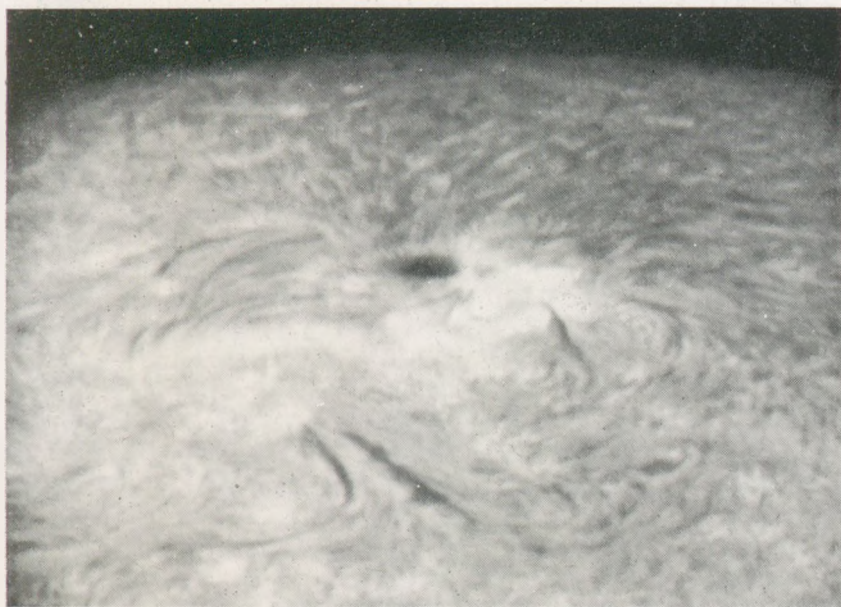
VI. kép. Ugyanazzal a műszerrel, a Nap ugyanazon vidékéről készült, mint az V. kép, de 6 másodperccel később. A feltűnő különbség az V. és VI. kép között onnan ered, hogy ez (a VI.) a H-alfa vonal centrumából származó fényben, míg az V. a vonalcentrumtól  $0.5 \text{ \AA}$ -mel rövidebb hullámhosszú fényben készült, és ezáltal a két képen a kromoszféra más-más magasságú rétegei láthatók.



1977 VII 04 13:01:25 UT

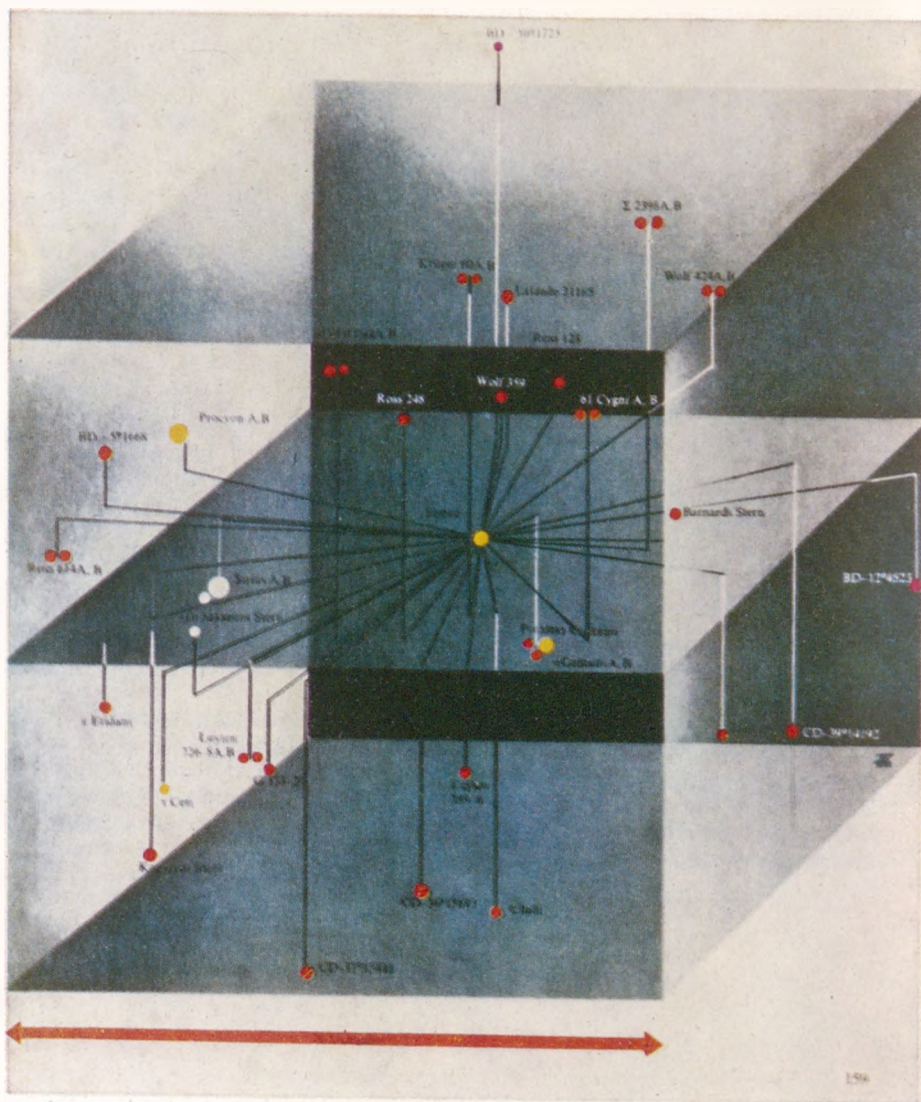
VII. kép. A Nap kromoszférájának ugyanaz a vidéke és rétege látható itt, mint az V. képen, csak két nappal később, miközben a Nap forgása folytán a vidék már a Nap szélének közelébe került. Fent a napkorong széle látszik, így a nagyítás mértéke is könnyen megbecsülhető. Az V. kép, valamint a VI. és VIII. is mind ugyanolyan nagyításban mutatja egy nagyobb napfolt környezetében a fényes kromoszférikus fáklya-mezőket és a hosszúkás sötét alakzatokat, a filamenteket, amelyeket, ha a Nap peremén figyeljük meg, protuberanciáknak mondunk.





1977 VII 04 13:01:30 UT

VIII. kép. A H-alfa vonal centrumából származó fényben és 5 másodperccel később készült kép, mint a VII. A kép közepe táján látható nagyobb ovális fekete folt az umbra-része egy nagyobb napfoltnak; azt is mondhatjuk, hogy itt lelátunk a fotoszféráig, azaz a Nap szabad szemmel is látható „felületéig”. Csaknem minden más fényes és sötét alakzat, amit a V.—VIII. képeken látunk, a Nap kromoszféra rétegeinek képződményeit mutatja.



IX. kép. A Nap közvetlen szomszédságában levő csillagok. Az eloszlást német eredeti alapján közöljük.

## A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

### Kvazárok és empirikus kozmológia

A kvazárok tanulmányozása teljes erővel folyik napjainkban is, mivel még nem dönt el teljesen a vita a kozmológiai eredetű vöröseltolódás javára. A 3C273 legismertebb kvazár ibolyántúli színeképek felderítésére bocsátottak fel egy Black Brant típusú kutató rakétát az USA New Mexico államában, fedélzetén az A. F. Davidsen, G. F. Hartig és W. G. Fastie által tervezett távcsővel és spektrográffal. A Faint Object Telescope-nak elnevezett műszer az eddigi legnagyobb távcső, amely kutatórakétára lett felszerelve. Tükörátmérője 40 cm, nyílászöve  $f/15$ , a távcső egy rácsspektrométert táplál, amely az 1200—1700 Å tartományban fotonszámlálási technikával, kb. 10 Å felbontóképességgel határozza meg a színek intenzitását. A belépő rész tükröző felületéről visszavert képet egy tv-kamera továbbítja a földre, hogy a kutatók pontosítani tudják az automatikus orientációs rendszer által vezérelt távcső irányban tartását. A rakéta 218 km magasra emelkedett, a mérés 235 másodpercig tartott.

A 3C273 ibolyántúli színeképe nagy hasonlóságot mutat más kvazárok optikai színekével, mivel ennek a kvazárnak van a legkisebb vöröseltolódása ( $z=0,158$ ). A legfeltűnőbb fényes vonal a hidrogén Lyman- $\alpha$  vonala, ebből a vöröseltolódásra szintén  $z=0,16$  adódik. A kvazárból jövő mért energiafluxus a Ly- $\alpha$  vonalban kb.  $9 \times 10^{-12}$  erg cm $^{-2}$  sec $^{-1}$ , a kontinuumban pedig  $(9,5 \pm 1,0) \times 10^{-26}$  erg cm $^{-2}$  sec $^{-1}$  Hz $^{-1}$ . A színeképben láthatók még a következő emissziós vonalak: N V (nyugalmi hullámhossza  $\lambda$  1240 Å), Si IV és O IV ( $\lambda$  1400), O I ( $\lambda$  1304) és esetleg  $\lambda$  1265 és  $\lambda$  1286-nál is két emisszió, amelyek azonosítása kétséges. Elnyelési vonalak nem találhatók a színeképben. Ez például azt is jelenti, hogy a galaxisközi térben levő semleges hidrogén legnagyobb sűrűsége kisebb, mint  $1,5 \times 10^{-12}$  atom cm $^{-3}$ , ellenkező esetben ugyanis a Ly- $\alpha$  vonal mellett elnyelési vonalnak kellene jelentkezni a rövidebb hullámhosszak felé. Ezenkívül valószínűsíti, hogy a kvazárok valóban kozmológikus távolságokra vannak, mert a nagy vöröseltolódású kvazároknál találtak elnyelési vonalakat, amelyek valószínűleg a közbeeső anyagban képződnek, mivel több, különböző vöröseltolódást mutatnak. A 3C273 viszont a legkisebb vöröseltolódást mutat.

lódású, tehát kozmológikus távolságokat feltételezve legközelebb levő kvazár, így a legkisebb a valószínűsége a közbeeső anyagnak.

Az ibolyántúli észlelést más, eddig közölt ibolyántúli, látható és infravörös színeképekkel kombinálva a kutatók összeállították a 3C273 színeképét az 1300—20000 Å tartományban. Ennek alapján, más kvazárok színeképével összehasonlítva, bizonyos kozmológiai modellek pontosítására nyílik lehetőség. A kvazárokat eddig azért volt nehéz erre a célra felhasználni, mert (feltételezve a kozmológiai távolságokat) nagy szórás volt a *vöröseltolódás—látszó fényesség* diagrammon, azaz a kvazárok abszolút fényessége igen különböző. Ebből a zsákutcából mutattak kiutat J. Baldwin mérései, aki nagy vöröseltolódású kvazárok színeképét vizsgálta a Lick Observatórium 3 méteres távcsövével. Összehasonlítva bizonyos emissziós vonalak fényességét a (nyugalmi)  $\lambda$  1450 Å-nél mért folytonos színekép fényességével, és feltételezve, hogy az objektumok távolsága arányos vöröseltolódásukkal, Baldwin azt találta, hogy hét „lapos” rádiószíneképű kvazár esetében a Lyman— $\alpha$  vonal erőssége a kvazár abszolút fényességével fordítva arányos. Mivel a 3C273 rádiószíneképe szintén „lapos”, az előzőleg említett ibolyántúli színeképből pedig meghatározható volt a Lyman— $\alpha$  vonal erőssége, Davidsen feltételezte, hogy a 3C273 ugyanolyan típusú, így abszolút fényességű, mint a Baldwin által vizsgált kvazárok közül öt, amelyekben a Ly— $\alpha$  vonal hasonló erősségű. Ebből a hat adatból egy *látszó fényesség—vöröseltolódás* diagrammot szerkesztve a  $q_0$  kozmológiai lassulás-paraméterre +1 értéket kapott, ami zárt világegyetemet jelentene. Ennek az eredménynek a pontossága azonban még kétséges, mert egyrészt a 3C273 intersztelláris elnyelés miatti vörösödése nem lett figyelembevéve (a nagy galaktikus szélesség miatt), holott ha ez nagyobb korrekciót igényelne, a lassulási paraméter +0,5-nél kisebb értéknek is adódhatna, tehát nyitott világegyetem-modellnek felelne meg. Másrészt a Baldwin-féle Ly— $\alpha$  vonal erősség — kvazár abszolút fényesség összefüggést is tovább kell vizsgálni, hogy valóban általános jellegű-e.

### Kvazár egy galaxis magjában

Részben az előző témához tartozik, hogy R. M. West, A. Danks és G. Alcaïno szerint egy viszonylag közeli ( $\sim 250$  Mpc) galaxis magjában egy kvazár található. Többek már régóta úgy tartották, hogy a Seyfert-galaxisok és a kvazárok közt az átmenet folytonos, egyszerűen a kvazárok olyan (aktív, fényes) galaxismagok, amelyeknél a távolság miatt a spirálkarok nem látszanak. Az említett, kifejezett spirális formát mutató galaxis jele ESO 113—IG45, koordinátái  $\alpha = 1^h 21,9^m$   $\delta = -59^\circ 04'$ , az Achernar csillag közelében. A. P. Fairall már régebben Seyfert-galaxisnak osztályozta az objektumot. A színeképekben, amelyeket az ESO I méteres távcsövével készítettek, fényes, széles hidro-

génvonalak láthatók, 13 600 km/sec-nek megfelelő vöröseltolódással. Ugyanekkor rövid expozíciójú felvételeken a galaxis magja teljesen csillagszerű, színe megegyezik a kvazárok színével és 10 napon belüli 0,2 magnitúdós fényingadozást mutat. A  $13^m,2$  látszó fényességnek  $-24^m$  abszolút fényesség felel meg, ami igen nagy. A rendszer további tanulmányozása bizonyára még sok érdekességet tartogat.

### Röntgensillagok

A SAS—3 röntgensillagászati mesterséges hold a Galaktika síkjának felderítése során több érdekes röntgenforrást talált. Ezek között van néhány, amely Be típusú csillagoknak felel meg ( $\gamma$  Cas, X Per, SAO 251 595). Az észlelési adatok a következő fizikai modellhez vezetnek: A felsorolt források kettős rendszerek, melyeknek egyik tagja nagy tömegű, gyorsan forgó B típusú csillag. A gyors forgás miatt a csillag egyenlítőjénél az anyag elszabadulhat a felszínről. A számunkra láthatatlan kísérők valószínűleg neutroncsillagok, ezek igen erős gravitációs terébe behullva bocsát ki az elszabaduló anyag röntgensugárzást.

### A Vela-pulzár optikai megfelelője

Az elméleti és megfigyelő csillagászok egyik legkedveltebb objektumában, a Rák-ködben található pulzár után nagyon jelentős a Vela csillagképben 1968-ban felfedezett PSR 0833—45 jelű pulzár. A Rák-köd pulzárjának 0,033 másodperces periódusa után a harmadik legrövidebb periódusú (0,089 sec), tehát elég fiatal. Ezenkívül egy optikai- és rádiótartományban kiválóan észlelhető szupernóva-maradvánnyal áll kapcsolatban. Több kísérlet történt már a Rák-pulzárhoz hasonló optikai impulzusok kimutatására, de az objektum halványasága miatt (elméletileg kb. 25 magnitúdó) ez sokáig nem sikerült. Végül 1977 januárjában P. T. Wallace 12 tagú csoportjának próbálkozása járt eredménnyel. A rádióészlelésekből már ívmásodperc pontossággal ismerték a pulzár helyét, így az Anglo-Australian Observatory 3,8 méteres tükröstávcsövét erre a helyre irányították, és egy 5 ívmásodperc átmérőjű körzet fényességét 0,001 sec időfelbontással figyelték, összehasonlítva a környezetében kiválasztott hasonló égháttér-területtel. Nagyjából egy órányi megfigyelési anyagot azután számítógépen dolgoztak fel, hogy van-e a megfigyelésekben 0,089 másodperces periódus. Több területet is megvizsgálva két esetben sikerült ilyen periódussal váltakozó fénysugárzást észlelni, mindkét esetben a látómezőben benne volt egy  $23^m,7$  fényességű kék csillag, amelyről B. M. Lasker már 1975-ben gyanította, hogy a pulzár optikai megfelelője, de bizonyítani nem tudta. Az ausztráliai megfigyelésekben a fénypulzáció kettős impulzusokat mutat, egy kisebb impulzus 0,022 másodperccel megelőzi a fő impulzust. A pulzár átlagolt vizuális fényessége  $24^m,2$ .

## A legtörpebb törpe cepheida

R. A. Berg és J. G. Duthie, az University of Rochester csillagásza, egy feltételezett fehér törpe közelebbi vizsgálatánál felfedezték az eddigi legrövidebb periódusú törpe cepheidát. A kérdéses csillag a Camelopardalis csillagképben található, koordinátái  $\alpha = 3^{\text{h}}42^{\text{m}}55^{\text{s}}$   $\delta = +63^{\circ}13'5$  (1950), 13 magnitúdós fényességű, jelzése GD 428. A Kitt Peak Observatory egyik 91 cm-es távcsövével végzett fotometriai megfigyelések 0,33 fényrendnyi változást mutattak ki, 0,0390883 nap (56 perc 17 másodperc) periódussal. A fénygörbe tipikusan pulzáló csillagra utal. Ha az objektum főágbeli B csillag lenne, abszolút fényessége kb. 0<sup>m</sup> lenne, ezért távolságára, és ebből következően sebességére irreálisan nagy érték adódna. A csillag sajátmozgása ugyanis évi 0,145 ívmásodperc, az előbbi feltételezés 1300 parsec távolságot ad, ebből a sebesség 900 km/sec, ami nagyobb a helyi galaktikus szökési sebéségnél. Ha viszont a törpe cepheidák *periódus — fényesség* relációját alkalmazzuk a GD 428-ra, ebből +5<sup>m</sup>,5 abszolút nagyságrend adódik, 100 pc távolság, és 70 km/sec sebesség. Ez reálisnak látszik, így viszont a csillag egészen egyedülálló helyet foglal el a Herzprung-Russel diagrammon a főág és a fehér törpék közt felúton.

## Egy születő csillag?

M. Cohen amerikai csillagász csillagközi porfelhők tájékán kutatott olyan objektumok után, amelyek csillagok születésével lehetnek kapcsolatban. Így bukkant rá a Cepheusban  $\alpha = 20^{\text{h}}45^{\text{m}}25^{\text{s}}$   $\delta = +67^{\circ}46'7$  (1950) koordinátáknál egy igen érdekes ködfoltra és a vele kapcsolatban álló csillagra. A képződmény hátteréül egy porfelhő szolgál, amely miatt az égbolt egy kis, kerek részén nem látszanak csillagok. Ebben a „lyukban” 1955-ben, a Palomar Sky Survey idején, egy hosszúkás, kb. egy ívpercnyi csíkszerű ködfolt volt látható, déli végétől nem messze egy halvány vörös csillaggal. Mikor 1976 decemberében Cohen kollégáival, L. V. Kuhival és E. A. Harlannal a Lick Observatóriumban újból lefényképezték, a képeken a csíkszerű ködfoltnak nyoma sem volt, ellenben a vörös csillag jóval fényesebbé vált, és belőle legyezőszerűen kiinduló ködfolt lett látható. Régebbi lemezeken utánanézte a csillag fényessége 1975 augusztusában 18,5, 1976 decemberében 16,9, 1977 júliusában 15,5 magnitúdó volt, tehát 3 magnitúdót fényesedett két év alatt. Mindez erősen emlékeztet az FU Orionis esetére, amelynek fényessége 6 magnitúdóval nőtt meg 1936-ban, és azóta is változatlan; szintén sötét ködfolttal áll kapcsolatban, és az az általános vélemény, hogy a fényességnövekedése a HR-diagramm főágán való fejlődés kezdetét jelentette. Sajnos, az FU Orionis esetében a kifényesedést túl későn vették észre, mikor már befejeződött, míg a jelen esetben a kifényesedés folyamán is lehet vizsgálni a csillagot. Szinképének erőteljes fényesedése az infravörös felé, egészen 3,5  $\mu$ -ig, arra enged következtetni, hogy

vastag porfelhő övezi, amely elnyeli a fényt, és infravörös hullámhosszakon sugározza ki. Az abszorpciós vonalak alapján a csillag színképtípusa korai A, de emissziós vonalak is láthatók, főleg Fe II és a H— $\alpha$ . Ez utóbbinak a profiljából a csillag körül kialakuló gázfelhő jelenléte állapítható meg.

### A Nap méretei

A. Wittman a göttingeni obszervatóriumból egy hosszú mérésorozattal pontosan meghatározta a Nap látszó átmérőjét. Fotoelektromos mérések alapján a Nap látszó félátmérőjére 1 Cs. E. távolságból  $960,00 \pm 0,05$  ívmásodperc értéket kapott. Eddig  $969'',63$  volt a használatos érték, amelyet A. Auwers 19. századi mérésekből határozott meg. Mivel a Nap gázgömb, a napkorong pereme nem abszolút éles, bár jól definiálható. Wittman definíciója szerint ott van a napkorong széle, ahol a fényesség csökkenése a leggyorsabb. Az új mérésekből a Nap sugarának értékére 696 265 kilométer adódik.

### A napszél szerkezete

Mióta a napszelet és az abban foglalt mágneses teret felfedezték, sokakat érdekelt szerkezetük térbeli alakulása. Az eddigi mesterséges égitestek mind gyakorlatilag az ekliptika síkjában keringtek, erre a síkra vonatkozott az összes mérés. A Pioneer—11 viszont, útban a Szaturnusz felé, a Jupiter vonzásától segítve, elég távol jutott az ekliptikától ahhoz, hogy a Nap egyenlítőjétől  $16^\circ$  távolságra is észlelje a bolygóközi tér szerkezetét. Az űrszonda mérései szerint ilyen magasságban már a szoláris eredetű mágneses tér szerkezete egyszerű, és a Naptól változatlanul kifelé mutató. Ez a L. Svalgaard és J. M. Wilcox által kidolgozott „gyűrött áramréteg” elméletet támasztja alá, amely szerint a Nap (és ezért a napszél) mágneses terének általános szerkezete bipoláris, tehát alapjában véve az egyik félgömbön a Nap felé, a másikon tőle elmutató, viszont a kettőt elválasztó áramréteg nem pontosan a Nap egyenlítőjén, hanem annak bizonyos környezetében, gyűrődve, hullámosan helyezkedik el. Szerintük ez a környezet napfoltminimum idején kb.  $15^\circ$ -ra terjed az egyenlítőtől, ez alatt lehet szektorszerkezetet találni. A szektorhatárok nem mások, mint a gyűrött áramréteg metszésvonalai az ekliptika síkjával. Bizonyos magasság fölött, mint a Pioneer—11 mérései is mutatták, a tér gyakorlatilag homogén.

Egy másik érdekes mérést a szovjet Marsz-7 űrállomás szolgáltatott, 1973. szept. 7-én  $11^h44^m$  világidő után kb. 10 óra hosszan erős negatív anizotrópiát figyelt meg a szoláris kozmikus sugarak eloszlásában, azaz a Nap felé tartó kozmikus részecskék száma meghaladta — volt, hogy háromszorosan — a Nap felől jövő részecskék számát. Mivel a részecskék forrásául szolgáló napkitörés

és az űrállomás a Nap egyenlítői síkjának különböző oldalain helyezkedtek el, valószínűleg a napszélben jelenlevő mágneses tér erővonalait követve fordultak vissza a részecskék, és okozták az érdekes megfigyelést. Október 4-én, mikor ugyanebben az aktív vidékben — nagyjából az űrszonda irányában — megint történt napkitörés, újból sikerült megfigyelni kisebb negatív anizotrópiát.

### A Föld—Hold rendszer stabilitása

Régóta foglalkoztatja az égimechanikával foglalkozó csillagászokat, hogy mennyire tekinthető állandónak jelenlegi környezetünk, azaz ha a Nap—Föld—Hold rendszer mozgását az időben elegendően messze követjük, a Hold mindig a Föld kísérője marad-e. Már 1878-ban G. W. Hill bebizonyította, hogy a Hold sem el nem szabadulhat a Földtől, sem be nem fogódhatott a régmúltban, azonban a probléma matematikai egyszerűsítéséhez feltételezte, hogy a Föld körpályán kering, és a Hold tömege elhanyagolható. Most V. Szebhely és R. McKenzie ismét elővették a kérdést, figyelembe véve a földpálya excentricitását és a jelenlegi tömegarányt. Számításaikból az adódott, hogy amennyiben a földpálya excentricitása meghaladja a 0,0023 értéket (jelenleg  $e = 0,017$ ), a Föld—Hold rendszer instabillá válik. Ezért tehát lehetséges a Hold befogódása a régmúltban, vagy elszabadulása a távoli jövőben. A rendszer stabilitásához vagy mind a Föld, mind a Hold tömegét kb. 26-szorosára kellene növelni, vagy a köztük levő távolságot 18 800 km-re csökkenteni. Ez utóbbi értékek azonban kissé bizonytalanok, mert a számításoknál elhanyagolták a Föld lapultságát és az árapály-effektusokat.

### Chiron (1977 UB)

Az Uránusz gyűrűinek felfedezése után 1977 végén ismét a Naprendszer külső részére terelődött a figyelem a Chiron felfedezésével. Tulajdonképpen még azt is nehéz eldönteni, hogy ezt az objektumot kisbolygónak vagy üstökösnek nevezzük, mert pályája átmenet a kettő közt. Felfedezésére 1977. november 1-én került sor, mikor C. Kowal megpillantotta a lassan mozgó égitest nyomát október 18-i és 19-i felvételein, melyeket a Palomar-hegyi nagy Schmidt-távcsővel készített. A képek 18 magnitúdós fényességről és rendkívül lassú mozgásról tanúskodtak. Élességük miatt az objektum kisbolygó-jelölést (1977 UB) kapott, bár ilyen óriási távolságban a Naptól (17,8 Cs. E.) sem kisbolygót, sem üstököst nem sikerült még észlelni! A felfedezés után régebbi lemezeken is (okt. 11, 12), újabbakon is rábukkantak az égitest nyomára, és közelítőleg meghatározták pályáját, amely elég kis excentricitásának bizonyult, bár a lassú mozgás és a kis intervallum miatt ez a pálya még rendkívül bizonytalan volt. Az idő haladtával az egyre újabb észlelések mellett Kowalnak sikerült megtalálnia a Chiront két felvételen, melyek 1969 szeptember 10-én és 11-én készültek.



Ez már  $29^\circ$  befutott pályát jelentett az égbolton, amelyből nagyobb pontossággal meg lehetett határozni a pályaelemeket, ezek a következőknek adódtak: perihélium átmenet ideje  $T = 1996$  febr. 13,170; perihélium hosszúsága  $\omega = 339^\circ,005$ ; felszálló csomó hosszúsága  $\Omega = 208^\circ,716$ ; pályahajlás  $i = 6^\circ,923$ ; excentricitás  $e = 0,37860$ ; fél nagytengely  $a = 13,6991$  Cs. E.; perihéliumtávolság  $q = 8,51259$  Cs. E.; keringési idő  $P = 50,70$  év. A pálya tehát nagyrészt a Szaturnusz és Uránusz pályája között fekszik. Perihéliuma a Szaturnuszénál beljebb esik, de a pályahajlások különbsége miatt túl közel nem juthat a két bolygó, mint a Neptunusz és a Plútó sem, ahol hasonló a helyzet. A Chiron látszó fényessége, mikor perihéliuma közelében található  $14^m,5$  körül lehet. Ilyenkor a Szűz csillagkép nyugati részében  $12^a$  rektaaszenció és  $-5^\circ$  deklináció táján tartózkodik, ez legutóbb 1895-ben és 1945-ben történt. Természetesen felmerült az a kérdés is, hogy mennyire stabil az objektum pályája. B. Marsden pályaszámításai szerint, aki az 1400—2550 évek közé eső időszakra kiszámolta a külső öt nagybolygó által okozott perturbációkat, lényeges változások nem történtek ebben az időszakban. Érdekes, hogy a Szaturnusz keringési idejével a Chiron keringési ideje kb.  $5/3$ -os rezonanciában van, amely megakadályozza, hogy a Chiron túl közel kerüljön a Szaturnuszhoz, és pályája nagymértékben megváltozzon.

Annak eldöntésére, hogy ez az égitest kisbolygó-e vagy üstökös, még várunk kell egy ideig. A Naptól legtávolabbra jutó kisbolygó ezelőtti ismereteink szerint a 944 Hidalgo volt, amely 9,64 Cs. E.-re jut el. Az üstökösök közül az 1927 IV (Stearns) üstököst sikerült eddig legmesszebbre, kb. 11 Cs. E.-re követni, ilyen távolságban az üstökösök már éppúgy pontszerűnek látszanak, mint a kisbolygók. Lehet, hogy 1996-os perihélium átmenete során a Chiron is üstökösszerű aktivitást fog mutatni.

Az előzőleg említett pályaelemek alapján kiszámolt efemeris nyomán több régi felvételen sikerült azonosítani a Chiront, így 1895, 1936, 1941, 1943, 1952 és 1976 években, tehát több mint másfél keringés során. Ezek alapján a legújabb, pillanatnyi pályaelemek, az öt külső bolygó háborgatásainak figyelembevételével, a következők:  $T = 1996$  febr. 19,5345;  $\omega = 339^\circ,1051$ ;  $\Omega = 208^\circ,7141$ ;  $i = 6,9229$  (1950-re);  $e = 0,378623$ ;  $a = 13,695195$  Cs. E.;  $q = 8,509883$  Cs. E.;  $P = 50,68$  év. A Szaturnusz, valamint — kisebb mértékben — a Jupiter és Neptunusz perturbáló hatására a tényleges keringési idő 47 és 51 év közt ingadozik.

Érdekes, hogy az objektumot az 1941-es felvételen megjelölte az észlelő, de mivel távoli galaxisokat keresett, később nem törődött vele, így Kowalé lett a felfedező dicsősége. A Kowal által javasolt (a Nemzetközi Csillagászati Unió által hivatalosan még el nem fogadott, de valószínűleg elfogadásra kerülő) Chiron név az eddigi hagyományoknak megfelelően a görög mitológiából való, a legbölcsebb kentaur neve. Ez egyben utalás az égitest kettős természetére is. Kowal szerint, ha sikerül más hasonló objektumokat is találni, ezeket a kentaurokról lehetne elnevezni.

## A Szaturnusz gyűrűinek tömege

A Naprendszerben az egyik legnehezebben mérhető mennyiség az égitestek tömege. Rendszerint egyik testnek a másikra gyakorolt zavaró hatásából határozzák meg, vagy a feltételezett sűrűség és mért térfogat szorzataként. W. I. McLaughlin és T. D. Talbot most a Szaturnusz gyűrűinek tömegét számították ki nagy pontossággal. Eredményük  $M = (3,5 \pm 1,4) \times 10^{24}$  g. A felhasznált módszer a következő: a Szaturnusz közelében a nehézségi erőteret a bolygó alakja és tömegeloszlása, a gyűrű tömege, valamint a holdak tömege és pályája határozza meg. Ha ismerjük a holdak csomóvándorlásának adatait, azaz azt a sebességet, amellyel a pályaháborgások miatt a pályasík lassan elfordul a bolygó tengelye körül, ebből ki lehet számolni a nehézségi erőter szerkezetét, amiből viszont meghatározható a gyűrű tömege. A Szaturnusz hat belső holdjának pályaelmozdulását Kozai és Garcia 1972-től 1888-ig visszamenőleg pontosan meghatározta, az ő adataiból adódott a fenti érték a gyűrű tömegére. Az eredmény jól egyezik egy korábban, egész más módszerrel kapott adattal. Franklin, Colombo és Cook 1971-ben azt vették észre, hogy a Cassini-rés nem ott van, ahol a Mimas nevű hold keringési idejével rezonancia lépne fel, hanem 1400 km-rel eltérő sugáron. Ezt az eltérést a gyűrű saját tömegének gravitációs hatása okozza, amiből a gyűrű tömegére  $M > 3,4 \times 10^{24}$  g adódik. Ezek alapján a Szaturnusz gyűrűrendszere tömege szerint a kilencedik helyre kerül a Naprendszer bolygóinak kísérői közt, a Ganymedes, Triton, Titan, Callisto, Hold, Io, Europa és Titania után. Ha anyagát  $2,4 \text{ g/cm}^3$  sűrűséggel (ez a Dione és Rhea sűrűsége) egy golyóba préselnénk, kb. 700 km átmérőjű gömb kerekedne belőle.

## Egy nevezetes kisbolygó újrafelfedezése

Az 1936 CA Adonis kisbolygó több szempontból is nevezetes, főleg igen nagy excentricitása (0.764) miatt, és a második ismert aszteroid volt, amely a Föld pályáján belül kerülhet. Kicsisége miatt csak akkor figyelhető meg, ha a Föld közvetlen közelébe kerül, mint pl. 1936-os felfedezése idején, amikor a Hold távolságának kb. négyszeresére haladt el mellettünk. Ekkor két hónapig sikerült követni, majd 41 év szünet következett. A pályaszámítások azt mutatták, hogy 1977 elején ismét kedvező helyzetbe kerül az Adonis, tehát érdemes foglalkozni a megkeresésével. Ugyanakkor B. Marsden számításai azt is kimutatták, hogy a kisbolygó 1964-ben 0,04 Cs. E.-re haladt el a Vénusz mellett, így helyzete elég bizonytalanul számítható előre, bármilyen jól is ismert a pályasík elhelyezkedése. Az előre megadott „hely” az égbolton ezért egy hosszú vonal volt pont helyett. Ezt az ívet fényképezte le 1977 febr. 14-én C. Kowal a palomári nagy Schmidt-távcsővel, és közel a megadott vonalhoz megtalálta a  $16^m$  fényességű objektumot. Az új észlelések alapján B. Marsden újból ki-

számította az Adonis pályáját, a pályaelemekre a következő értékek adódtak:  $T = 1976$  dec. 16,08;  $\omega = 41^{\circ},0062$ ;  $\Omega = 351^{\circ},2499$ ;  $i = 1^{\circ},3688$ ;  $e = 0,764224$ ;  $a = 1,872546$  Cs. E.;  $q = 0,442$  Cs. E.;  $P = 2,56246$  év.

## Új műszerek

Folytatódik a Kaukázusban a szovjet asztrofizika jelentős létesítményének, a SzAO-nak (Szpecialnaja Asztrofiziceszkaja Observatorija) építése Zelen-csuk falu közelében. Szolgálatba lépett a világ jelenleg legnagyobb optikai távcsöve, a BTA (Bolsoj Teleszkop Azimutalnij). A sok szempontból egyedül-álló műszer tükrének átmérője 6 méter. A mechanikai konstrukció megkönnyítésére a távcsövet altazimutálisan, tehát függőleges és vízszintes tengelyek körül forgathatóan állították fel, így a mozgó részek súlya csak 800 tonna. A csillagok követésének a felállítás miatti bonyolultsága manapság, a számítógépek korában nem okoz gondot, a távcső számítógépe gondoskodik az egyes tengelyek mentén megfelelő sebességgel történő forgatásról, automatikusan figyelembe véve eközben a refrakciót és a távcső szerkezetének saját súlya alatti lehajlását is. Ugyanekkor a gép a kazetta elforgatásával korrigálja a látómező forgását is, ami szintén a felállítás következménye. E korrekciók pontossága  $\pm 0'',3$ . A zenit közelében egyes korrekciók igen nagy értéket vesznek fel, sőt magában a zenitben végtelenné válnak, így a távcső számára a zenit  $5^{\circ}$ -os sugarú környezete nem hozzáférhető. A főtükör súlya 42 tonna, egy csillag rásó fényéből 95%-ot egy  $1''$  sugarú körön belülré gyűjt össze, fókusza 24 m (f/4). Hasznos látómezeje  $2'$ , korrektorlencsével  $12'$ . Domború segédtükörrel Cassegrain-Nasmyth szerelésben a fókusz távolság 180 m-re növelhető (f/30). A fotoelektromos vezetésre szolgáló segédtávcső tükrének átmérője 70 cm. Tervbe van véve a főtükör cseréje, az új tükör a hőmérséklet-változás miatt méreteit nem változtató szital nevű üvegkerámiából készül, előreláthatólag a nyolcvanas évek elejére lesz kész. A BTA-val végzett megfigyelések alapján már megjelentek az első közlemények, például folt-interferometriás módszerrel megmérték néhány közeli óriás csillag látszó átmérőjét.

A BTA-n kívül a SzAO-hoz tartozik a 600 méter átmérőjű tükörgyűrűvel rendelkező RATAN—600 rádiótávcső, amely szintén készen áll már, ezenkívül keletebbre, az Elbrusztól nem messze, a Bakszan folyó völgyéből indulva, a 3937 m magas Andir Tau hegy alatt egy óriási neutrínótávcső-együttes is épülőben van, amely nemcsak a Davies-féle klór—argon reakciót használja ki, hanem a kisebb energiájú neutrínók kimutatására alkalmasabb (0.2 MeV küszöbenergiájú) gallium—germánium reakciót is. A neutrínótávcső első része 1977 novemberének végén kezdett üzemelni, így remény van arra, hogy a Nap belső szerkezetére vonatkozó, utóbbi időben kissé megingott elképzelésünk is megszilárdulhatnak.

Az optikai csillagászatban az utóbbi időben nagy hangsúlyt kapott a déli

égbolt vizsgálata, mivel eddig ez a sok érdekes objektumot tartalmazó terület a rendelkezésre álló műszerek csekély teljesítőképessége miatt eléggé feltáratlan maradt. E feladatra több „közös” csillagvizsgáló alakult, például Chilében a Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO) az USA, a La Sillában működő European Southern Observatory (ESO) a nyugat-európai csillagászoknak áll rendelkezésére, Anglia pedig Ausztráliában, Siding Springsben állította fel az Anglo—Australian Observatoryt. Minden említett obszervatórium igen komoly és modern távcsövekkel rendelkezik, a CTIO pl. a nagyon sikeres Kitt Peak-i 4 méteres távcső másodpéldányával, az ESO-ban 1977-ben helyezték üzembe az 1 méteres Schmidt-távcső mellé a 3,6 méteres Ritchey—Chrétien rendszerű reflektort, Siding Springsben van egy 3,8 méteres reflektor, valamint a palomári 122 cm-es Schmidt-távcső egy modernizált másodpéldánya, amelynek legfontosabb feladata — az ESO hasonló távcsövével együtt — az eddig is rendkívül nagy jelentőségű Palomar Sky Survey folytatása a déli égboltra.

Magyarország sem maradt le a csillagászati észlelő műszerek terén a fejlődésben. Minden fő kutatási területen modern, nagy teljesítményű műszereket szereztünk be az utóbbi években, amint ez az obszervatóriumok igazgatóinak az eddigi Csillagászati Évkönyvekben között beszámolóiból kiténik. Ide tartozik pl. a pizskétetői 1 m-es RCC távcső, számos szputnyikmegfigyelő műszer Pencen és Baján, valamint a debreceni 53 cm objektívátmérőjű koronográf, amely a világ legnagyobb koronográfjai közé tartozik. Ebből a műszerből 10 db készült eddig a Szovjetunióban, 8 a Szovjetunió, 1 Magyarország és 1 Lengyelország részére, de még nincs mindegyikük üzembehelyezve. Az említett hazai műszerekkel már javában folynak az észlelések, az 1. képen a debreceni koronográfval 1977 nyarán készült megfigyelésekből adunk példát.

### Nóvák 1977-ben

Nova Sagittae 1977. Az év első nóváját január 7-én G. Hosty angol amatőr-csillagász fedezte fel. Vizuális fényessége  $7^m,2$  volt, helyzete  $\alpha = 19^h37^m08^s,2$   $\delta = +18^\circ00'58''$  (1950). Színképében jan. 14-én fényes emissziós sávok voltak láthatók, az ibolya oldalon egy abszorpciós komponenssel, amely 1200 km/sec sebességgel táguló gázburoknak felelt meg. Júliusra már elég halvány volt ( $12^m$ ). „Előéletére” vonatkozólag a helyzetéhez  $8''$ -nél közelebb nem sikerült  $19^m$ -nál fényesebb prenovát találni.

Nova Sagittarii 1977. A  $9^m,3$  fényességű új csillagot Y. Kuwano fedezte fel március 27-én. Pozíciója  $\alpha = 18^h35^m11^s,5$   $\delta = -23^\circ25'27''$  (1950). A Cerro Tololo Inter-American Observatory-ban április 2—3-án felvett színképeken az igen széles emissziós vonalakra több abszorpciós komponens van ráakódva, az ibolya felé tolódva, ezek kb. 500, 1000 és 1500 km/sec tágulási sebességnek felelnek meg. A nóva fényessége ezután csökkent, augusztusra  $11^m$  körül volt, október végére  $12^m$  körül.

Nova Ophiuchi 1977. Érdekessége, hogy először (aug. 31-én) az Ariel—5 mesterséges hold röntgensugárzás-detektorai jelezték, tőle függetlenül a HEAO—1 is észlelte a röntgentartományban. Az Anglo—Australian Observatory és az UK Schmidt Telescope Unit kutatói két, egymástól független felvételen a 380 cm-es távcsővel és a 122 cm-es Schmidt-távcsővel felfedezték az optikai tartományban is szeptember 10-én a kb. 16<sup>m</sup>,5 fényes novát, melynek koordinátái  $\alpha = 17^{\circ}05^m10^s,4$   $\delta = -25^{\circ}01'38''$  (1950). A Sky Survey felvételeken a határmagnitúdóhoz közel ezen a helyen látható egy csillag, ugyancsak észrevehető egy 1976. május 26-i Schmidt felvételen. A csillag szinképében semmiféle vonalat nem sikerült találni.

### Az 1977. év üstökösei

Rekordmennyiségű üstököst figyeltek meg 1977-ben — huszonkilencet. Ezt megelőzően (1973-ban) az egy év alatt megfigyelt üstökösök legnagyobb száma 28 volt. Hét üstökös az előző évekből húzódott át 1977-re, három — P/Encke, P/Schwassman-Wachmann 1, P/Gunn (a P/ jel a periódikusságot jelzi) — állandóan megfigyelhető, nyolc volt új (ez még elmarad az 1975-ös 13 és az 1948-as 12 új üstökös felfedezésétől), a maradék tizenegy előzőleg már megfigyelt periódikus üstökösök visszatérése volt (ez szintén kissé elmarad az 1970-es 12 újrafelfedezéstől). Betűjelzést így 1977-ben 19 üstökös kapott, amire nem volt példa — December 18-án a Piszkestetői Observatóriumban Lovas Miklós üstökösnek vélt objektumot fedezett fel, amiről csak később derült ki, hogy az 1977 YA jelzésű nagy inklinációjú kisbolygó. Így csaknem kiosztásra került a t betű is. (Előzőleg legtovább 1970-ben csak az r-ig jutottak el.) Érezhető az új, nagy távcsövek, és a déli félteke új obszervatóriumi által hozott fellendülés, mert az említett üstökösök legnagyobb része igen halvány volt, mindössze kettő érte el, ill. haladta túl a 12 magnitúdót, és egyedül a Kohler 1977m üstökös súrolta a szabad szemmel láthatóság határát, novemberi 6<sup>m</sup>-os fényességével. Az újonnan felfedezett üstökösök közül négynek csak parabolikus pályát sikerült számítani, a többi periodikus, és kb. fele-fele arányban sikerült perihélium-átmenet előtt, ill. után felfedezni őket.

P/Taylor 1977a = 1916 I. Az 1916-ban felfedezett üstököst most sikerült azóta először megtalálnia C. Kowalnak a palomári 122 cm-es Schmidt-távcsővel, január 25-én, mint 16<sup>m</sup> fényességű, diffúz objektumot. A pályaelemek alapján a kettészakadt üstökös B komponensével azonosították, az A komponens helyén semmit sem sikerült megfigyelni. Pályaelemek: (a betűk magyarázatát lásd a Chiron c. fejezetben) T = 1977 jan. 11,5;  $\omega = 355^{\circ},6$ ;  $\Omega = 108^{\circ},2$ ;  $i = 20^{\circ},6$ ;  $e = 0,465$ ;  $a = 3,650$  Cs. E.;  $q = 1,952$  Cs. E.; P = 6,97 év.

P/Grigg-Skjellerup 1977b = 1902 II. Ez az Encke-üstökös után következő legrövidebb periódusú üstökös, eredetileg Grigg fedezte fel 1902-ben, 1922-ben Skjellerup újra megtalálta, azóta minden visszatérésében sikerült megfigyelni.

1977 január végén, az előszámított hely közvetlen közelében találták meg egymástól függetlenül P. Jekabsons Ausztráliában, valamint A. C. Gilmore és P. M. Kilmartin Új-Zélandban. Az üstökös ekkor csak 18<sup>m</sup> fényességű volt, de gyorsan fényesedett, márciusra már elérte a 11 magnitúdót. Április 2-án 27 millió kilométerre megközelítette a Földet, fényessége ekkor a jósolt 13<sup>m</sup> helyett 9<sup>m</sup>,5 volt. A Föld április 23-án áthaladt az üstökös pályájának felszálló csomópontján, mindössze 12 nappal az üstökös után, így Ausztráliában és Új-Zélandban erős meteorhullás volt megfigyelhető, egyes meteorok elérték a —4 nagyságrendet, óránkénti számuk pedig a maximumban a 40-et. Az üstökös pályaelemei:  $T = 1977$  ápr. 11,0;  $\omega = 359^\circ,3$ ;  $\Omega = 212^\circ,6$ ;  $i = 21^\circ,1$ ;  $e = 0,664$ ;  $a = 2,963$  Cs. E.;  $q = 0,993$  Cs. E.;  $P = 5,10$  év.

Lovas 1977c. Az év első új üstökösét Lovas Miklós fedezte fel a pizskétetői Schmidt-távcsővel február 17-én. Az üstökös ekkor 15<sup>m</sup> fényes volt, és mivel perihéliumán már áthaladt, lassan halványodott a továbbiakban. Figyelemreméltó igen nagy perihéliumtávolsága. Parabolikus pályaelemei:  $T = 1976$  okt. 31,6;  $\omega = 146^\circ,2$ ;  $\Omega = 337^\circ,5$ ;  $i = 64^\circ,5$ ;  $q = 5,710$  Cs. E.

P/Tempel 2 1977d = 1873 II. Eddig 15 alkalommal figyelték meg visszatérését, legutóbb 1972-ben. A Harvard Observatórium agasszi megfigyelő-állomásán C. Y. Shao és G. Schwartz találták meg a 19<sup>m</sup>,5 fényességű csillagszerű objektumot, az állomás 155 cm átmérőjű reflektorával, az előszámított hely közvetlen közelében. Halványasága miatt keveset észlelték. Pályaelemei:  $T = 1978$  febr. 20,7;  $\omega = 190^\circ,9$ ;  $\Omega = 119^\circ,2$ ;  $i = 12^\circ,5$ ;  $e = 0,548$ ;  $a = 3,029$  Cs. E.;  $q = 1,369$  Cs. E.;  $P = 5,27$  év.

Helin 1977e. A 15<sup>m</sup> fényes égitestet E. Helin fedezte fel április 16-án, a palomári 46 cm-es Schmidt-távcsővel. Bár az első megfigyelések még nem zárták ki, hogy rövid periódusú üstökösről van szó, pályája a későbbiekben parabolikusnak bizonyult. Pályaelemei:  $T = 1977$  júl. 1,0;  $\omega = 249^\circ,4$ ;  $\Omega = 19^\circ,4$ ;  $i = 43^\circ,2$ ;  $q = 1,118$  Cs. E.

P/Kowal 1977f. C. Kowal április 24-én fedezte fel a 122 cm-es palomári Schmidt-távcsővel a 16—17 magnitúdó fényes, diffúz, 2' csóvájú üstökösöt. Eleinte nehéz volt eldönteni, hogy közeli, rövid periódusú, vagy távoli, retrográd mozgású üstökösről van szó. A későbbi megfigyelések az első lehetőséget igazolták. Pályaelemek:  $T = 1977$  márc. 3,7;  $\omega = 179^\circ,0$ ;  $\Omega = 28^\circ,4$ ;  $i = 4^\circ,4$ ;  $e = 0,238$ ;  $a = 6,117$  Cs. E.;  $q = 4,664$  Cs. E.;  $P = 15,13$  év.

P/Ashbrook—Jackson 1977g = 1948 IX. A halvány (19<sup>m</sup>,5) üstökösöt április 28-án sikerült az előszámított hely közelében megtalálni a Córdoba Observatórium két csillagászának, Z. M. Pereyrának és H. Moyanonak, a Bosque Alegre-i 154 cm-es reflektorral. Pályaelemek:  $T = 1978$  aug. 19,8;  $\omega = 349^\circ,0$ ;  $\Omega = 2^\circ,1$ ;  $i = 12^\circ,5$ ;  $e = 0,400$ ;  $a = 3,806$  Cs. E.;  $q = 2,284$  Cs. E.;  $P = 7,43$  év.

P/Whipple 1977h = 1933 IV. Az 1933 óta mind a hat visszatérésében észlelt üstökösöt a kiszámított helytől kb. 1' távolságban találta meg Z. M. Pereyra és J. Laborde, az előző üstökösnél említett műszerrel. Az objektum fényessége

19<sup>m</sup>,8 volt. Pályaelemek:  $T = 1978$  márc. 27,5;  $\omega = 190^\circ,0$ ;  $\Omega = 188^\circ,3$ ;  $i = 10^\circ,2$ ;  $e = 0,352$ ;  $a = 3,811$  Cs. E.;  $q = 2,469$  Cs. E.;  $P = 7,44$  év.

P/Tempel 1 1977i = 1867 II. 1867-es felfedezése után 1873-ban és 1879-ben látták ezt az üstökösöt, ezután hosszabb időre elveszett. 1967-ben újra felfedezte E. Roemer, majd 1972-ben sikerült ismét megfigyelni. 1977-ben április közepén pillantották meg újrafelfedezői, C. Y. Shao, G. Schwartz és R. E. McCrosky az agasszi 155 cm-es reflektorral. Az üstökös fényessége ekkor 20<sup>m</sup>,4 volt! Valószínűleg a pontos pályaszámítás is hozzájárult az igen halvány objektum megtalálásához. Pályaelemei:  $T = 1978$  jan. 11,0;  $\omega = 179^\circ,1$ ;  $\Omega = 68^\circ,3$ ;  $i = 10^\circ,5$ ;  $e = 0,519$ ;  $a = 3,115$  Cs. E.;  $q = 1,497$  Cs. E.;  $P = 5,50$  év.

P/Wolf-Harrington 1977j = 1924 IV. Ötödik visszatérését először G. Schwartz és C. Y. Shao jelentette július 11-én, az agasszi 155 cm-es reflektorral figyelték meg. Az üstökös a számított helyhez közel tartózkodott, képe erős központi kifényesedést mutatott, bár fényessége mindössze 19<sup>m</sup>,5 volt. Az előzőektől függetlenül T. Seki is megfigyelte július 23-án. Pályaelemek:  $T = 1978$  márc. 15,9;  $\omega = 187^\circ,0$ ;  $\Omega = 254^\circ,2$ ;  $i = 18^\circ,5$ ;  $e = 0,538$ ;  $a = 3,495$  Cs. E.;  $q = 1,615$  Cs. E.;  $P = 6,53$  év.

P/Arend-Rigaux 1977k = 1950 VII. A felfedezése óta mindhárom visszatérésekor megfigyelt üstökösöt negyedik visszatérésében az előző üstökösénél említett műszerrel R. E. McCrosky találta meg, mint 19 magnitúdós csillagszerű pontocskát 1977 aug. 15-i felvételén. Ettől függetlenül Z. M. Pereyra is készített 4 felvételt róla aug. 19—22-én. Pályaelemek:  $T = 1978$  febr. 2,4;  $\omega = 329^\circ,0$ ;  $\Omega = 121^\circ,5$ ;  $i = 17^\circ,9$ ;  $e = 0,600$ ;  $a = 3,600$  Cs. E.;  $q = 1,442$  Cs. E.;  $P = 6,83$  év.

P/Chernykh 1977l. Az új üstökös először augusztus 19-én és 22-én készült két felvételen volt látható, melyeket N. Sz. Csernih készített a Krimi Asztronfizikai Observatóriumban. H. E. Schuster az ESO 1 m-es Schmidt-távcsövével megerősítette a felfedezést. Az üstökös fényessége ekkoriban 13—14 magnitúdó körül volt, diffúz, kis, egy ívpercnél kisebb csóvával, fényessége az év végéig csak kb. 1 magnitúdót nöött. Pályaelemei:  $T = 1978$  febr. 14,7;  $\omega = 266^\circ,7$ ;  $\Omega = 134^\circ,1$ ;  $i = 5^\circ,7$ ;  $e = 0,594$ ;  $a = 6,325$  Cs. E.;  $q = 2,568$  Cs. E.;  $P = 15,91$  év.

Kohler 1977m. Az év legfényesebb üstökösét szeptember 2-án fedezte fel M. Kohler kaliforniai amatőr egy 20 cm-es Schmidt-Cassegrain távcsövel, mint 10<sup>m</sup> fényességű, elmosódott foltot a Corona Borealis csillagképben. A Lick Observatóriumban E. A. Harlan ellenőrizte a bejelentést, és szeptember 6-án készült felvételén szintén megtalálta az égitestet. Ekkor csóvája még nem volt, de ahogy közeledett a Naphoz, egyre fényesedett, és kis csóvája is fejlődött. Október közepére fényessége 8<sup>m</sup> körüli, november végére elérte a kb. 6 magnitúdót, november elején 40' hosszú csóvát is észleltek. Színképében megfigyelhetők voltak az NH, CN, C<sub>2</sub> molekulaszavok és az [O I] tiltott vonalak emisszióban, a gyenge folytonos színkép viszonylag kevés porra utalt. A nancay-i rádiótávcsövel az OH gyök rádiósugárzását is sikerült megfigyelni

október végén. Parabolikus pályaelemei:  $T = 1977$  nov. 10,6;  $\omega = 163^{\circ},5$ ;  $\Omega = 181^{\circ},8$ ;  $i = 48^{\circ},7$ ;  $q = 0,990$  Cs. E.

P/Comas Solá 1977n = 1927 III. Az eddig minden visszatérésében megfigyelt üstökösről R. E. McCrosky, G. Schwartz és C. Y. Shao készített felvételt az agasszi megfigyelőállomás 155 cm-es reflektorával szeptember 11—12-én. Az objektum mint igen halvány ( $20^m$ ) elmosódott folt látszott, több megfigyelés nem is történt 1977-ben, de a perihélium átmenet csak 1978 végén lesz. Pályaelemek:  $T = 1978$  szept. 24,3;  $\omega = 42^{\circ},8$ ;  $\Omega = 62^{\circ},4$ ;  $i = 13^{\circ},0$ ;  $e = 0,566$ ;  $a = 4,307$  Cs. E.;  $q = 1,870$  Cs. E.;  $P = 8,94$  év.

P/Schuster 1977o. Október 9-én fedezte fel H. E. Schuster az ESO-ban, fényessége ekkor  $17^m$  körül volt, diffúz objektum, apró,  $20''$ -es csóvával. A felfedezés után utólag sikerült azonosítani néhány szeptember elején készült felvételen, amelyeken kisbolygónak vélték, így viszonylag hamar lehetett pályát számolni, amely elliptikusnak adódott. Pályaelemek:  $T = 1978$  jan. 6,8;  $\omega = 353^{\circ},9$ ;  $\Omega = 50^{\circ},8$ ;  $i = 20^{\circ},4$ ;  $e = 0,574$ ;  $a = 3,823$  Cs. E.;  $q = 1,628$  Cs. E.;  $P = 7,48$  év.

P/Sanguin 1977p. J. G. Sanguin fedezte fel október 15-én a nem túl figyelmeméltó, 16 magnitúdós, csóvával alig rendelkező üstököszt. Hamarosan megtalálták egy szeptember elején készült felvételen is, így periódikus voltát el lehetett dönteni. Pályaelemei:  $T = 1977$  szept. 17,4;  $\omega = 162^{\circ},0$ ;  $\Omega = 182^{\circ},3$ ;  $i = 18^{\circ},6$ ;  $e = 0,664$ ;  $a = 5,392$  Cs. E.;  $q = 1,811$  Cs. E.;  $P = 12,52$  év.

Tsuchinshan 1977q. Az Új Kina hírügynökség jelentéséből értesült először a világ csillagászaiknak közössége arról, hogy a Nanking melletti Bibor Hegy (Tsuchinshan) Observatóriumban egy gyorsan mozgó, diffúz égitestet fedeztek fel november 3-án. Mint a későbbi megfigyelések kiderítették, az üstökös már jóval túlhaladt perihéliumán, így fényessége a felfedezés idején levő  $13^m,5$ -ről decemberre már  $15^m$ -re csökkent. Parabolikus pályán mozog, pályaelemei:  $T = 1977$  júl. 24,9;  $\omega = 318^{\circ},2$ ;  $\Omega = 4^{\circ},6$ ;  $i = 168^{\circ},5$ ;  $q = 3,603$  Cs. E.

P/Kojima 1977r = 1970 XII. Mivel felfedezése után ez volt az első számított visszatérése a periódikus Kojima üstökösnek, érdeklődéssel várták az üstökös-kutatók a megfigyeléseket. December 8—10-én sikerült lefényképezni két obszervatóriumban is, a Tokiói Observatórium 105 cm-es Schmidt-távcsövével H. Kosainak és K. Hurukawanak, a nagy palomári Schmidt-távcsövel pedig C. Kowalnak, mint kb. 19 magnitúdós elmosódott foltot. Az első visszatérés miatt a pályaelemekben kis eltérés mutatkozott az eddig ismertektől, a perihélium átmenet időpontja 0,2 nappal korábbra került. A korrigált pályaelemek:  $T = 1978$  máj. 24,6;  $\omega = 348^{\circ},6$ ;  $\Omega = 154^{\circ},1$ ;  $i = 0^{\circ},9$ ;  $e = 0,393$ ;  $a = 3,951$  Cs. E.;  $q = 2,300$  Cs. E.;  $P = 7,85$  év.

P/Van Biesbroeck 1977s = 1954 IV. Az üstökös második visszatérése, a Harvard Observatory agasszi állomásának 155 cm-es reflektorával R. E. McCrosky találta meg december 17-én az igen halvány, 20 magnitúdós üstököszt, a számított hely közelében. Pályaelemei:  $T = 1978$  dec. 3,0;  $\omega = 134^{\circ},3$ ;  $\Omega = 148^{\circ},6$ ;  $i = 6^{\circ},6$ ;  $e = 0,553$ ;  $a = 5,353$  Cs. E.;  $q = 2,395$  Cs. E.;  $P = 12,39$  év.



## A KÖZELI CSILLAGOK

### Bevezetés

Amikor arra a kérdésre keressük a választ, hogy milyenek a csillagok, célszerű mindenekelőtt kozmikus szomszédságunkban, a Nap környezetében körülnéznünk. A közeli csillagok ugyanis minden szempontból (színképi sajátosságok, térbeli mozgás stb.) alaposabban vizsgálhatók, mint az ugyanolyan típusú távolabbiak. Ha felpillantunk az égre, és azt kérdezzük, vajon a milliárdnyi csillag közül melyik tartozik szomszédságunkba, korántsem egyszerű a válasz. Fényes csillagot viszonylag keveset látunk, de az egyre halványabbak felé haladva rohamosan nő a számuk. (1. táblázat). A látszó fényesség csak abban az esetben tájékoztat a távolságról, ha ismerjük az abszolút fényességet, továbbá a csillagközi anyag fényelnyelő képességét. Minthogy az abszolút fényesség csillagról-csillagra igen tág határok között változhat, viszonylag távolabbi csillagok sokkal nagyobb látszó fényességgel rendelkezhetnek, mint a közvetlen közelünkben levők. (2. táblázat). A táblázatból kitűnik, hogy az égbolton látható húsz legfényesebb csillag közül még 1600 fényévre levő is van ( $\alpha$  Cygni). Megfordítva, ha egy csillag abszolút fényessége mondjuk +15 magnitúdó, amely, mint később látni fogjuk, nem is olyan rendkívüli

1. táblázat

Az égen látszó csillagok száma a látszó magnitúdó függvényében

fotografikus látszó fényesség magnitúdóban	csillagok száma	fotografikus látszó fényesség magnitúdóban	csillagok száma
6	$3 \times 10^3$	14	$12 \times 10^5$
7	10	15	27
8	32	16	55
9	97	17	120
10	270	18	240
11	700	19	510
12	1800	20	945
13	5100	21	1890

A hűsz legfényesebb csillag távolsága

Csillag	látszó vizuális fényesség	abszolút vizuális fényesség	szinkép és luminozitási oszt.	távolság (fényév)
Sirius, $\alpha$ Canis Majoris	- 1 <sup>m</sup> ,44	+ 1 <sup>m</sup> ,4	A1V	8,8
Canopus, $\alpha$ Carinae	- 0 <sup>m</sup> ,77	- 6 <sup>m</sup> ,9	F0Ib	550
$\alpha$ Centauri	- 0 <sup>m</sup> ,27	+ 4 <sup>m</sup> ,1	G2V	4,3
Arcturus, $\alpha$ Bootis	- 0 <sup>m</sup> ,05	- 0 <sup>m</sup> ,3	K1III	36
Vega, $\alpha$ Lyrae	+ 0 <sup>m</sup> ,03	+ 0 <sup>m</sup> ,5	A0V	26
Capella, $\alpha$ Aurigae	+ 0 <sup>m</sup> ,09	- 0 <sup>m</sup> ,6	G1III	45
Rigel, $\beta$ Orionis	+ 0 <sup>m</sup> ,11	- 7 <sup>m</sup> ,0	B8Ia	880
Procyon, $\alpha$ Canis minoris	+ 0 <sup>m</sup> ,36	+ 2 <sup>m</sup> ,6	F5IV	11,4
Achernar, $\alpha$ Eridani	+ 0 <sup>m</sup> ,55	- 2 <sup>m</sup> ,2	B5IV	115
$\beta$ Centauri	+ 0 <sup>m</sup> ,69	- 4 <sup>m</sup> ,9	B1II	420
Betelgeuze, $\alpha$ Orionis	+ 0 <sup>m</sup> ,4 - 1 <sup>m</sup> ,3	- 5 <sup>m</sup> ,9 - - 5 <sup>m</sup> ,0	M2I	600
Atair, $\alpha$ Aquilae	+ 0 <sup>m</sup> ,77	+ 2 <sup>m</sup> ,3	A7V	16,6
Aldebaran, $\alpha$ Tauri	+ 0 <sup>m</sup> ,80	- 0 <sup>m</sup> ,8	K5III	68
$\alpha$ Crucis	+ 0 <sup>m</sup> ,81	- 3 <sup>m</sup> ,7	B1IV	260
Antares, $\alpha$ Scorpii	+ 0 <sup>m</sup> ,9 - 1 <sup>m</sup> ,8	- 4 <sup>m</sup> ,7 - - 3 <sup>m</sup> ,8	M1Ib	420
Spica, $\alpha$ Virginis	+ 0 <sup>m</sup> ,97	- 3 <sup>m</sup> ,1	B1V	210
Pollux, $\beta$ Geminorum	+ 1 <sup>m</sup> ,15	+ 0 <sup>m</sup> ,9	K0III	35
Fomalhaut, $\alpha$ Piscis Austrini	+ 1 <sup>m</sup> ,16	+ 1 <sup>m</sup> ,9	A3V	23
Deneb, $\alpha$ Cygni	+ 1 <sup>m</sup> ,25	- 7 <sup>m</sup> ,2	A2Ia	1600
Regulus, $\alpha$ Leonis	+ 1 <sup>m</sup> ,34	+ 0 <sup>m</sup> ,7	B7V	86
Nap	- 26 <sup>m</sup> ,86	+ 4 <sup>m</sup> ,71	G2V	-

eset, akkor még 1 pc távolságról is csak +10 magnitúdónak látszana. Ilyen látszó fényességű csillag azonban már több százezer van. Több százezer csillag közül a hozzánk közeliakat kiszűrni nem éppen egyszerű feladat.

### A környezetünkben levő csillagok általános jellemzői

A hozzánk közel eső csillagokat távolságméréssel lehet kiválasztani. A legkézcsfekvőbb távolságmérési módszer a Föld Nap körüli keringését alapul vevő trigonometriai parallaxis módszere. A legközelebbi ismert csillag, a Proxima Centauri, parallaxisa 0'',76, a szögmérés pontossága viszont 0'',01 körül van. Ebből következik, hogy kb. 100 pc távolságból a mérendő effektus a mérési hibával azonos rendbe esik. Ha 20%-os relatív hibát követelünk meg, ami meglehetősen szerény igény, akkor 20 pc-nál közelebbi csillagokra kell szorítkoznunk. Ilyen távolságról a korábban példaként tekintett +15 magnitúdó abszolút fényességű csillag csaknem +16 magnitúdónak látszana,

és sok millió hasonló fényességű közül kellene kiválasztani. A legalapvetőbb trigonometrikus parallaxist tartalmazó katalógus a Yale obszervatórium által 1952-ben kiadott General Catalogue of Trigonometric Stellar Parallaxes mindössze 5822 csillagot tartalmaz. Ennek az alacsony számnak főként az az oka, hogy az észlelések kiértékelése igen aprólékos, hosszadalmas munka. A jelenleg elterjedőben levő automatikus kimérőberendezések valószínűleg ezen a területen is lényeges változást hoznak majd. Mindezekből az következik, hogy valami olyan kritériumot kell keresnünk, amely halvány csillagokra is nagy tömegben elvégezhető mérésen alapszik, és amelynek segítségével a későbbi parallaxis mérésre alkalmasnak talált objektumok elkülöníthetők.

A kiválasztásra legalkalmasabb a csillagok sajátmozgásának vizsgálata. Tétélezzük fel, hogy a korábbi példánkban már szereplő +15 magnitúdó abszolút fényességű csillag, amely tehát látszó fényességét tekintve elvész a többi csillag között, a Naphoz\* hasonló kb. 20 km/sec térbeli sebességgel mozog. Ha ez a mozgás a látóirányra merőlegesen történik, akkor 20 pc távolságból évi  $0''{,}2$  szögeltmozdulásnak felel meg. Ez az érték már kiugrik a csillagok többségének sajátmozgása közül. Persze, ha a mozgás csaknem látóirányú, vagy lényegesen kisebb az említetténél, akkor dacára a kis távolságnak, igen kis szögeltmozdulást kaphatunk. A Lowell obszervatóriumban 1971-ben kiadott sajátmozgás katalógus az összes  $17^m{,}5$ -nél fényesebb csillagot tartalmazza az északi féltekén, amelynek sajátmozgása  $0''{,}26$ -nál nagyobb. Persze ezek nem mind 20 pc-nél közelebbi csillagok, hiszen a példában említett-nél jóval nagyobb térbeli sebességek is előfordulnak, és ekkor ez az elmozdulás nagyobb távolságnak felel meg. A katalógusban 8991 csillag adatai találhatóak, amelyeknek csak egy részére léteznek parallaxis adatok.

Talán meglepőnek tűnik, de a 20 pc-en belüli csillagoknak is csupán kb. az 1/3-át ismerjük. Gliese 1969-ben kiadott katalógusában 1049 20 pc-nél közelebbi csillagot sorol fel. Ha ezt a számot összehasonlítjuk az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok számával, azaz 60-nal, akkor a 20 pc, illetve 5,2 pc sugarú gömb térfogatának az aránya közelítőleg azonos kell, hogy legyen (egyenletes térbeli eloszlás esetén) az egyes térfogatokban levő csillagok számával. Az 5,2 pc-nél közelebbieket számát alapul véve 20 pc-en belül Gliese katalógusával szemben 3600 körüli értéket várnánk. Valószínűleg még az 5,2 pc-en belüliek száma sem teljes. Osszuk az 5,2 pc sugarú gömböt 4,1 pc sugarú gömbbel nagyjából két azonos térfogatú részre. Akkor 4,1 pc-en belül 35 csillagot találunk, míg azon kívül csak 25-öt. Mégis, azt mondhatjuk, hogy ennek a 60 csillagnak a listája hiányos a legkevésbé, amelyet az alábbi táblázatban foglaltunk össze\*\* (3. táblázat).

\* A Nap fenti 20 km/sec sebessége abban a koordináta-rendszerben értendő, amelyben a környező csillagok sebességének átlaga nulla (Local Standard of Rest).

\*\* A táblázatban az azonos jelzésű csillagok kettős vagy többszörös rendszereket jelölnek. Láthatjuk, hogy a felsorolt 60 csillag közül 28 11 kettős illetve 2 hármas rendszer tagja.

Napunk környezete (az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok)

Csillag	látszó vizuális fényesség	abszolút vizuális fényesség	szinkép- osztály	távolság (fényév)
Nap	-26 <sup>m</sup> ,86	+4 <sup>m</sup> ,71	G2V	—
<i>α</i> Centauri <i>A</i>	+ 0,2	+ 4,5	G2V	4,3
<i>α</i> Centauri <i>B</i>	+ 1,5	+ 5,9	K5	4,3
<i>α</i> Centauri <i>C</i> (Proxima)	+11	+15,4	M5e	4,3
Barnard csillag	+ 9,5	+13,2	M5	5,9
Wolf 359	+13,5	+16,7	M8e	7,6
BD + 36°2147	+ 7,5	+10,5	M2	8,1
Sirius <i>A</i>	- 1,5	+ 1,4	A1V	8,6
Sirius <i>B</i>	+ 8,3	+11,2	DA	8,6
Luyten 726-8 <i>A</i>	+12,5	+15,3	M6e	8,9
Luyten 726-8 <i>B</i>	+13,0	+15,8	M6e	8,9
Ross 154	+10,6	+13,3	M5e	9,4
Ross 248	+12,2	+14,7	M6e	10,3
<i>ε</i> Eridani	+ 3,7	+ 6,1	K2V	10,7
Luyten 789-6	+12,2	+14,6	M6	10,8
Ross 128	+11,1	+13,5	M5	10,8
61 Cygni <i>A</i>	+ 5,2	+ 7,5	K5	11,2
61 Cygni <i>B</i>	+ 6,0	+ 8,3	K7	11,2
<i>ε</i> Indi	+ 4,7	+ 7,0	K5	11,2
Procyon <i>A</i>	+ 0,3	+ 2,6	F5IV	11,4
Procyon <i>B</i>	+10,8	+13,1	DF	11,4
$\Sigma$ 2398 <i>A</i>	+ 8,9	+11,2	M4	11,5
$\Sigma$ 2398 <i>B</i>	+ 9,7	+12,0	M5	11,5
BD + 43°44 <i>A</i>	+ 8,1	+10,4	M1	11,6
BD + 43°44 <i>B</i>	+11,0	+13,3	M6	11,6
CD - 36°15693	+ 7,4	+ 9,6	M2	11,7
$\tau$ Ceti	+ 3,5	+ 5,7	G8V	11,9
BD + 5°1668	+ 9,8	+11,9	M4	12,2
CD - 39°14192	+ 6,7	+ 8,8	M1	12,5
Kapteyn csillag	+ 8,8	+10,8	M0	12,7
Krüger 60 <i>A</i>	+ 9,7	+11,7	M4	12,8
Krüger 60 <i>B</i>	+11,2	+13,2	M6	12,8
Ross 614 <i>A</i>	+11,3	+13,3	M5e	13,1
Ross 614 <i>B</i>	+14,8	+16,8		13,1
BD - 12°4523	+10,0	+12,0	M5	13,1
van Maanen csillag	+12,4	+14,2	DG	13,9
Wolf 424 <i>A</i>	+12,6	+14,4	M6e	14,2
Wolf 424 <i>B</i>	+12,6	+14,4	M6e	14,2
G158-27	+13,8	+15,5	M	14,4
CD - 37°15492	+ 8,6	+10,4	M3	14,5
BD + 50°1725	+ 6,6	+ 8,3	K7	15,0
CD - 46°11540	+ 9,4	+11,1	M4	15,1
CD - 49°13515	+ 8,7	+10,4	M3	15,2

Napunk környezete (az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok)

Csillag	látszó vizuális fényesség	abszolút vizuális fényesség	szinképosztály	távolság (fényév)
CD -- 44°11909	+11,2	+12,8	M5	15,3
Luyten 1159-16	+12,3	+13,9	M8	15,4
BD + 15°2620	+ 8,5	+10,1	M2	15,7
BD + 68°946	+ 9,1	+10,7	M3,5	15,7
L145-14	+11,4	+12,6		15,8
BD -- 15°6290	+10,2	+11,8	M5	15,8
40 Eridani A	+ 4,4	+ 6,0	K0V	15,9
40 Eridani B	+ 9,5	+11,2	DA	15,9
40 Eridani C	+11,2	+12,8	M4e	15,9
BD + 20°2465	+ 9,4	+10,9	M4,5	16,1
Atair	+ 0,8	+ 2,3	A7V	16,6
70 Ophiuchi A	+ 4,2	+ 5,7	K1V	16,7
70 Ophiuchi B	+ 6,0	+ 7,5	K6V	16,7
AC + 79°3888	+11,0	+12,4	M4	16,8
BD + 43°4305	+10,1	+11,5	M5e	16,9
Stein 2051 A	+11,1	+12,5	M5	17,0
Stein 2051 B	+12,4	+13,8	DC	17,0

A táblázatból kitűnik, hogy szűkebb galaktikus szomszédságunkban csak négy csillag fényesebb Napunknál. A legfényesebb ezek közül a Szíriusz, majd utána következik az Altair és a Procyon, valamint az  $\alpha$  Centauri A, amely valamivel fényesebb Napunknál. A listán levő négy leghalványabb csillag a Ross 614 B ( $0,00002 L_{\odot}$ ), a Wolf 359 ( $0,00002 L_{\odot}$ ), az L 726-8 B ( $0,00004 L_{\odot}$ ) és a G 158-27 ( $0,00005 L_{\odot}$ ). Nem sokkal az 5.2 pc-es határon túl ismerünk két csillagot, amelyek még ezeknél is halványabbak: az L 745-46 B (7,04 pc), amelynek abszolút fotografikus fényessége  $18^m,4$  és a Van Biesbrock No. 10 (5,78 pc)  $18^m,6$  abszolút fotovizuális fényességgel.

Ha megvizsgáljuk, hogy az 5,2 pc-en belül levő csillagok abszolút fényességük szerint milyen eloszlást mutatnak, vagyis a luminozitási függvényt, akkor az alábbi táblázatot kapjuk (4. táblázat): Az értékekben +15 magnitúdó alatt fellépő hirtelen csökkenés oka valószínűleg az adatok hiányos voltát jelenti. A táblázatban szereplő 60 csillag kevés a luminozitási függvény pontos meghatározásához. Ha azonban nagyobb térfogatból veszünk mintát, akkor sajnos figyelembe kell vennünk, hogy különösen halvány abszolút fényességű csillagok esetében a mintában szereplő csillagok abszolút fényesség szerinti eloszlása a kiválasztási hibák miatt torzított, és nem felel meg a valóságosnak. Ezért ezekre az ún. kiválasztási hibákra korrigálni kell, amely mindig a szisztematikus hibák veszélyét rejti magában. A 2a ábrán a jelenleg leginkább elfogadott

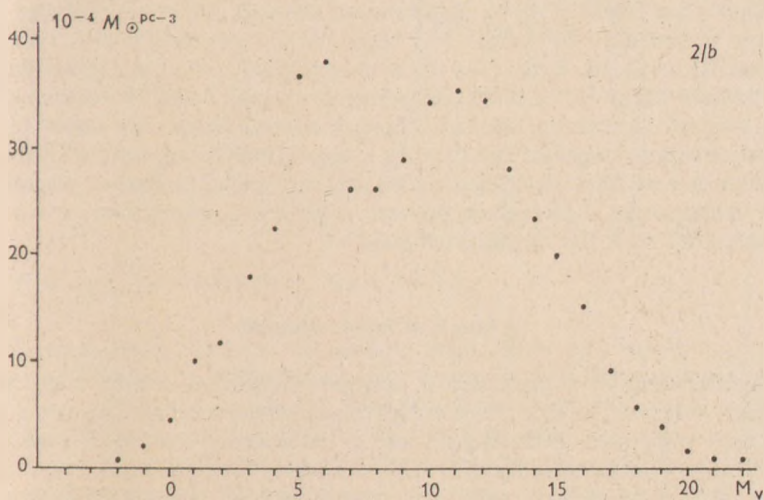
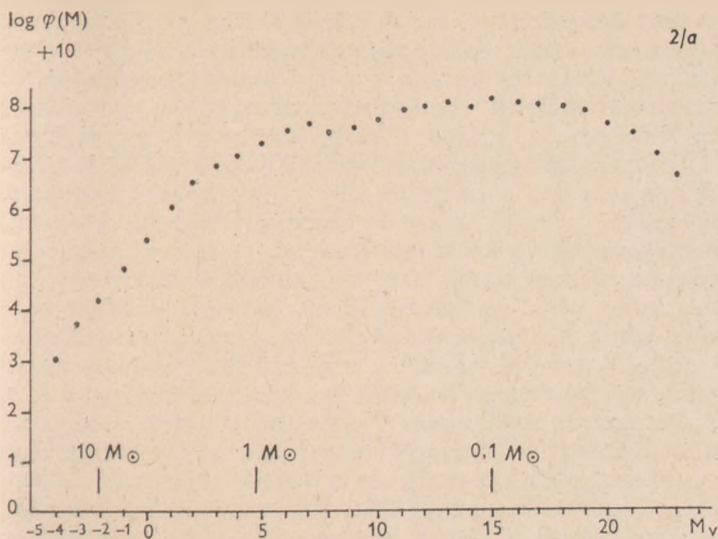
Az 5,2 pc -nél közelebbi csillagok luminozitás szerinti eloszlása

vizuális abszolút magnitudo		csillagok száma
+1.3 tól	+2.4 ig	2
2.5	4.9	3
5.0	7.4	6
7.5	9.9	6
10.0	12.4	19
12.5	14.9	18
+15.0	16.7	6
		összesen: 60

luminozitási függvényt láthatjuk, és alatta a 2b ábrán a tömeg-fényesség reláció alapján számított tömegeloszlás függvényt. Nem teljesen tisztázott kérdés, hogy a +15 mag körüli maximum reális-e, vagy csak a kiválasztási effektusok eredménye. W. J. Luyten, aki a luminozitási függvény halvány végének meghatározásával sokat foglalkozott, úgy véli, hogy a maximum reális, és valószínű, hogy valóságos helye az észlelthez 1 magnitúdón belül van. A tömegeloszlás függvényből már első pillantásra látszik, hogy a csillagokba tömörült anyag több mint kétharmada halvány csillagok formájában van jelen. Ezeknek a csillagoknak a tömegét a tömeg-fényesség reláció segítségével becsülhetjük, amelyet kettőscsillagok komponenseinek pályamenti mozgásából lehetett meghatározni.

Az ötvenes évek közepén a tömeg-fényesség reláció legkisebb luminozitású mért csillaga a Krüger 60 B volt. Manapság ez a reláció kiegészült a Luyten 726-8 és Ross 614 csillagaival. A legkisebb ismert tömegű csillag a Ross 614 B, amelynek tömege mindössze  $0,07 M_{\odot}$ . Felmerülhet a kérdés, vajon léteznek-e ennél kisebb tömegű csillagok is vagy sem. A csillagok kialakulását a manapság legáltalánosabban elfogadott elmélet a diffúz kozmikus anyag fragmentálódásából és gravitációs összehúzódásából vezeti le. Az elmélet szerint az ilyen módon létrejövő legkisebb testek tömege kb.  $0,1 M_{\odot}$  körül van. Mindenesetre a csillagok kialakulására vonatkozóan az alsó tömeghatár megfigyelésekből való megállapítása igen fontos elméleti támpont.

A tömeg-fényesség reláció segítségével a többi magányos fősorozati csillag tömegét is becsülhetjük. A fehér törpéket is beleszámítva az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok össztömegére  $25 M_{\odot}$ -et kapunk, amely  $0,042 M_{\odot}/\text{pc}^3$  ( $3 \times 10^{-24} \text{ g}/\text{cm}^3$ ) tömegsűrűségnek felel meg. W. Gliese a 20 pc-nél közelebbi csillagok segítségével  $0,057 M_{\odot}/\text{pc}^3$  ( $3,9 \times 10^{-24} \text{ g}/\text{cm}^3$ ) értéket kapott, míg Luyten a 10 pc-nél közelebbi csillagokat használva  $0,064 M_{\odot}/\text{pc}^3$  ( $4,4 \times 10^{-24} \text{ g}/\text{cm}^3$ ) értéket veze-



2/a. ábra. A luminositási függvény

2/b. ábra. A luminositási függvényből a tömeg—fényesség relációval lezármaztatható tömeg-függvény

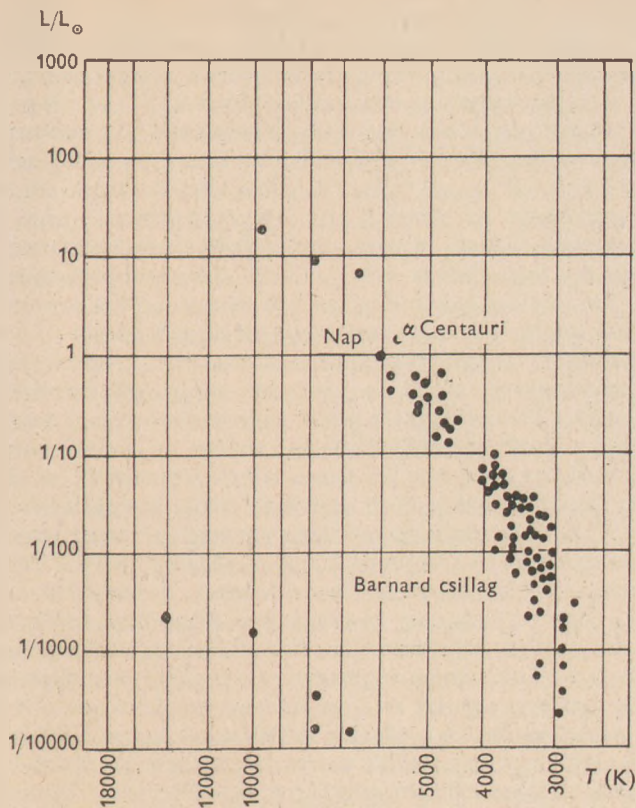
tett le. A fenti tömegsűrűség értékeket indirekt módon is becsülhetjük. Az általános tömegvonzás miatt ugyanis minden tömeg hatást gyakorol a környezetre függetlenül attól, hogy bocsát-e ki elektromágneses sugárzást vagy sem. A csillagok mozgásából tehát következtetni lehet az ott jelen levő teljes tömegre, amely a csillagokba tömörült és az egyéb, esetleg ismeretlen formában létező tömeg összessége. Ilyen módon dinamikai megfontolásokból J. H. Oort a Nap környezetére  $0,15 M_{\odot}/\text{pc}^3$  ( $10,2 \times 10^{-24} \text{ g/cm}^3$ ) tömegsűrűséget talált. Még ha figyelembe vesszük is, hogy az anyag egy része (kb.  $0,018 M_{\odot}/\text{pc}^3$ ) nem csillagokban, hanem diffúz formában van jelen, a dinamikai becslés a megfigyelnél mintegy kétszer nagyobb sűrűsége vezet. Sajnos az adatok meghatározásánál fellépő pontatlanság miatt csak annyit mondhatunk, hogy a dinamikai adatok a csillagokból leszármaztatottnál nagyobb tömegsűrűségre utalnak, de hogy mennyivel nagyobbra, az még további vizsgálatok tárgya.

A luminozitási függvény levezetésénél figyelmen kívül hagytuk a csillagok színképi sajátosságait és csak abszolút fényességüket tekintettük. Ha az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok HR diagramját megrajzoljuk (3. ábra), akkor látható, hogy közvetlen szomszédaink között a 6 db fehér törpétől eltekintve (Sziriusz B, Procyon B, van Maanen csillag, L 145-141, 40 Eridani B és Stein 2051 B) csak fősorozati csillagok találhatóak, amelyek közül kettő (a Barnard csillag és a Kapteyn csillag) szubtörpe. A fősorozati csillagok túlnyomó többsége alacsony luminozitású M típusú vörös törpe. Az 5,2 pc-es tartomány kiválasztásánál az volt a cél, hogy olyan kis térrészt találjunk, ahol még statisztikusán értékelhető számú csillag van, és elsősorban az alacsony abszolút fényességűeknél a minta kiválasztási hibáktól lehetőleg mentes legyen. Ha olyan mintát akarunk nyerni, amelyben kék és vörös szuperóriások is vannak (pl  $\alpha$  Cygni, ill.  $\alpha$  Orionis), a mintavétel térfogatát a fentinel több mint százezerszer nagyobbra kell választanunk. Érdeemes megjegyezni, hogy a környezetünkben levő vörös törpék között sok fler csillag is található.

### A közeli csillagok mozgása

Észleléstechnikai szempontból a csillagok mozgásáról két módon szerezhetünk tudomást. A látóirányú mozgásról a színképvonalak Doppler-eltolódásából kaphatunk információt, míg a látóirányra merőleges mozgásról a csillag sajátmozgása tudósít. A radiális sebesség meghatározása nagyfelbontású színképek készítését igényli, minthogy az I-es populációs objektumok tipikus relatív sebessége néhányszor 10 km/sec;  $v = 30 \text{ km/sec}$  radiális sebességgel számolva  $\Delta\lambda/\lambda = v/c = 10^{-4}$  relatív hullámhosszeltolódást kapunk, amely  $\lambda = 5000 \text{ \AA}$  hullámhossz esetén  $0,5 \text{ \AA}$  eltolódásnak felel meg. Ha a sebességet 1 km/sec körüli pontossággal kívánjuk meghatározni, a színkép kiértékelésénél elérhető mérési pontosságot 1–2 mikronnak véve, akkor 10  $\text{\AA}/\text{mm}$ -nél jobb felbontást kell használnunk. Ekkora felbontásnál már komoly





3. ábra. Az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok HRD-je

problémát jelent a színkép fényzegény volta, hiszen egy képelemre a beeső fénynek csupán  $10^5$ – $10^6$ -od része esik. Vagyis, ha mondjuk egy 5 magnitúdós csillagot vizsgálunk, akkor egy képelem 17,5–20 magnitúdónak megfelelő intenzitást észlel. Ezért a radiális sebességek meghatározása tipikusan nagy távcsöveknek való feladat, és eddig viszonylag kis számú csillagra végezték el. Az 1972-ben kiadott Bibliography of Stellar Radial Velocities mintegy 25 000 csillag megfelelő adatait tartalmazza. Ellentétben a radiális sebességekkel a sajátmozgások mérése nagy tömegben végezhető. Egy meghatározott égi tájról két különböző, lehetőleg minél nagyobb időkülönbséggel készített felvétel segítségével nagyszámú csillag sajátmozgása határozható meg egyidejűleg. A sajátmozgás azonban csak szögmozdulás, amelyből sebességértéket a csillag távolságának ismeretében nyerünk. Ezért a közeli csillagoknak a mozgása

különösképpen jól tanulmányozható, minthogy elegendően közel vannak, hogy trigonometrikus parallaxist lehessen rájuk meghatározni, továbbá a Naphoz viszonyított térbeli sebesség meghatározható a radiális sebesség, a sajátmozgás és a trigonometrikus parallaxis segítségével. Pl. ha valamely csillag 20 pc-nél közelebb van a Naphoz, akkor parallaxisa  $0''.05$ , amelynek pontossága kedvező esetben 10% körül lehet, és ilyen közelről a sajátmozgások is jól mérhetők. Vagyis 20 pc-nál közelebbi csillagokra a térbeli sebesség megbízható pontossággal határozható meg. Meg kell jegyezni, hogy a jelenleg 20 pc-en belül levő csillagok nem maradnak mindig kozmikus szomszédságunkban, hanem egy galaktikus év alatt 1—2 kpc távolságra is elvándorolhatnak a Naptól. Ilyen módon a közeli csillagok a Galaxis sokkal nagyobb részéről szolgáltatnak információt, mint amekkorát jelenleg elfoglalnak.

Newton amikor második axiómájában a gyorsulást és az erőt összekapcsolta, olyan mozgásegyenletet állított fel, amelynek egyértelmű megoldásához egy adott időpillanatban a sebesség és térbeli helyzet megadása szükséges. Tehát, ha a mozgás során fellépő erőhatások, esetünkben a Galaxis gravitációs erőtere, ismert, akkor a csillag pillanatnyi térbeli helyzetéből és sebességéből múltbeli és jövőbeli mozgása, és ennek folytán térbeli pályája meghatározható. Az általános tömegvonzás miatt a Galaxis gravitációs erőterét tömegeloszlása határozza meg. Jelen cikk kereteit sajnos meghaladja, hogy a Tejútrendszer tömegeloszlásának meghatározása hogyan történik, itt most csak annyit jegyzünk meg, hogy az össztömeg és tömegeloszlás meghatározását alapvetően a Galaxis rotációjának felfedezése (Lindblad 1926, Oort 1927) tette lehetővé, és a semleges hidrogén 21-cm-es sugárzásának vizsgálata jelentősen kitágította azt a tértartományt, amelyet az ilyen irányú vizsgálatokban alapul lehetett venni. Mindezekkel együtt a jelenleg rendelkezésünkre álló tömeg-modellek korántsem tökéletesek, és a belőlük lezármaztatott gravitációs erőternek, majd ezen keresztül az egyes csillagok pályájának csak főbb jellemzői határozhatók meg.

Amennyiben a Galaxis tömege középpontjában lenne koncentráva, egy tetszőlegesen választott csillag Kepler törvényeinek megfelelően ellipszis pályán mozogna. A korong és a halo gravitációs hatása miatt a tényleges pálya ennél lényegesen bonyolultabb, és kivételes esetektől eltekintve nem zárt görbe. A pálya meghatározása általános esetben csak a mozgásegyenletek numerikus integrálásával lehetséges. Ha azonban a mozgás csak kevéssé tér el a körtől, (pl. Napunk esetében), akkor az ún. epicklikus közelítés használható. Ez azt jelenti, hogy a mozgás jó közelítéssel középpontjával a Tejútrendszer centruma körül keringő ellipszis mentén történik. A Nap esetében a Galaxis centrumától való távolságot 10 kpc-nak véve az epicentrum 467 pc-kel kijebb van jelenlegi helyzeténél. A pericentrikus távolság 9913 pc, vagyis a mostani távolságnál 87 pc-kal kisebb, az apocentrikus távolság viszont 11 088 pc.

Szerencsére a pályák pontos ismerete nélkül is sok fontos következtetést vonhatunk le. Dacára annak, hogy a csillag igen bonyolult térbeli mozgást

végez, pályáját néhány egyszerű mennyiséggel jellemezhetjük. A mozgás ugyan- is a Tejútrendszer centruma körül egy tórusz jellegű felület belsejében játszódik, amelynek a Tejút síkjában levő, illetve arra merőleges vastagsága, valamint középpontjának a Galaxis centrumától mért távolsága jellemző a pályára. Az így kapott felület paraméterei segítségével definiálhatjuk a pálya hajlását és excentricitását. A pályahajlás (i) definíció szerint a fentebb említett tórusz a Tejút síkjára merőleges fél vastagságának a Galaxis centrumából mérhető látószöge, az excentricitás (e) pedig a Tejút síkjába eső fél vastagság, illetve a centrumtól mért közepes távolság aránya. Abban a partikuláris esetben, amikor az össztömeg a Galaxis centrumában koncentrálódik, tehát a csillag mozgása tiszta Kepler-mozgás, a fenti definíciók az ellipszispálya excentricitásába és pályahajlásába mennek át. A fenti paramétereket statisztikailag értékelhető pontossággal határozhatjuk meg a gravitációs potenciálra tett néhány egyszerű hipotézis és a mért sebességadatok segítségével. A 20 pc-nél közelebbi csillagokra kapott statisztikákból kitűnik, hogy a pályakonstansok és a csillagok szinképtípusa között szoros korreláció van (4a táblázat). A korai szinképtípusok körében az excentricitás, valamint a pályahajlás kicsi, míg a későbbiek felé haladva ezek az értékek egyre nőnek. Ha az azonos excentricitással és pályahajlással rendelkező csillagokból HR diagramokat készítünk, akkor azt tapasztaljuk, hogy a kis excentricitású és pályahajlású csillagoké a fiatal, néhányszor  $10^8$  év korú csillaghalmozokéhoz hasonló, míg egyre nagyobb e-k és i-k felé haladva a HR diagram egyre öregebb és öregebb csillagokat mutat\*. Az ilyen jellegű vizsgálatok rendkívül fontosak a Galaxis dinamikai fejlődésének tanulmányozásában. A pályák és életkorok ismeretében következtethetünk a csillagok keletkezési helyére, és a keletkezés körülményeire. Az eredmények arra utalnak, hogy az I-es populációjú csillagok az intersztelláris anyagban gazdag helyeken keletkeztek a Galaxis síkjában, és ezen belül is túlnyomórészt a spirálkarokban. A II-es populációs csillagokból a 20 pc-es minta viszonylag keveset tartalmaz. Esetükben a vizsgálat alapjául szolgáló mintát nagyobb térrészből kell venni, és ekkor a trigonometrikus parallaxis helyett más, pl. spektroszkópiái parallaxist kell alkalmazni.

4/a táblázat: A szinképtípus és a pályaelemek közötti összefüggés

	B—A	F0—F4	F5—F9	G	K	M	fehértörpe
excentricitás (e)	.0481	.0740	.0876	.1168	.1183	.1175	.1732
pályahajlás (i) radián	.0044	.0092	.0105	.0134	.0149	.0163	.0376

\* A csillagok kinematikai sajátságai és életkora közötti összefüggésről ld. bővebben Balázs L.: „A csillagok kinematikája és kora”. Csillagászati Évkönyv 1976

## A csillagok láthatatlan kísérői

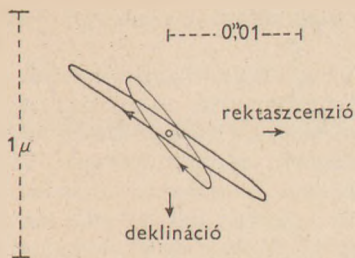
A csillagászat egyik legizgalmasabb kérdése, vajon más csillagoknak is van-e Napunkhoz hasonló bolygórendszere, és ha igen, akkor ezek közül melyiken van élet.

A láthatatlan kísérők fölfedezése sokáig színképvonalak Doppler-eltolódásának alapján történt. Az ilyen módon talált kísérők a csillagokéhoz hasonló tömegűek voltak. A spektroszkópiai módszer különösen rövidperiódusú kettőscsillagok felfedezésére alkalmas, mert itt a keringésből adódó radiális sebesség változások jelentősek. A közeli csillagoknál mód van arra, hogy a sajátmozgás perturbációiból következtessünk egy korábban magányosnak gondolt csillag kísérőjére, illetve kettőscsillagok pályaháborgása esetén harmadik komponens jelenlétére. A perturbációt okozó kísérő több okból is láthatatlan lehet. Elképzelhető, hogy az objektum igen alacsony luminozitású törpe, és így halványabb, mint amit a távcső még detektálni tud. Lehetséges, hogy az objektum egyáltalán nem sugároz ki fényt, de mégis elegendően nagy a tömege mérhető perturbációk létrehozására. Ebben az esetben a láthatatlan kísérő neutroncsillag, vagy fekete lyuk is lehet, illetve egy vagy több bolygószerű test.

Az asztrometriai módszer különösen olyan esetekben hatékony, amikor a keringési idő több év vagy évtized, elegendően nagy perturbáció mellett. A perturbáció asztrometriai felfedezése nemcsak kettőscsillagokkal kapcsolatos ismereteinket gyarapítja, hanem lehetőséget nyújt arra, hogy kisebb tömegű objektumokat találjunk a jelenleg ismert legkisebb tömegű csillagnál ( $0,07 M_{\odot}$ ), vagy esetleg olyanokat, amelyek az általunk ismert bolygókhoz hasonlóak. Más szavakkal, információt nyerhetünk olyan objektumokról, amelyek a legkisebb csillag és Napunk legnagyobb tömegű bolygója, a Jupiter tömege ( $0,001 M_{\odot}$ ) közötti űrt kitöltik.

A legalaposabban tanulmányozott sötét kísérőkkel rendelkező csillag kétségtelenül a mi Napunk. Ha központi csillagunkat a legközelebbi csillag, az  $\alpha$  Centauri távolságából szemlélnénk, akkor a Jupiter és a Szaturnusz együttes hatása néhány évtized alatt  $0'',012$  amplitúdójú perturbációt eredményezne. Ilyen nagyságú hatások már mérhetőek a jelenlegi hosszú fókuszú fotografikus asztrometriai távcsövek segítségével, ahol kb. 100 fotolemez adataiból kb.  $0'',003$  pontosság érhető el. A közvetlen közelünkben levő csillagok többsége kisebb tömegű Napunknál, ezért a fenti perturbációk, hasonló méretű kísérők esetén, nagyobbak lennének. Dacára annak, hogy a várt hatások a mérési pontosság határán vannak, még a legközelebbi csillagoknál is, néhány esetben bolygószerű kísérőkre utaló hatásokat sikerült kimutatni. Az alábbiakban ezekről szólnak pár szót.

A Barnard csillag. — Ez a csillag a legnagyobb ismert sajátmozgással rendelkezik (évi  $10'',34$ ), amelyet Barnard talált 1916-ban. A csillag mozgásában évi  $0'',04$  amplitúdójú zavar figyelhető meg (4. ábra), amely bolygószerű kísérő jelenlétére utal. Ha egy kísérőt tételezünk fel, akkor a tömege 1,5 Jupiter-



4. ábra. A Barnard csillag mozgása és a kísérők rekonstruált pályája

tömeget kapunk, míg a pálya félnagy tengelyére 4,5 csillagászati egység és excentricitására 0,75 adódik. A két bolygót feltételező hipotézis, amely az újabb mérések tükrében valószínűbb, 11,5 év keringési idejű Jupiter méretű, és egy fele akkora tömegű 20—25 év keringési idejű kísérőt eredményez, amelyek csaknem körpályán mozognak.

$\epsilon$  Eridani. — Az 5,2 pc-nél közelebbi csillagok közül az egyik (a másik a  $\tau$  Ceti), amelyről úgy gondolják, hogy esetleg a Naphoz hasonlóan életet hordozó kísérője van. Több évtizedes megfigyelés alapján azt lehet mondani, hogy nem lehet kizárni perturbáló test jelenlétét. Az amplitúdó kisebb, mint  $0'',04$ , a periódus kb. 25 év, és a kísérő tömege kb. 6 Jupitertömeg. A  $\tau$  Cetiről jelenleg még nem áll rendelkezésünkre olyan megfigyelési anyag, amelyből bolygók jelenlétére lehetne következtetni.

61 Cygni. — Szokták Bessel csillagnak is nevezni. Klasszikus kettőscsillag 720 év periódussal, és az első objektum, amelyre pontos parallaxis mérést végeztek (Bessel, 1838). A kettőscsillag mozgásában zavar észlelhető, amelynek periódusa 4,8 év és  $0,008 M_{\odot}$  tömegű kísérőre utal. Újabb mérések szerint (A. N. Deutsch és O. N. Orlova 1977) a zavar valószínűleg 3 kísérőtől ered, amelyek 6, 7 és 12 év keringési idővel körpályán mozognak 2,8, 3,1 és 4,4

csillagászati egység sugárral, míg a tömegek 7, 6 illetve 11 jupitertömeg nagyságúak.

A sötét kísérők valószínűleg sokkal gyakoribbak, mint ahány esetben sikerült kimutatnunk őket. A szomszédos csillagokról nézve Napunknak is csak két legnagyobb bolygóját lehetne a jelenlegi észlelési technikával kimutatni. A bolygók, csillagok keletkezése egységes folyamat, amelynek részletei még sok tekintetben tisztázatlanok. Folytonos-e az átmenet a bolygók és a csillagok között? Azokban az esetekben, amikor sötét kísérő jelenlétét sikerült asztrometriai úton kimutatni (20 ilyen esetet ismerünk) a kísérő tömege általában nem alacsonyabb a legkisebb ismert tömegű csillag (Ross 614 B) tömegénél. A fenti három esetben (Barnard csillag,  $\epsilon$  Eridani, 61 Cygni) a kísérők tömege Naprendszerünk legnagyobb bolygójának rendjébe esik. Két további esetben a BD +68°496 és BD +43°4305-nál  $0,026 M_{\odot}$  illetve  $0,023-0,009 M_{\odot}$  nagyságú zavaró test jelenlétét lehetett megállapítani. Ezek a felsorolt esetek nem tükrözik az egyes tömegek tényleges előfordulási gyakoriságait, minthogy a kisebb zavaró tömegek kimutatása csak igen kedvező esetekben lehetséges. Mindenesetre ezen a téren még számos új eredményre lehet számítani.

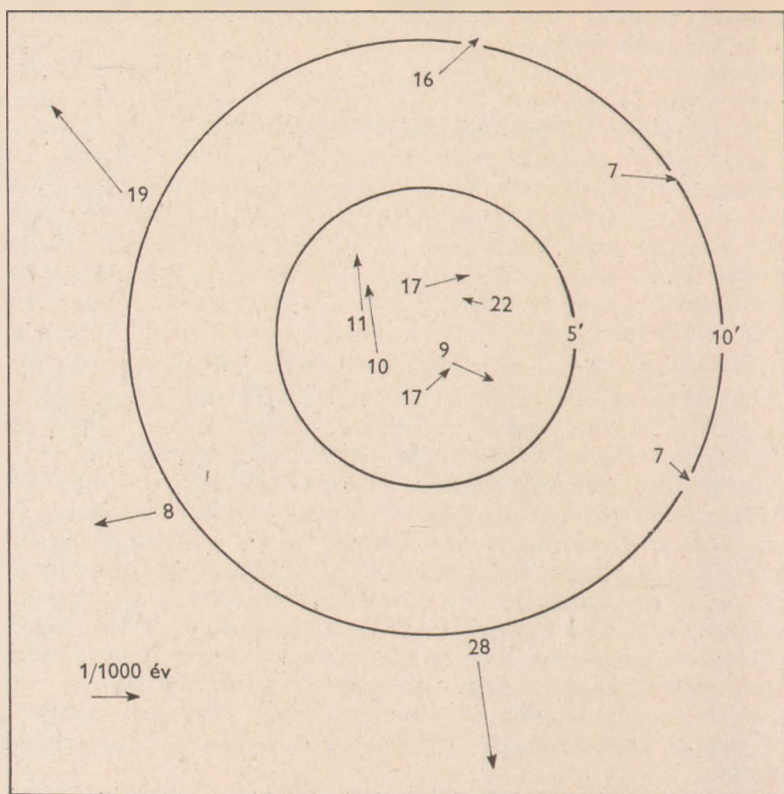
## A CSILLAGFEJLŐDÉS KEZDETEI

Az ötvenes években minden kétséget kizáróan nyilvánvalóvá vált, hogy Galaktikánkban vannak nemrég keletkezett csillagszoportok, hogy vannak olyan aktív helyei csillagrendszerünknek, ahol szinte a szemünk láttára formálódnak meg a csillagok és „élik” néhány millió éves „csecsemőkorukat”.

A fiatal, túlnyomórészt nem stacionárius objektumok nem stacionárius rendszerének elsőként felfedezett képviselői az Ambarcumján féle csillagasszociációk voltak. Az O- és T-asszociációk dinamikailag instabil rendszerek, átlagosan 5—10 km/sec sebességgel tágulnak és mintegy tízmillió év alatt felbomlanak. Tagjai együtt, egy csillagképződési folyamatban keletkeznek. Az, hogy egy asszociáción belül több csillaggeneráció és megfigyelhető, arra utal, hogy a csillagképződés szakaszosan, több egymást követő hullámban is végbe mehet. A keletkezésükkor nagy kinetikus energiát nyerő objektumok mintegy szétrepülnek az asszociáció magjából és nagy sebességgel távolodnak egymástól. Az 5. ábra az Orion Trapezium körüli vidékén megfigyelt táguló mozgást szemlélteti.

Az utóbbi két évtized technikai fejlődése új szakaszt nyitott a csillagközi ködök kutatásában is. A rádiócsillagászati és a távoli infravörös hullámhosszakon végzett mérések hatékony eszköznek bizonyultak a csillagok lehetséges születési helyeinek feltárásához és a genetikailag együvé tartozó fiatal csillagok, képződmények vizsgálatához. Vannak olyan, viszonylag egyszerűen észrevehető jegyek, amelyek jelzik Galaktikánk kozmogóniailag aktív vidékeit. Az 5. táblázat kor szerint csoportosítja az aktív vidékeket jelző elsődlegesen megfigyelhető objektumokat (2. oszlop) és az ezekkel asszociált fiatal képződményeket, amelyeket csak a későbbi, koncentrált komplex vizsgálatok tártak fel (3. oszlop).

A csillagok fejlődésének vizsgálatában egyik legfontosabb feladat az, hogy meghatározzák az egyes *alrendszer*ek (populációk) csillagainak fejlődési útját a *Hertzprung—Russell diagramon*. Az I. populációhoz tartozó csillagok jó része a H—R diagram *fősorozatát* alkotja és minden jel arra utal, hogy a fősorozat csillagainak állapothatározói lassú egyensúlyi, vagy közel egyensúlyi állapotokon át változnak.



5. ábra. Az Orion asszociáció Trapeziium körüli tagjainak sajátmozgása. A nyilak kezdőpontjai a Trapeziium 5' sugarú környezetén belül és egy azon kívül választott 6–6 egyenlő részre bontott vidék csillagainak közepes helyzetét mutatják, a nyíl a területre jellemző mozgás irányát és nagyságát adja meg. A kezdőpontnál feltüntetett számok az átlagolásban szereplő tagok számát jelentik

A fiatal képződmények, az *asszociációk* és fiatal *nyílthalmazok* nem stacionárius objektumai nem illeszkednek a fősorozatra. Ezek a főként korai színképtípusú *O—B* csillagok, *T Tauri* típusú változócsillagok és a halmaz-flerccsillagok egy része, fényesebbek mint az azonos színképtípusú fősorozatbeli csillagok, ezért viszonylag széles fényességsávot töltenek ki a fősorozat felett. A 6. ábra az NGC 2264 fiatal nyílthalmaz szín — fényesség diagramját ábrázolja. Az egyre halványabb fényességtartományok felé haladva a nagy luminozitású *B—A* színképtípusú csillagokhoz csatlakoznak a *T Tauri*, illetve a halmaz-flerccsillagok.

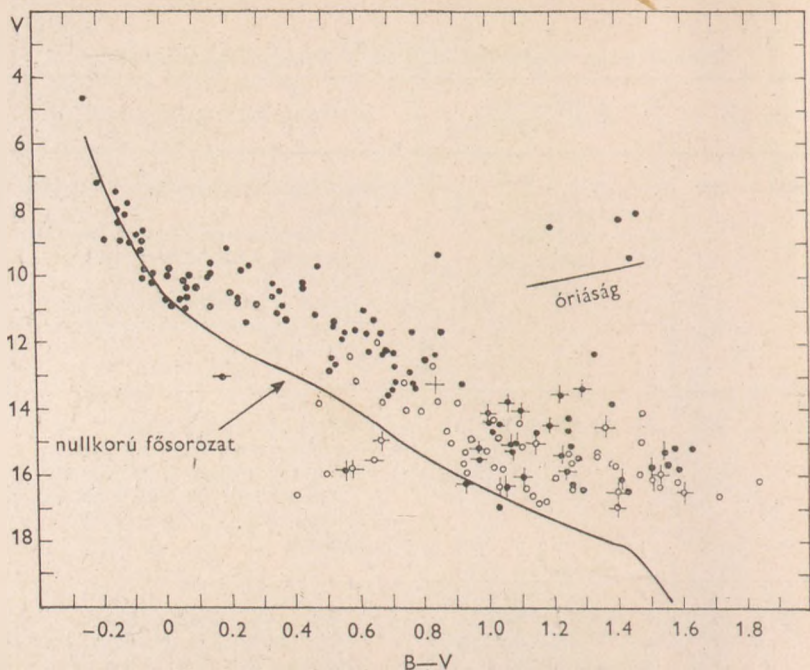


Galaktikánk kozmogóniailag aktív vidékeinek fiatal képződményei

kor (év)	a vidéket jelző elsődleges jegyek	a vidéken feltárt fiatal képződmények
$10^4 - 10^5$	erős $H_2O$ és $OH$ maser forrás, kompakt rádió kontinuum forrás	<ul style="list-style-type: none"> <li>— a rádióforrással asszociált infravörös forrás</li> <li>— a környező por-gáz anyagba ágyazott pontszerű infravörös források halmaza</li> <li>— kiterjedt <math>H II</math> vidékek <math>OB</math> csillagokkal és nagy luminozitású irreguláris változókkal</li> </ul>
$10^5 - 10^6$	Ae, Be csillagok	<ul style="list-style-type: none"> <li>— Herbig—Haro objektumok</li> <li>— <math>T Tauri</math> típusú változócsillagok</li> <li>— a környező-anyagba ágyazott pontszerű infravörös források halmaza</li> <li>— <math>10^6</math> évnél idősebb, fősorozat-beli csillagok</li> </ul>
$10^6 - 10^7$	fiatal nyílthalmazok, nagytömegű fősorozat-beli csillagokkal	<ul style="list-style-type: none"> <li>— <math>T Tauri</math> típusú változócsillagok</li> <li>— nagy luminozitású emissziós csillagok, irreguláris változók</li> <li>— a halmazzal asszociált ködbe ágyazott infravörös források halmaza</li> <li>— halmaz—flercsillagok</li> <li>— stacionárius, nem emissziós fősorozat előtti csillag</li> </ul>
$10^7 - 10^8$	fejlettebb nyílthalmazok	<ul style="list-style-type: none"> <li>— halmaz—flercsillagok</li> </ul>

Hogyan, milyen állapotokon át kerülnek ezek a fiatal csillagok, vagy csillagszerű képződmények a fősorozat előtti sávból a  $H-R$  diagram fősorozatára? Más szóval, milyen állomásokon át vezetnek a csillagfejlődés kezdeti szakaszai, míg a csillag viszonylagos egyensúlyba kerül és kisugárzott fényenergiája megközelíti a csillag összes energiatermelését?

A megfigyelések mozaikkockáiból nem könnyű a fejlődési utakat rekonstruálni. Korunk asztrofizikájának egyik legfontosabb feladata az, hogy a megfigyelésekből élénk táruló állóképet mozgásba hozza, hogy összeállítsa azt a mozaikképet, amelynek egyre finomabb részleteit a fősorozat előtti fiatal objektumok megfigyelési adatai, illetve azok elméleti magyarázatai szolgáltatják.



6. ábra. Az NGC 2264 fiatal nyílthalmaz szín—fényesség diagramja. A pontok fotografikus, a körök fotoelektromos megfigyelések eredményeit jelölik. A függőleges vonalak fényváltozást, a vízszintesek erős  $H_{\alpha}$  emissziót jelentenek

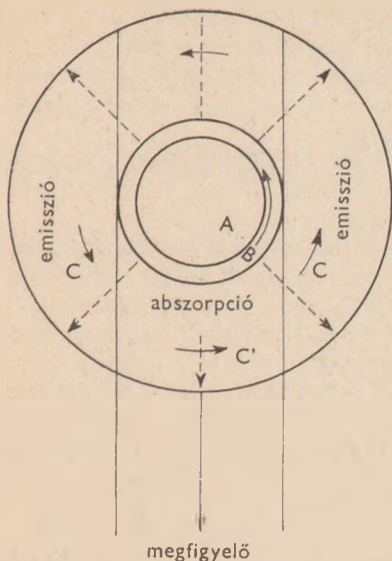
### Emissziós Ae és Be csillagok

A ködökkel, T Tauri típusú változókkal és *Herbig—Haro* objektumokkal asszociált Ae és Be típusú irreguláris változócsillagok a  $H—R$  diagram nagyobb luminozitású tartományaiban népesítik be a főszorozattól jobbra eső sávot.

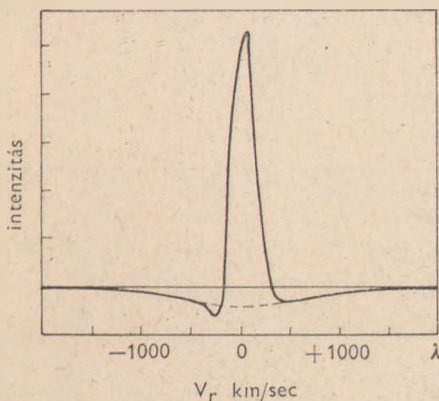
— A gazdag, időben legtöbbször változó emissziós színekben igen intenzíven jelentkeznek a hidrogén Balmer sorozatának és a Ca II H és K vonalának emissziója. Néhány esetben azonban az is előfordul, hogy csak a  $H_{\alpha}$  vonala látszik emisszióban ( $e_{\alpha}$  — csillagok).

— A színekép abszorpciós vonalainak alapján színeképosztályuk B1-től F8-ig terjed.

— A Balmer sorozat vonalai, de sok esetben más emissziós vonalak is ún. P Cygni vonalprofilat mutatnak. Több esetben inverz P Cygni profilt is megfigyeltek (pl. az RR Tau esetében). Ennek a vonalprofilnak a jellegzetességeit és keletkezésének körülményeit szemlélteti a 7. és 8. ábra. Az A-val jelzett



7. ábra. Gázburokba ágyazott csillag vázlatos ábrája. A forgó csillag körüli táguló, vagy zsugorodó burok maga is foroghat. A buroknak a megfigyelő látóugarába eső része a csillag fotoszférájára vetül és így abszorpciós vonalat ad. A burok többi részében emissziós vonalak keletkeznek



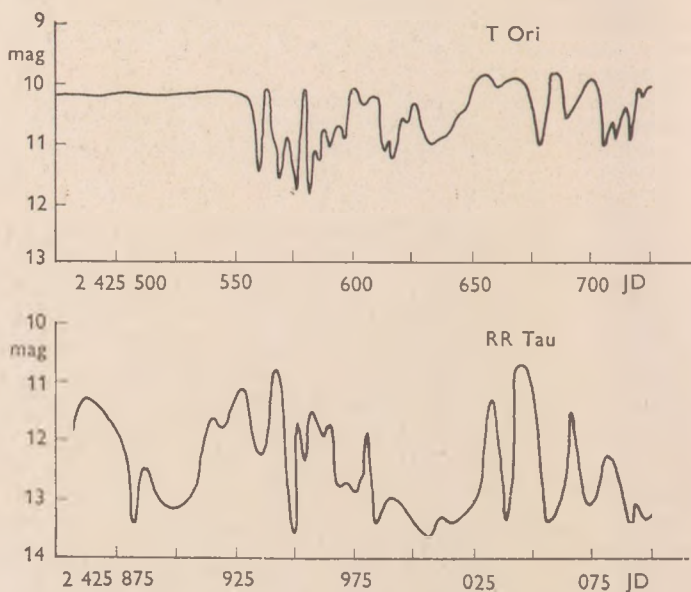
8. ábra. P Cygni vonalprofil. A széles és gyenge abszorpciós vonalra erős emissziós vonal rakódik, amelynek rövidhullámú „szárnyához” keskeny abszorpciós komponens csatlakozik. Az abszcisszán a radiális sebességek, az ordinátán a vonal intenzitások szerepelnek.  $V_r = 0$  az el nem tolódtott vonal közepét jelenti. Ha a keskeny abszorpciós vonalra  $V_r < 0$ , akkor a burok tágul, ha  $V_r > 0$  a burok a csillagba hull

csillagot körülveszi a sűrű  $B$  jelű atmoszféra, ahol az abszorpciós vonalak keletkeznek. Ezen túl egy ritkább gázburok következik, melynek  $C$  tartománya szintén abszorpciós vonalakat ad, míg a  $C'$ -vel jelzett vidékek emisszióban látszanak. A megfigyelhető vonalprofil így — a legegyszerűbb esetben — három komponensből tevődik össze:

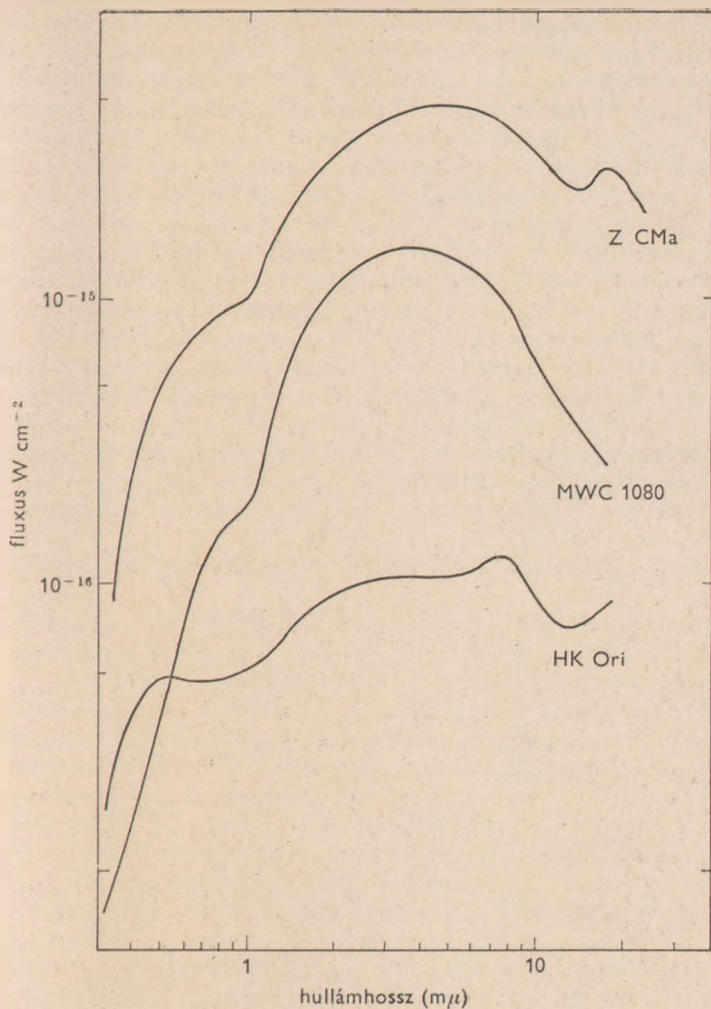
1. — a forgó  $B$  rétegben képződő kiszélesedett abszorpciós vonalból
  2. — a  $B$ -nél lassabban forgó burok  $C$  tartományában keletkező széles emissziós vonalból
  3. — és a  $C'$  tartományból származó keskeny abszorpciós vonalból
- Ha a burok tágul, akkor az emissziós vonal ibolya „szárnyán” jelenik meg az abszorpciós vonal, — ez a *P Cygni profil*, ha a burok a csillagba hull, akkor a vörös „szárnyon” észlelhető az abszorpció — ez az *inverz P Cygni profil*.

— A szabálytalan fényváltozások amplitúdója több fényrendet is elérhet. Az aktív fényingadozások periódusát sok esetben hosszabb nyugalmi szakaszok követik. Fényük polarizált. Az 9. ábra a típus két jellegzetes képviselőjének (*T Ori*, *RR Tau*) sematikus fénygörbéjét mutatja.

— A folytonos szinkép spektrális energia-eloszlásában igen erős infravörös excesszus jelentkezik. (10. ábra). A szélsőségesen erős infravörös többletsugárzás származtatható pl. a csillagok körül feltételezett por—gáz buroktól.



9. ábra. A *T Orionis* és az *RR Tauri* vázlatos fénygörbéje

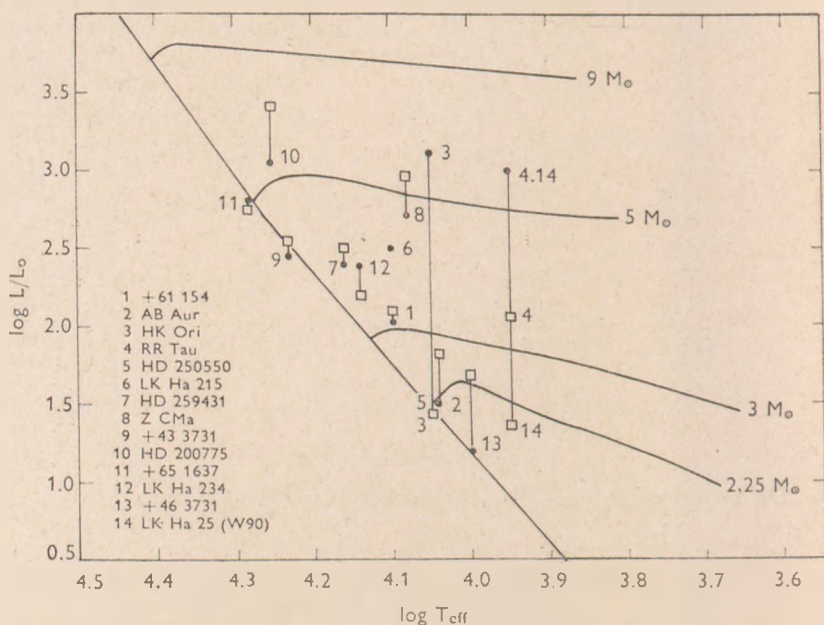


10. ábra. A fiatal csillagoknál erős infravörös excesszus figyelhető meg

Az ott lezajló folyamatok hátterének feltárása kiindulópontul szolgálhat az Ac—Be csillagok más megfigyelt jellemzőinek magyarázatához is.

Ragadjunk ki ezért csak egy, az infravörös excesszussal kapcsolatos problémát: legyen  $L_{sp}$  az ún. spektroszkópiai luminozitás, amelyet a Balmer vonalak alapján határoznak meg.  $L_{bol}$  pedig jellemezze az optikai és az infravörös

tartományban kisugárzott teljes energiát. A 11. ábra az  $L-T_{\text{eff}}$  állapotsíkon tünteti fel néhány  $Ae-Be$  csillag helyét. Az esetek többségében az  $L_{\text{sp}}$  és  $L_{\text{bol}}$  értékek jól egyeznek, három csillagnál ( $HK Ori$ ,  $RR Tau$ ,  $Lk H_{\alpha} 25$ ) azonban  $L_{\text{bol}} \ll L_{\text{sp}}$ . A jelenségre a következő magyarázat kínálkozik: a csillag körüli burok részecskéi elnyelik a központi csillagról az optikai tartományban kibocsátott sugárzást, majd újra kibocsátják azt az infravörös hullámhosszakon. Ha  $L_{\text{bol}} \ll L_{\text{sp}}$ , akkor ez azt jelentheti, hogy az infravörösben optikailag sűrű csillagkörüli por a megfigyelő számára élről látható korong illetve gyűrű alakjába rendeződött és a megfigyelő felé irányuló infravörös fluxus csekély. Az egyre pontosabb megfigyelési adatok tükrében azonban a helyzet nem ilyen egyszerű. Sok esetben ugyanis a buroktól származó infravörös sugárzás erősebb, mint a fotoszféra sugárzása. Ha a por korong alakba rendeződött, akkor nehéz elképzelni, hogyan jöhet létre a megfigyelt nagy fluxusarány, hiszen a korong csak viszonylag kis térszögben sugároz. A megfigyelt P Cygni profilok 200–300 km/sec sebességű anyagkiáramlásokra utalnak, ez évi  $10^{-6}$ – $10^{-8} M_{\odot}$  anyagvesztéset jelent. Ilyen erős csillagszélnek a csillag körüli por-burok csak korong alakban tudna ellenállni.



11. ábra.  $Ae$  és  $Be$  csillagok az  $L - T_{\text{eff}}$  állapotsíkon. A spektroszkópiai luminozitást ( $L_{\text{sp}}$ )  $\bullet$  a bolometrikus luminozitást ( $L_{\text{bol}}$ )  $\square$  jelöli

Így viszont az előzőek miatt nem érthető a megfigyelt erős infravörös fluxus.

A vonalas emisszió és az infravörös tartományban jelentkező folytonos többsugárzás közötti összefüggések arra utalnak, hogy ezek azonos fizikai folyamatok eredményeképpen, azonos burokrégiókban jönnek létre.

### T Tauri típusú változócsillagok

A sötét ködökkel asszociált nem nagy tömegű emissziós csillagok e csoportjának fontos jellemzője az optikai szinképtartományban megfigyelhető szabálytalan fényesség-ingadozás.

#### Fotometriai jellemzők

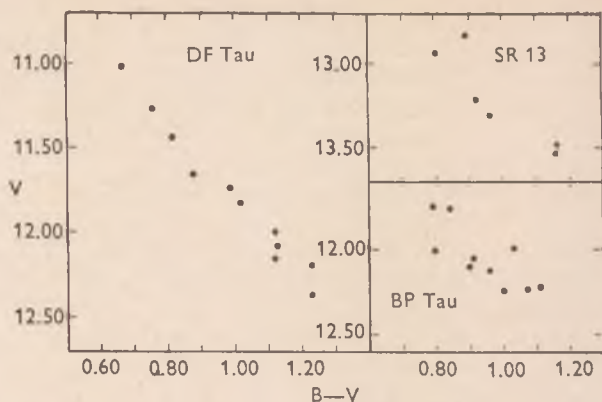
Minden *T Tauri* típusú csillag optikai hullámhosszakon kibocsátott sugárzása szabálytalan időközökben változik. A fényváltozás amplitúdója néhány tized magnitúdótól néhány magnitúdóig terjedő tartományban — ugyanazon csillag esetén is — bármekkora lehet. A legutóbbi évek megfigyeléscinek tanúsága szerint irreguláris változások történnek az infravörös szinképtartományban is.

A néhány óra, néhány nap alatt lejátszódó gyors változásoktól — *kitörésektől* — jól megkülönböztethető a lassabb, viszonylag hosszabb idő alatt bekövetkező szabálytalan fényességváltozás. *P. P. Parenago* a fényességadatok vizsgálatából megállapította, hogy a fényességértékek jól leírható statisztikus összefüggések szerint oszlanak el. *Parenago* a fényváltozás tartományát négy egyenlő részre osztotta fel és a csillagokat aszerint osztályozta, hogy milyen fényességet mutatnak a leggyakrabban:

- I. — a változó gyakrabban fényes mint halvány
- II. — a változó gyakrabban az átlagfényessége körüli értékeknél található
- III. — a változó gyakrabban halvány mint fényes
- IV. — nincs kitüntetett fényességintervallum, minden fényességérték egyenlő gyakori.

Ez az osztályozás még tovább finomítható: *a*, illetve *b* jelöli azokat az eseteket, amikor az I—II—III. osztályokon belül a fényesebb, illetve a halványabb részintervallumokban van gyakrabban a változó, *ab* jelöli azt, ha nincs kitüntetett részintervallum.

A fényességváltozások amplitúdója a nagyobb hullámhosszak felé általában csökken. Egy adott *T Tauri* csillagnál a közeli ultraibolyában mért fényingadozások átlagosan mindig nagyobbak, mint a közeli infravörösben. Az esetek többségében a fényesség csökkenésével a csillag vörösebb lesz (12. ábra).



12. ábra. Csökkenő fényességnél a T Tauri típusú változócsillag színe vörösebb lesz.

### Spektroszkópiai jellemzők

A folytonos színekpre rakódó gazdag emissziós vonalrendszerek jellegzeteségei miatt a fiatal irreguláris változók e csoportja igen jól definiált külön osztályt képez. — Legintenzívebb a hidrogén Balmer sorozatának és a *Ca II H* és *K* vonalának emissziója.

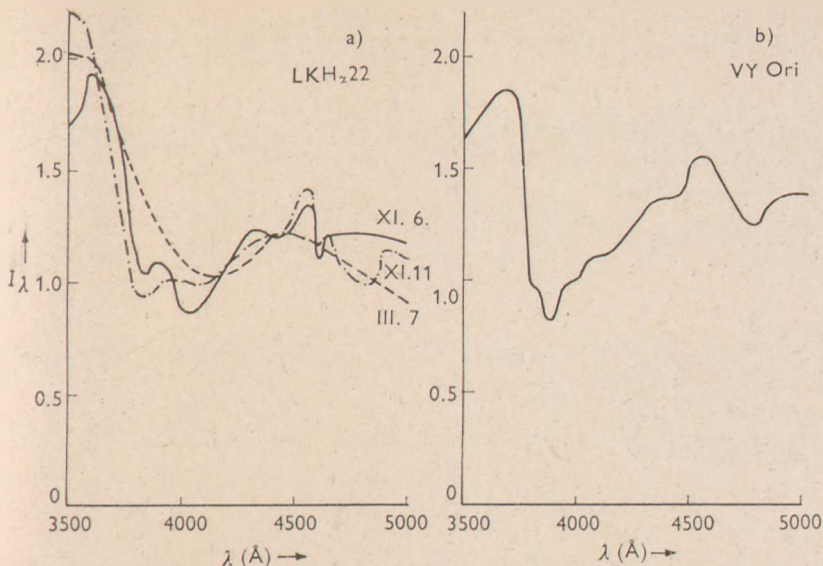
— Speciális T Tauri jegy az *Fe I* fluoreszcens emissziója a  $\lambda\lambda 4063, 4132\text{Å}$  hullámhosszakon.

— Általában megfigyelhetők még az  $[S II]\lambda\lambda 4068, 4076\text{Å}$ ;  $[S II]\lambda\lambda 6717, 6731\text{Å}$  valamint az  $[O]\lambda\lambda 6300, 6363\text{Å}$  és a *He I* emissziós vonalai is.

— Ahol a csillag abszorpciós spektruma megfigyelhető, speciális típusjegyként jelenik meg a *Li I*  $\lambda 6707\text{Å}$  erős abszorpciós vonala.

A vonalas emisszió háttérében látható folytonos színekpre egy késői típusú fotoszféra sugárzásából és az ahhoz adódó kékebb, folytonos emisszióból áll össze. A csillag folytonos színekpre és a fotoszférájától származó abszorpciós vonalakra változó erősségű folytonos emisszió rakódik. A  $\lambda \approx 5000\text{Å}$  színekpre-tartományban „kék fátyolnak” a  $\lambda \approx 3800\text{Å}$ -nél rövidebb hullámhosszakon pedig ultraibolya excessusnak nevezzük. Az időnként előbukkanó — gyors forgásra utaló —, viszonylag széles abszorpciós vonalak alapján a T Tauri csillagok színekpreosztálya a késői *F*-től a korai *M*-típusig terjed. A 13. ábra a Lk  $H_x$  22 és a VY Ori színekpreének spektrális energiaeloszlását mutatja. A forró csillagok légkörében uralkodó ionizációs feltételek miatt az *F8*-nál korábbi csillagok színekpreében nem jelentkeznek a T Tauri típus jellegzetes vas vonalai (*Fe I*  $\lambda\lambda 4063, 4132\text{Å}$ ) — ezért *F8*-nál korábbi színekpre típusú T Tauri csillag nincs.





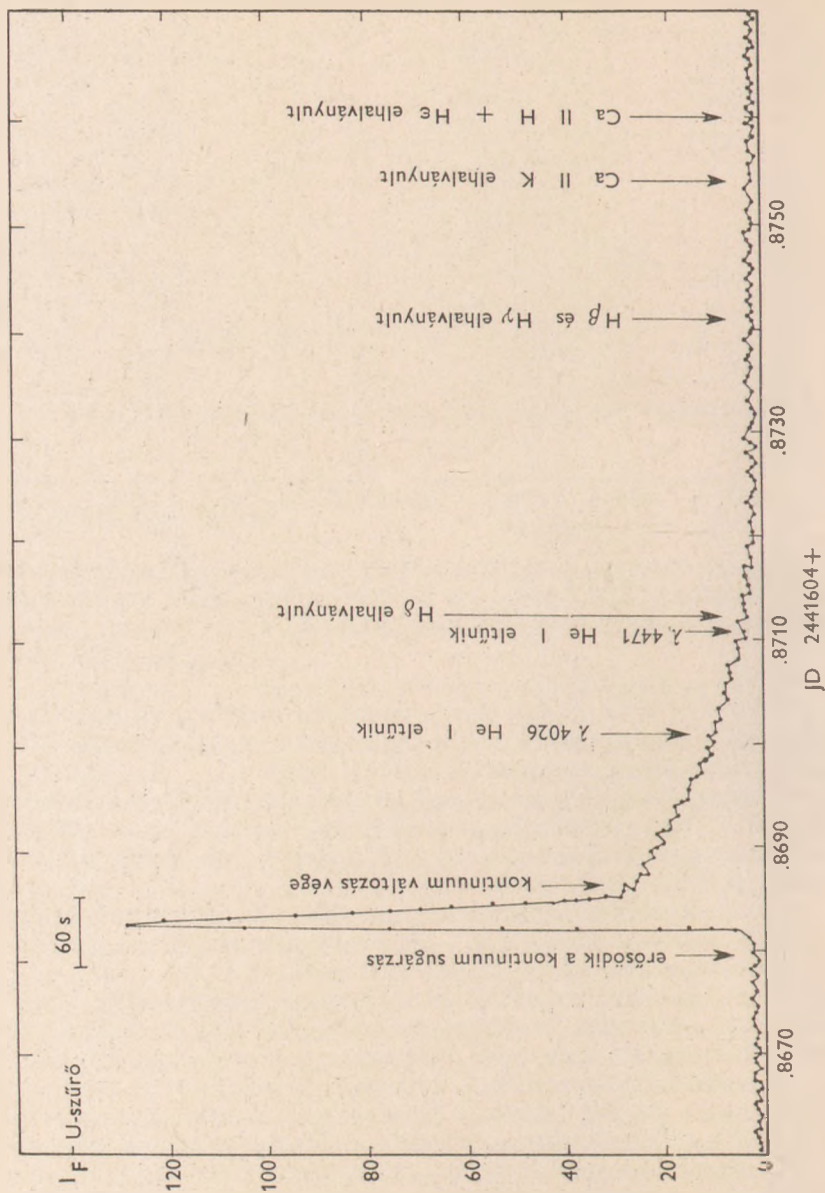
13. ábra. Két T — Tauri csillag (Lk  $H_{\alpha}$  22, VY Ori) folytonos szinképeének spektrális energiaeloszlása. A  $3500 \text{ \AA} \leq \lambda \leq 5000 \text{ \AA}$  hullámhossztartományban. Az ábra szemlélteti a Lk  $H_{\alpha}$  22 energia eloszlásának időbeni változásait is

A folytonos emisszió (kék fátyol, ultraibolya excesszus) változásával az emissziós vonalak intenzitása is változik — erősödő folytonos emisszió esetén intenzívebbek lesznek az emissziós vonalak (14. ábra).

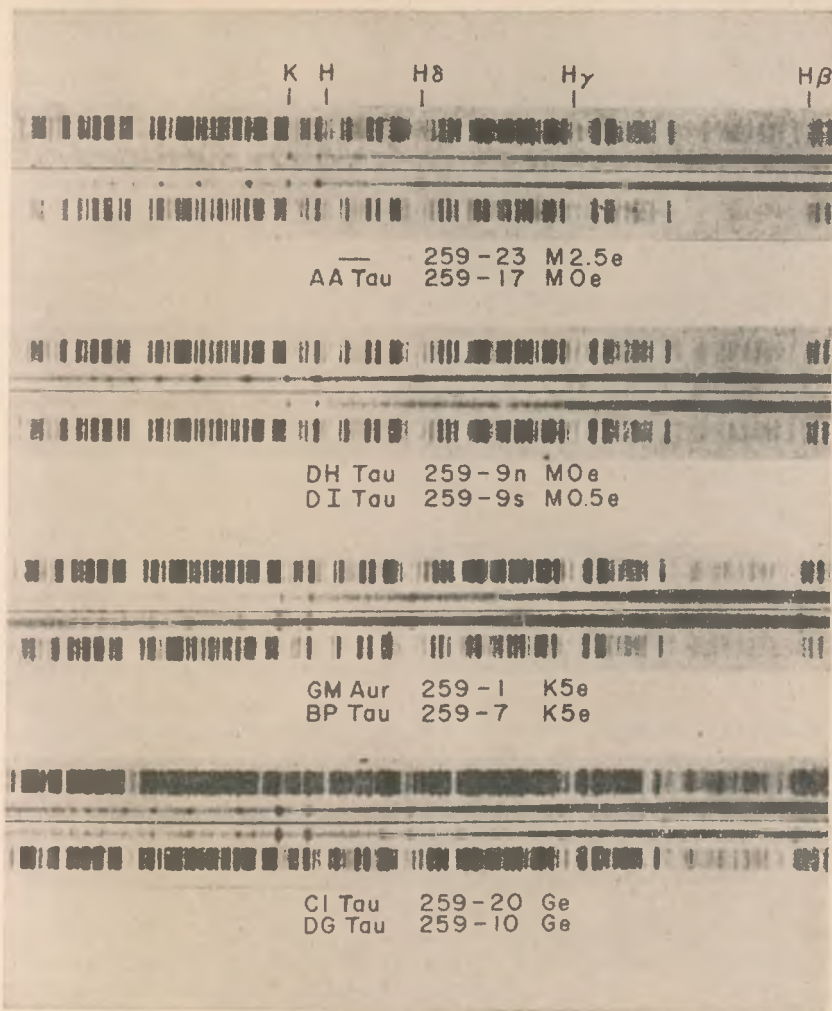
A Balmer sorozat alacsonyabb rendű vonalai, a  $Ca II H$  és  $K$  vonala csaknem minden T Tauri csillagnál határozott P Cygni vonalprofilt mutat. Néhány esetben azonban hosszabb-rövidebb ideig inverz P Cygni profilt is megfigyeltek (YY Ori típusú T Tauri csillagok).

Erős többsugárzás figyelhető meg a szinképük  $1\mu$ -nál hosszabb hullámhosszú, infravörös tartományában — infravörös excesszus. Fényük polarizált, a polarizáció mértéke változó, nem egy esetben elérheti a 12%-ot is.

A T Tauri objektumok tehát a hasonló szinképtípusokhoz tartozó csillagoknál gyorsabban, 20—100 km/sec sebességgel forgó, általában néhány millió évnél fiatalabb késői típusú (F-M) csillagok, amelyeket kiterjedt, turbulens mozgásban levő atmoszféra — vagy por—gáz anyagból álló burok veszi körül. Az itt létrejövő ionizációs feltételek miatt számos emissziós vonal gerjesztődik (tiltott és megengedett vonalak egyaránt) köztük a jellegzetes T Tauri vas vonal, az Fe I  $\lambda\lambda 4063, 4132\text{ \AA}$ . Tömegük 0.5—3 naptömegnyi, néhány esetben azonban ennél jóval nagyobb tömegek is előfordulnak. (A



14. ábra. Az UV Ceti vörös törpecsillag egy sűrűkörülményű fotoelektromos fénygörbéje. A megfigyelés időfelbontása 1 sec.  
A nyílak az egyes fénygörbe szakaszokhoz tartozó jellegzetes színképváltozásokra utalnak



15. ábra. Színképfelvétel néhány Tauri csillagról

Taurus komplexum 25 T Tauri típusú csillagának átlagos tömege kisebb mint  $3.0 M_{\odot}$ .)

Az erős emissziós vonalak P Cygni és inverz P Cygni profiljai a csillag körüli anyag erős radiális mozgásáról tanúskodnak. Jellemző az anyagkiáramlás,

a csillagra hulló anyag tömege az évi  $10^{-7}$ – $10^{-9}M_{\odot}$  tömegvesztés mellett elhanyagolható. A fiatalabb csillagoknál gyorsabb az anyagkiáramlás. A tömegvesztés üteme a kor növekedésével csökken.

Az irreguláris fényesség-ingadozások jórészt származhatnak a csillag körüli burokból keletkező folytonos emisszió (kék fátyol, ultraibolya excesszus) intenzitásának változásaitól. Kétségtelen, hogy a viszonylag kis amplitúdójú változások ( $\Delta m \approx 1^m$ ) korrelációban vannak az ultraibolya excesszus változásaival: minél nagyobb a csillagnál megfigyelhető ultraibolya excesszus, annál tágabb a fényességintervallum, amelyen belül a csillag fénye változik. A fényesség maximumban megerősödő vonal emisszió szintén azt sugallja, hogy a fényesség-ingadozások létrejöttében fontos szerepe van a burok emisszióinak. Kérdéses azonban, hogy ez a kontinuum sugárzás önmagában okozhatja-e a teljes megfigyelt fényességváltozást?

Az optikai hullámhosszakon intenzív fátyol és vonalas emissziót mutató csillagoknál erős az infravörös excesszus is. Minél fiatalabb egy T Tauri csillag, annál erősebb az optikai és infravörös színek tartományokban jelentkező emissziós többletsugárzás. Megállapítható, hogy az infravörös excesszus lényeges része — a  $10\mu$ -nál rövidebb hullámhosszakon — ugyanabban a csillag körüli burok tartományban, ugyanazon fizikai folyamatok eredményeképpen jön létre, mint az optikai hullámhosszakon megjelenő folytonos és vonalas emisszió.

Nincsenek adataink a csillagban és a csillag körüli burokból lezajló fizikai folyamatok kapcsolatáról. Ma még nem ismerjük a burokból ható energiaforrások fizikai jellemzőit. A  $10\mu$ -nál rövidebb hullámhosszakon megfigyelt spektrális energiaeloszlás azonban jól közelíthető egy késői típusú normál fotoszféra és a csillagot körülvevő, forró,  $20\,000\text{ K}^{\circ}$  hőmérsékletű gázburok emissziójának szuperpozíciójával. A különböző hullámhosszakon kibocsátott többlet energiát a forró, ionizált gázburokban lejátszódó kötött-kötött, szabad-kötött, szabad-szabad átmenetekből származó emisszió adhatja.

### A fler csillagok

szabálytalan időközönként robbanásszerű fényváltozást mutató vörös törpecsillagok. Az első véletlenszerű megfigyeléseket a Nap környezetének mintegy  $30$ – $40$  parsec sugarú környezetében végezték. Ezeket a Nap körüli dMe, dM színek típusú eruptív változókat jellegzetes képviselőjükről UV Ceti típusú csillagoknak nevezték el.

A csillagasszociációk és nyílthalmazok későbbi vizsgálatai során kiderült, hogy nagy számú, az UV Ceti típusú csillagokhoz hasonló eruptív változót, úgynevezett halmaz-flercsillagot tartalmaznak.

Minimumban, amit alapfényességnek is mondhatunk, a flercsillagok a  $H$ – $R$  diagram kis luminozitású tartományának a fősorozathoz közeli vidékét

népesítik be. Nincsenek olyan kitüntetett fotometriai vagy színjellemzőik, amelyek alapján minimumban megkülönböztethetők lennének más, hasonló színektípusú fősorozatbeli csillagoktól. A *robbanásszerű fényességnövekedés* az a fotometriai kritérium, amely szerint a vörös törpecsillag flercsillagnak tekinthető.

A minimumban készült színeképfelvételeken gyakran láthatók a Balmer sorozat, valamint a *Ca II H* és *K* emissziós vonalai. Minél aktívabb egy csillag flertevékenysége annál erősebbek a fényességminimumban megfigyelhető emissziós vonalak.

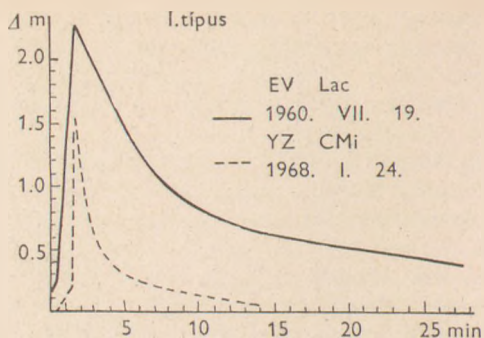
Maximumban a már meglévő emissziós vonalak megerősödnek és újabb emissziós vonalak rakódnak a lényegesen megváltozott folytonos színeképre. A nagy energiájú ( $10^{30}$ — $10^{31}$  *erg*) flerek színeképében a Balmer sorozat magasabb rendű vonalai mellett megjelennek például a magasabb gerjesztési energiájú *He I*  $\lambda 4471 \text{ \AA}$ , *He I*  $\lambda 4026 \text{ \AA}$ , *He II*  $\lambda 4686 \text{ \AA}$ , *He I*  $\lambda 4921 \text{ \AA}$  stb. vonalak is.

Fényességmaximumban megerősödik a folytonos színekép is és a vörös törpecsillagokra jellemző abszorpciós színeképre az abszorpciós vonalakat teljesen elfátyolozó emisszió települ. A többlétsugárzás különösen erős a kék és az ultraibolya színektartományokban. (A flercsillagok maximumban megfigyelt spektruma nagyon emlékeztet a *T Tauri* csillagok színeképére. (15. ábra).

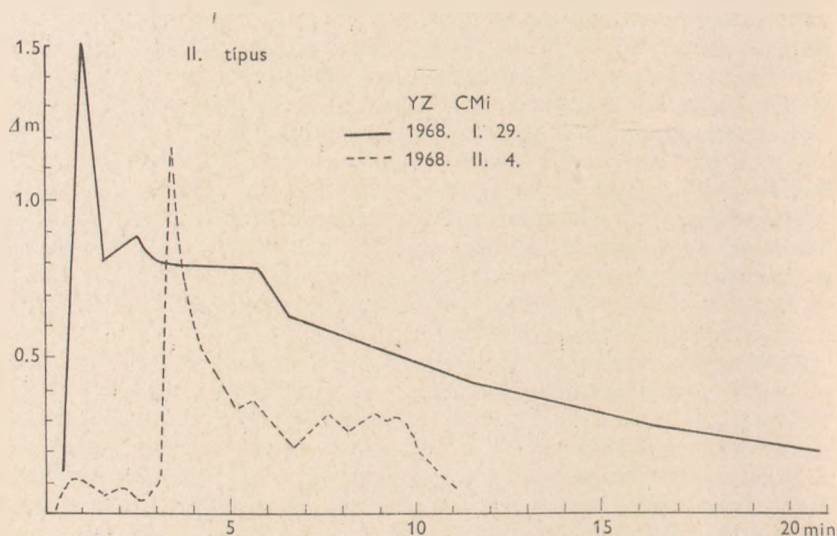
A hirtelen fényességnövekedést viszonylag lassúbb leszálló ág követi. Ez általában két komponensre bontható: a gyors, a felszálló ágnál nem sokkal lassúbb első szakaszhoz elnyújtott kváziexponenciális „farok” csatlakozik. A fényesség gyors csökkenése nyilvánvaló kapcsolatban áll a színeképben maximumban megjelenő folytonos emisszió gyors eltűnésével. A lassúbb, kváziexponenciális összetevő pedig az emissziós vonalak lassúbb gyengülésével hozható összefüggésbe. A nagyobb hullámhosszak felé haladva a fényváltozások amplitúdója csökken: általában  $A_U > A_B > A_V$ .

A fényességnövekedés ütemét és a leszálló ág jellegzetességeit figyelembe véve a fler jelenségek — de nem a flercsillagok — többféleképpen osztályozhatók. Egy ilyen osztályozást mutat be a 16., 17., 18. és a 19. ábra. Ennek az osztályozásnak egyszerűsített változataként fogható fel — az elsősorban fotografikus megfigyeléseknél használatos — úgynevezett *gyors* és *lassú* fler fogalma. Adott flercsillagnál a különféle típusú flerek bármelyike megfigyelhető. Ugyanazon csillagnál felléphet lassú és gyors fler is. A lassú flerek saját színe mindig vörösebb mint a gyors flereké.

Összefüggés van az asszociációk és nyílthalmazok kora, valamint a bennük tapasztalt fleraktivitás között: minél idősebb egy csillagaggregátum (asszociáció vagy nyílthalmaz), annál kevesebb bennük a flertevékenységet mutató vörös törpék száma. A nem stacionárius jelenségek jellege is változik a korrallal. Fiatal képződményekben egyaránt megtalálhatók mind a *T Tauri* típusú változók, mind a flercsillagok. Sok esetben szinte elmosódnak a típushatárok: számos változónál (pl. az Orion asszociációban) a határozottan kifejeződő *T Tauri* jelleg viszonylag erős fler tevékenységgel párosul. Idősebb halmazok-



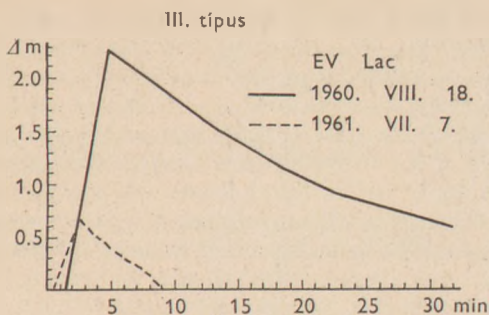
16. ábra.



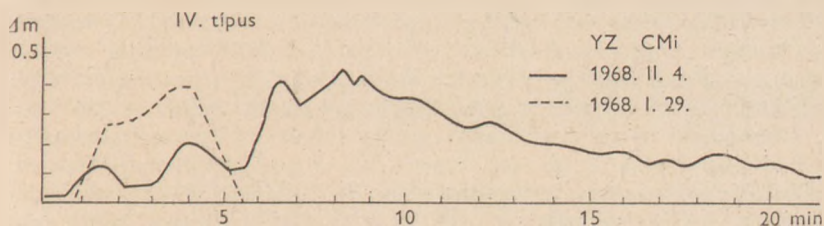
17. ábra.

ban pedig a flercsillagok százait fedezték fel — mint pl. a *Plejádok*, *Praesepe* vagy a *Coma Berenices* halmazban —, de mindeddig nem találtak egyetlen *T Tauri* típusú változót sem.

A szabálytalan időközönként bekövetkező fler kitörések — a megfigyelések tanúsága szerint — Poisson eloszlást követnek.



18. ábra.



19. ábra.

16—19. ábra. Fotoelektromosan megfigyelt fénygörbék szemléltetik az Oszkanján-féle fler-típusokat

### FU Orionis típusú változók

Mindaddig csak két képviselője ismeretes ennek a változó csillag típusnak. Egyik közülük maga az *FU Orionis*. Fényes, üstökösszerű köddel asszociált, és az egész képződményt az S 280 jelzésű *H* felhő veszi körül. A vidéken igen sok közepes és nagy luminozitású irreguláris változó összpontosul. Az *FU Orionis* fényessége — a korábbi fotografikus megfigyelések tanúsága szerint az  $m_{p_g} \approx 16^m$  körül volt. 1936 végén a csillag mintegy 100 nap alatt  $\Delta m_{p_g} \approx 6^m$ -val megnövelte fényességét. Az ezt követő két évben a változó kb. egy fényrendet halványodott és 1938 óta fényessége lényegesen nem változott. Színképtípusa *F2:p I—II*. Megfigyelhető a tipikus *T Tauri* vas vonal: *Fe I*  $\lambda 4063, 4132 \text{ \AA}$ . Igen erős a *Li I*  $\lambda 6707 \text{ \AA}$  abszorpciós vonala, amely szintén a *T Tauri* típus egyik jellegzetessége. A *Li/Ca* arány több mint nyolcvanszorosa a Napnál

megfigyelt értékeknek. Folytonos szinképében ultraibolya excesszus jelentkezik. Emissziós vonalainak profiljai táguló hidrogén burokra utalnak.

A típus másik képviselőjét a  $Lk H\alpha 190 = V1057$  *Cyg*-t, 1970-ben fedezték fel az *NGC 7000* (Észak Amerika) köd *T Tauri* csillagokban és más irreguláris változóknak gazdag vidékén. Az 1957-ből származó adatok szerint fényessége  $m_{p_g} = 16^m$  volt. A csillag 1969—70-ben mintegy száz nap alatt  $10^m$ -ra kifényesedett. Szinképe 1957 előtt tipikus *T Tauri* szinkép volt. Ma a nagyobb luminozitású csillagokra jellemző sajátosságokat mutat. A szinkép  $H\alpha$  vonalának *P Cygni* profiljából intenzív, nagysebességű anyagkiáramlásra következtünk ( $v_r \approx 420$  *km/sec*). Litiumban gazdag burok veszi körül. Tömege  $\sim 8M_{\odot}$ .

### A Herbig—Haro objektumok

diffúz ködökkel kapcsolatos, legtöbbször néhány fényesebb csillagszerű kondenzációt tartalmazó képződmények. Szerkezetük, fényességük néhány hónap, év alatt lényeges változásokon megy keresztül. Egyes kondenzációk eltűnnek, mások kifényesednek, vagy éppen újak jelennek meg.

A kondenzációk spektrumában a gyenge folytonos szinképre viszonylag erős vonal-emissziós szinkép szuperponálódik. A hidrogén Balmer sorozata, a *Ca II H* és *K* vonala mellett megtalálhatók az *[O I]*, *[O II]*, *[O III]* és az *[S II]* vonalai is. A kép igen emlékeztet néhány *T Tauri* típusú csillag körüli köd szinképére. A szinkép energiaeloszlása jól egyezik egy feltételezeten 20—30 magnitúdót vörösödött *T Tauri* csillag várható energiaeloszlásával.

A *H—H* objektumok feltehetően sűrű ködbe burkolt csillagok, vagy éppen *protocsillagok*, amelyeket az erős abszorpció miatt az optikai hullámhosszokon nehéz megfigyelni.

Az emissziós vonalokból számított radiális sebességek (gyakran a  $-140$  *km/sec* értéket is elérhetik) a gázburkok tágulására és igen erős anyagkiáramlásra utalnak. A *H—H* objektumoknál számított anyagveszteségek nagyságrendekkel múlhatják felül a *T Tauri* csillagokra jellemző ( $10^{-8}M_{\odot}/\text{év}$ ) értékeket.

### Fejlődés a fősorozat előtt

Nincs a csillagképződést és a csillagfejlődés kezdeteit tárgyaló olyan elmélet, amely a megfigyelt jelenségek átfogó értelmezését adhatná. Az elénk táruló képet ma két, egymással teljesen ellentétes elvi alapról induló kozmogóniai elképzelés kívánja magyarázni.

A kezdeteket feltáró *megfigyelési adatok* hiányában az alapfeltevések egyrészt önkényesek, másrészt intuitív elemeket tartalmaznak. Ezek a megfigyelt képből gyökereznek ugyan, de lényegében mégsem bizonyíthatók.



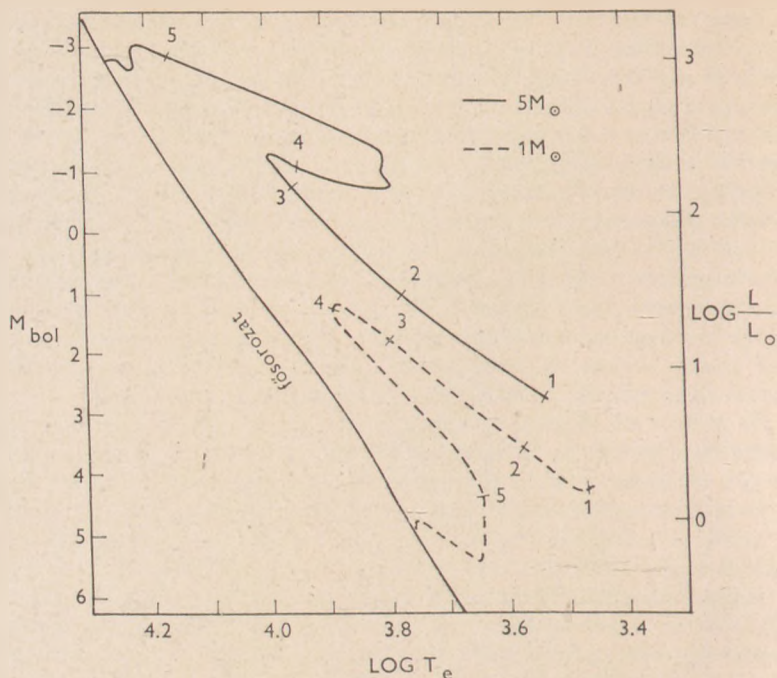
A korai csillagfejlődés elméleti vizsgálatánál egyik szokásos kiinduló pont, hogy a protocsillag (őscsillag) a diffúz *presztelláris* por—gáz anyagból *kondenzáció* útján jön létre. A feltételezett ősköd gravitációs kollapszusa révén keletkezik az a protocsillag, melynek belsejében további adiabatikus összehúzódás során rugalmas mag képződik. A fellépő lökeshullámok felfűtik a zsugorodó rétegeket, az egyre sűrűbbé váló gáz teljesen ionizálódik és megnő az egész protocsillag hőmérséklete. Ezt követően lassan beáll a *kvázihidrosztatikus* egyensúlyi állapot, amikor a protocsillag mélyében termelődő energiaáramlás, *konvekció* útján kerül a felszínre. A következő fejlődési szakaszt már a *sugárzási egyensúlyi állapotokon* át történő fejlődés jellemzi. A csillag magjából származó termonukleáris energia itt már nem konvekcióval, hanem sugárzással jut a felsőbb rétegekbe. Annál *gyorsabb* a fejlődés üteme, minél *nagyobb* a protocsillag kezdeti tömege. A korai fejlődés befejező szakaszában a zsugorodás fokozatosan megszűnik, a csillag a *H—R* diagram fősorozatára kerül.

A 19a ábra és a 6. táblázat egy olyan kondenzációs modellt szemléltet, ahol feltételezték, hogy a protocsillag különböző rétegei eltérő módon zsugorodnak. Az ősköd *középponti* vidékein jóval *gyorsabb* a kollapszus mint a perifériákon, ezért a kialakuló csillagszerű objektumot szintén zsugorodó por—gáz burok veszi körül. A fejlődés üteme és módja függ a kezdeti tömegektől. A korai fejlődés lényeges szakasza az ún. *hidrodinamikai* fázis. Fontos fordulópontot jelent a hidrodinamikai szakaszból a sugárzási egyensúly szakaszába való átmenet. Mivel a fősorozat előtti objektum csillagszerű felszínét *optikailag sűrű* zsugorodó por—gáz burok takarja, az objektumot fejlődésének korai szakaszában csak az infravörös hullámhosszakon lehet megfigyelni.

6. táblázat

Az  $1 M_{\odot}$  és  $5 M_{\odot}$  protocsillag fősorozat előtti fejlődésének szakaszai

$1 M_{\odot}$			$5 M_{\odot}$		
kor (év)	kvalitatív kép	burok hőmérséklet	kor (év)	kvalitatív kép	burok hőmérséklet
1. $10^2$	behulló burok	60 K	$10^2$	behulló burok	30 K
2. $10^3$	''	90 K	$10^3$	''	60 K
3. $10^4$	''	125 K	$10^4$	''	300 K
4. $10^5$	''	300 K	$10^5$	gyors luminozitás növekedés, átmenet a hidrodinamikai fejlődési fázisból a a sugárzási egyensúlyokon át történő fejlődés fázisába	1000 K
5. $10^6$	optikailag ritka burok		$3 \times 10^6$	lassú, sugárzási egyensúlyokon át való fejlődés a fősorozat közelében	3000 K



19/a. ábra. Az  $1M_{\odot}$  és  $5M_{\odot}$  csillagok fejlődési útjai — Larson számításai szerint. A fősorozat előtti fejlődési szakaszok kvalitatív leírását a táblázat tartalmazza, ahol a sorszámozás megfelel a fejlődési utakon megjelölt szakaszok számozásának

A másik, az „empirikus” módszereket alkalmazó irányzat, elvi kiinduló pontjául a kozmogóniailag aktív, *szupersűrű presztelláris anyagot* választja. Ennek szétdarabolódásából, fragmentációjából származtatja a protocsillagot, és a csillagközi, illetőleg csillagkörüli por—gáz felhőket. Az egymást követő fejlődési szakaszokat pedig a megfigyelt tények gondos elemzése és csoportosítása útján kívánja rekonstruálni.

Hogyan képzelhető el tehát egy fejlődési lánc?

A vázolt „burok” modell sok részlete nem felel meg a valóságnak. Az a tény azonban, hogy minden tárgyalt objektum típusnál lényeges szerepet kapott a csillagkörüli por—gáz anyag, azt sugallja, hogy egy bizonyos fajta „burok” elképzelés jó keretnek látszik. Így kínálkozik a következő logikai lánc, ahová egyelőre jórészt ellentmondás nélkül illeszthetők be a megfigyelt jelenségek.

A hidrodinamikai fazist megelőző állapotokról nincsenek megfigyelési adataink, a fiatal képződmény fejlődésének hidrodinamikai szakaszában válik

láthatóvá. Vannak ugyan megfigyelések, amelyek arra utalnak, hogy a nagyori fiatal képződmények a keletkezési helyükön sűrű ködökkel asszociáltak. Mindez nem változtat azon, hogy a fiatal csillagszerű objektumok *fősorozat előtti* életük jelentős és igen fontos szakaszát általunk még ellenőrizhetetlenül, elrejtve élük.

Közepes tömegek esetében ( $15 \approx M/M_{\odot} \approx 2$ ) a *hidrodinamikai* és a *kváziszztatikus* sugárzási egyensúlyi állapotok közötti átmenetet igen gyors és néhány magnitúdós fényességnövekedés kíséri. Az eddig megfigyelt két *FU Orionis* típusú luminozitás növekedés joggal valószínűsíti azt a fejlődési irányt, amely a *H—H* objektumoktól a *T Tauri* típusú változócsillagokhoz és az emissziós *Ae—Be* csillagokhoz vezet. A luminozitás növekedés után a csillag már a sugárzási egyensúlyi állapotokon keresztül, a nagyobb luminozitású tartományokban közeledik a *H—R* diagram fősorozatához.

A kisebb tömegű protocsillagok ( $2 \approx M/M_{\odot} \approx 0.4$ ) a hidrodinamikai szakaszból a sugárzási egyensúlyi állapotok felé fejlődve nem szenvednek olyan katasztrofális változásokat, mint a nagyobb tömegű objektumok. Fejlődési útjuk a jellegzetes *H—H* objektumoktól a nem stacionárius *T Tauri* jellegű változásokon át vezet a viszonylag magasabb — de a kiinduló állapotoktól nem lényegesen eltérő — fényesség tartományba, ahol elérik a fősorozatot.

A néhány tized naptömegnél kisebb objektumok fejlődése nem lép túl a hidrodinamikai szakaszon. A képződmény teljesen konvektív marad, vagy az idő múltával is igen jól fejlett konvekciós zónával rendelkezik. Ilyenek például a nyilthalmazok vörös törpecsillagai, ahol jellegzetes nem stacionárius jelenség a korrall összefüggő flertevékenység.

Végezetül még egyszer hangsúlyozni kell, hogy a vázolt fejlődési lánc valószínűleg megfigyelt objektumokból összeálló mozaikkép. A nem stacionárius jelenségeknek csak kis hányada nyert többé-kevésbé megnyugtató magyarázatot. Az alapvető fizikai folyamatok változatlanul ismeretlenek.

## A BY DRACONIS TÍPUSÚ CSILLAGOK

### Bevezetés

1952-ben *G. E. Kron*, az ismert *YY Gem* Algol típusú fedési változó fénygörbéjét vizsgálva igen érdekes eredményre jutott. A csillag fényessége a két fedés közötti időben is változott, bár igen csekély mértékben, mindössze 0,1—0,2 magnitúdót; *Kron* biztos volt benne, hogy ezt nem az észlelések szórása okozza, ezért megpróbált valami magyarázatot találni a szokatlan jelenségre. Feltételezte, hogy a csillagon esetleg sötét folt van, ami — figyelembe véve, hogy a csillag forog — elhelyezkedésétől és kiterjedésétől függően okozhat ekkora fényváltozást.

Néhány évvel később *D. S. Evans* a *HD 16157* számú spektroszkópai kettősön figyelt meg kis amplitúdójú fényesség-ingadozást. Ez a csillag a *CC Eridani* nevet kapta és a későbbiekben nagyon sok tanulmány jelent meg róla.

*Kron* az *YY Geminorum* viselkedését magyarázva zseniális sejtésre jutott. Mégis, a *CC Eridani* tekinthető az első „igazi” *BY Draconis* típusú változónak, hiszen ez a csillag a kis amplitúdójú fényváltozás miatt került a változócsillagok közé. A csoport névadó csillagának a fényváltozását csak később fedezték fel.

### A BY Draconis

A *HD* katalógus *234677* számú csillagának fényváltozására vonatkozó megfigyeléseket először *A. H. Joy* publikálta 1961-ben. Igaz, miután ő fler tevékenységet észlelt a csillagon, a *HD 234677*-et a szintén nem túl régen felfedezett *UV Ceti* típusú változók — vagy fler csillagok — közé sorolták be *BY Draconis* néven.

Az *UV Ceti* csillagok fényességváltozása abból áll, hogy időnként fényfelvillanásokat mutatnak, amelyek néhány percig tartanak. Ezalatt a csillag 0,1—2 magnitúdóval kifényesedik, majd visszatér eredeti állapotába. Még ugyanannál a csillagnál is különböző ideig tartó, más-más fényességű és különböző lefutású felvillanásokat figyelhetünk meg.

A fler-megfigyeléseken kívül 1955-ben és 1961-ben is mérték a *BY Dra* fényességét, azonban az állandó volt. 1965-ben észlelt rajta először lassú fényváltozást P. F. Csugajnov 0,23 magnitúdó amplitúdóval, ami periodikusnak bizonyult. Az amplitúdó a *V* és a *B* színtartományban közel azonos volt, a *B—V* színindex alig változott. 1967-re az amplitúdó erősen lecsökkent, a periódus (3,836 nap) változatlan maradt, de a fénygörbe fázisában egy két-napos ugrás következett be. A fényességváltozás amplitúdója a 70-es évek elejére tovább csökkent néhány század magnitúdóra és ez azóta is változatlan.

1967-ben fedezték fel, hogy a *BY Dra* spektroszkópiai kettős. A rendszer keringési periódusára 5,981 nap adódott. Az, hogy a csillag kettősnek bizonyult, nagy szerencse, mivel így aránylag egyszerű módon meg lehet határozni a két csillag tömegének egymáshoz való arányát és egy további adat ismeretében a valódi tömegeket is. A *BY Dra* esetében a két csillag tömegarányára 1.21 adódott. A tömeg-fényesség reláció alapján kiszámították a két csillag tömegét külön-külön is, és az eredmény: 0,54 illetve 0,45 naptömeg. A rendszer abszolút fényessége ismert volt trigonometrikus parallaxis alapján, viszont meg kellett becsülni a két csillag fényességének arányát a rendszer közös spektrumából, a vonalak intenzitásából.

A *BY Dra* spektráltípusa 1974-es mérések szerint *dMOe*, szinképében és a többi *dMe* csillag szinképében is különösen feltűnőek a Ca II H és K vonalai, valamint a Balmer sorozat emissziós vonalai, tömérédek abszorpciós vonal mellett. Ezek az emissziós vonalak a fler tevékenység ideje alatt változásokat mutatnak, felerősödnek, majd visszatérnek eredeti állapotukba. A vonalak erősödése már az optikai tartományban megfigyelhető kitérés előtt megkezdődik, és az eredeti állapotukat csak jóval azután éri el, hogy az optikai fler befejeződött.

### További *BY Dra* csillagok felfedezése

Természetesen ez az igen különös viselkedésű csillag felkeltette a kutatók figyelmét. Elkezdték megfigyelni a fler csillagokat abból a szempontból, hogy mutatnak-e fényváltozást a flerezésen kívül, és az észlelések azt az eredményt hozták, hogy a nagy többségüknek nyugalmi állapotuk idején sem állandó a fényessége. Mivel a fler csillagok legtöbbjének spektruma *dMe* típusú (néhány *dKe* is akad köztük), az utóbbi időben a megfigyeléseket kiterjesztették azokra a vörös törpe csillagokra is, amik eddig nem voltak ismertek, mint változócsillagok. Az eredmény több tucat új fler csillag felfedezése volt. Legtöbbjük lassú fényváltozást is mutat, így tulajdonképpen *BY Dra* típusúak.

Az emissziós törpe csillagok megfigyelése során bukkantak rá arra a jelenségre, hogy némely csillag, bár változtatja fényességét, a változás nem periodikus. Az eddigi adatok szerint rendszertelenül kifényesednek illetve elhalványodnak hosszabb idő alatt, de ez a változás sem lépi túl a pár tized magnitúdót.

A *BY Dra* típusú csillagok a fizikai változócsillagok legújabban felfedezett osztályát alkotják. Az eddigi megfigyelések alapján tehát a következő tulajdonságokkal rendelkeznek:

1. fler tevékenység
2. lassú, legfeljebb néhány tized magnitúdós fényesség-ingadozás, amely lehet periodikus vagy nem periodikus
3. kis tömeg
4. késői típusú (*M* esetleg *K*) emissziós spektrum

A már név szerint említett három csillag közül az *YY Gem* fedési változó, míg a *CC Eri* és a *BY Dra* spektroszkópikus kettős. Felmerült a kérdés, vajon mi a helyzet a többi csillag esetében, mekkora közöttük a kettős csillagok aránya? Tudjuk, hogy a galaktikus mezőben a csillagoknak több mint a fele kettős, vagy többszörös rendszer tagja. A megfigyelések azt mutatják, hogy a *BY Dra* és a *dMe* csillagok között ez az arány lényegesen nagyobb a kettősök javára. A spektroszkópiai kettősök kimutatása annál könnyebb, minél nagyobbak a látszólagos sebességváltozások. Adott keringési periódus és inklináció esetén a nagyobb tömegű rendszerek mutatnak nagyobb sebességváltozást. Mivel esetünkben törpe csillagokról van szó, az is előfordulhat, hogy a csillag kettős, de ezt nem tudjuk észlelni. Figyelembe véve az észlelési nehézségeket, azt lehet mondani, hogy a fenti négy ponton kívül még a kettősség is jellemző tulajdonsága a *BY Dra* csillagoknak.

Az általunk ismert *BY Dra* csillagok a Nap környezetében helyezkednek el. Ez kiválasztási effektus következménye, mivel a *BY Dra* csillagokat kis luminositásuk miatt csak egy bizonyos távolságig tudjuk észlelni. Ez azonban azt

7. táblázat

A legfényesebb *BY Dra* csillagok néhány adata

Név	Spektrum	<i>V</i>	<i>B—V</i>	<i>U—B</i>	<i>M<sub>v</sub></i>	Max. észlelt amplitúdó	<i>P</i>	Kettősség
FF And	dM1e	10.38	1.43	1.09	8.7	0.06	2.17	SB
CC Eri	K7Ve	8.85	1.39	1.06	8.5	0.3	1.561	SB
YY Gem	dM1e	9.08	1.49	1.02	8.26	0.1	0.814	EB
EQ Vir	dK5e	9.35	1.18	1.05	7.8	0.1	3.96	
BY Dra	dM0e	8.44	1.24	1.03	7.4	0.25	3.836	SB
HD 196982	dM4.5e	10.25	1.56	0.83	10.7	0.07?	?	kettős
AU Mic	dM2.5e	8.75	1.47	1.00	8.9	0.35	4.865	SB?
G1 815	dM3e	10.12	1.50	1.10	9.5	0.1?	?	kettős
EV Lac	dM4.5e	10.2	1.6	1.1	11.5	0.03	5?	kettős?
GT Peg	dM3.5e	11.66	1.51	1.05	9.8	0.06	2?	
HD 216803	K5Ve	6.49	1.10	1.02	7.03	0.05	10	
Ross 248	dM5.5e	12.29	1.92	1.48	14.80	0.06	115	

jelenti, hogy valójában ez a változócsillag osztály is népes, hiszen galaxisunkban a vörös törpék igen nagy számban kell, hogy előforduljanak.

Az első *BY Dra* csillagokat véletlenül fedezték fel, mint annyi más változócsillag típust. Később már úgy tűnt, hogy a fler csillagoknak csaknem mindegyike mutat bizonyos kis amplitúdójú, lassú fényváltozást is, sajnos azonban az a helyzet, hogy a század-magnitúdónyi fényváltozások kimutatása fotoelektromos megfigyelések esetén is nagyon problematikus. (Igaz, észlelhetők századmagnitúdós fényváltozások ultrarövid periódus esetén, ehhez azonban a periódus igen pontos ismerete is szükséges.) Ilyen megfigyelésekhez elsősorban tökéletesebb észlelőberendezések, nyugodt légköri viszonyok, vagy légkörön kívüli észlelések kellenek. Pedig a látszólag csekély fényesség-ingadozás egy igen kicsi, halvány csillag esetében eléggé erőteljes mechanizmusok eredménye lehet.

A *dMe* csillagok körében végzett észlelések azt az eredményt hozták, hogy szintén igen nagy százalékban fordulnak elő közöttük fényváltozások és flerezések. Ezek után már kézenfekvő volt levonni azt a következtetést, hogy tulajdonképpen a három csoport, a *dMe* csillagok, a *BY Dra* csillagok és a fler csillagok egy közös csoportot alkotnak. Azt lehet mondani, hogy a kis tömegű emissziós vörös törpe csillagok körében általános a flerezés, a kis amplitúdójú lassú fényváltozás és jellemző közös tulajdonságuk az is, hogy kettősök.

### Kísérletek a jelenség magyarázatára

A leírt jelenségek észlelésével egy időben felvetődött a kérdés: mi okozhatja ezeket a kis amplitúdójú, lassú fényváltozásokat? Az elméletnek azt is meg kell tudni magyaráznia, hogy a  $B-V$  színindex miért változik csak igen keveset, egyes esetekben pedig egyáltalán nem mutat változást.

Figyelembe véve, hogy ezek a csillagok általában kettősek, az első kézenfekvőnek látszó magyarázat szerint egy időszakosan feltűnő sötét felhőnek kell lennie a kettős rendszer Lagrange pontja közelében. A további számítások viszont arra az eredményre vezettek, hogy egy ilyen csillag körüli felhő nem lehet stabil alakzat, élettartama nem hosszabb néhány percnél. Más magyarázat után kellett tehát nézni.

A csillag felszínének egyenlőtlen fényességeloszlása — amit *Kron* már 1952-ben felvetett mint hipotézist, de elfelejtették — járható útnak látszik.

Részletesebben ezt a problémát először *W. Krzeminski* vizsgálta 1969-ben, fotoelektromos megfigyeléseket végezve néhány *BY Dra* csillagra. Az ő következtetése is az volt, hogy a lassú fényváltozás oka valószínűleg a csillagon levő folt, ami részben vagy egészen eltűnik, illetve megjelenik a csillag felénk forduló korongján, ahogy a csillag forog.

A számításokhoz fel kell tenni, hogy a csillag fekete testként sugároz (ez

egyébként eléggé általános a csillagászati számításokban) és azt, hogy a folt sugárzása is leírható a *Planck függvény*nel. Figyelembe kell venni egy szél-sötételési tényezőt is, ennek értékei táblázatban vannak megadva a különböző színképtípusú csillagokra.

A folttal és folt nélkül megjelenő ugyanazon csillag fényességének különbsége magnitúdóban a következőképpen fejezhető ki:

$$\Delta m_{\lambda} = -2.5 \log \left[ 1 - \frac{\Delta L_{\lambda}}{L_{\lambda}} \right]$$

Itt  $\Delta L_{\lambda}$ -val jelöljük a folt luminozitását,  $L_{\lambda}$  pedig a csillag luminozitása folt nélkül.  $\Delta L_{\lambda}$  és  $L_{\lambda}$  kiszámításához ismernünk kell a csillag *inklinációját*, *felszíni hőmérsékletét* és megfelelő értékeket kell föltételeznünk a folt valószínű hőmérsékletére. Az adatokat változtatva, a hőmérsékletet különböző spektrum-intervallumokban véve, egy görbesereghez jutunk. Az eddig észlelt periodikus fényességváltozások fénygörbéihez mindig találhatunk illeszthető számított görbét.

A 20. ábra jelölései a következők:  $I$  (inklináció) a csillag rotációs tengelyének hajlása az észlelőhöz képest,  $\vartheta$  és  $\varphi$  a folt koordinátái és  $\Delta\theta$  a folt sugara. (A  $\varphi$  hosszúságot a csillag látható korongjának közepén áthaladó meridiántól számoljuk.)

Ha  $\vartheta + I - \Delta\theta > \pi/2$ , a folt nem mindig látható, éles minimum figyelhető meg és maximumban, mikor a folt egy időre eltűnik, a fényesség konstans.

Ha  $\vartheta + I - \Delta\theta = \pi/2$ , a fénygörbe nagyjából szinuszos, a folt csak maximumban tűnik el egy rövid időre.

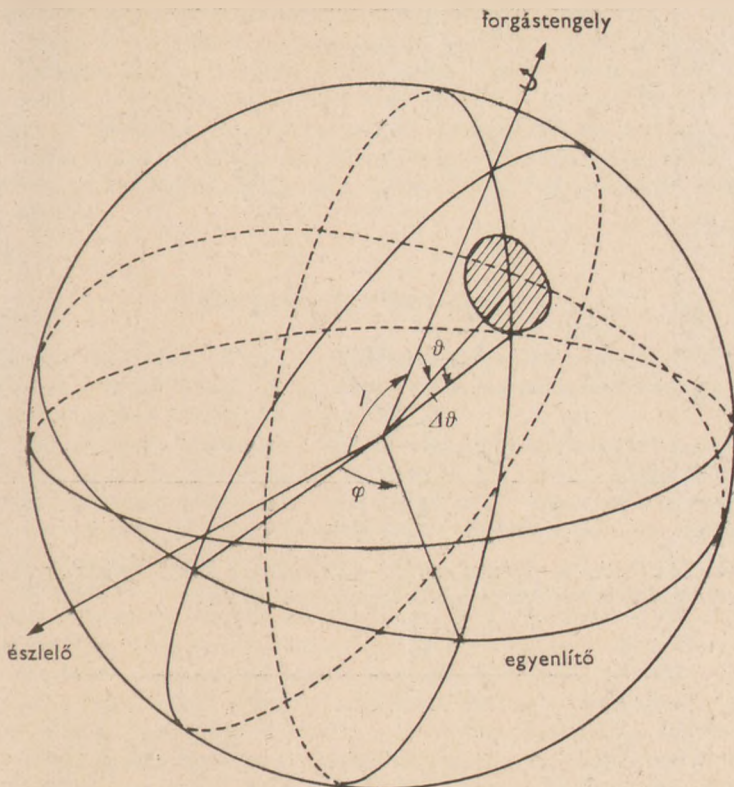
Ha  $\vartheta + I - \Delta\theta < \pi/2$ , a folt állandóan látható marad.

A modellezett és az észlelt fénygörbe jó egyezését láthatjuk a 21. ábrán a *CC Eri* esetében.

A periodikus fénygörbeváltozások tehát ilyen módon megmagyarázhatók. Természetesen az egyes speciális esetekben ki kell választani a megfelelő foltméretet és elhelyezkedést, ami nem túl nagy feladat. Nehezebb volt ezt összhangba hozni a folt valószínű hőmérsékletével. Végül is sikerült egy-egy észlelési sorozatot megmagyarázni, de az eredmények arra mutatnak, hogy általános kijelentéseket nem lehet tenni. Ha a fénygörbe amplitúdója elég nagy, viszont a  $B-V$  színindex nem változik, valószínű egy nem túl nagy, de igen sötét folt jelenléte. Ez azt jelenti, hogy a foltnak több mint 500 K-el kell hidegebbnek lennie a környezeténél. (Egyes számítások szerint  $\Delta T$  elérheti ebben az esetben az 1500 K-t is.) Kisebb amplitúdó és elhanyagolható színindexváltozás esetén elegendő, ha  $\Delta T \approx 500$  K. Amennyiben erősebb  $B-V$  változás is mutatkozik, a csillag foltos és nem foltos részei közötti hőmérsékletkülönbség nem lehet nagyobb, mint 2—300 K.

Ezek a színindexváltozások igen kicsi amplitúdójúak és ezért csak igen nagy pontosságú mérések használhatók fel a további analízisre. A legutóbbi

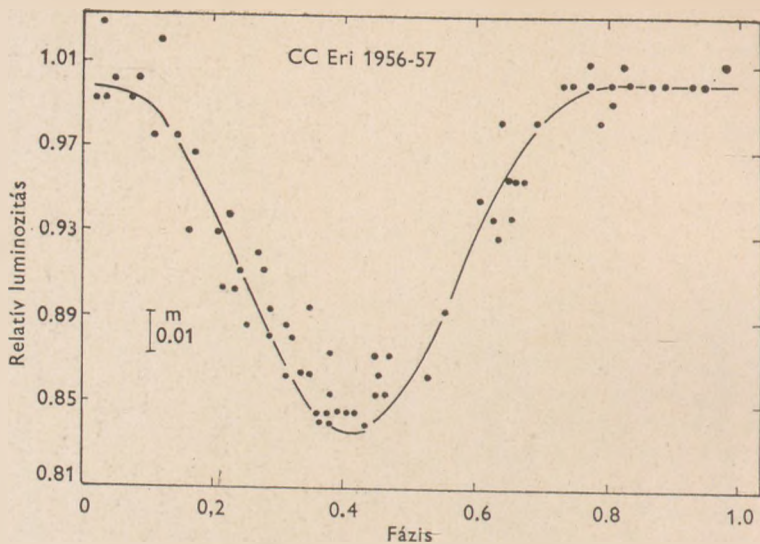




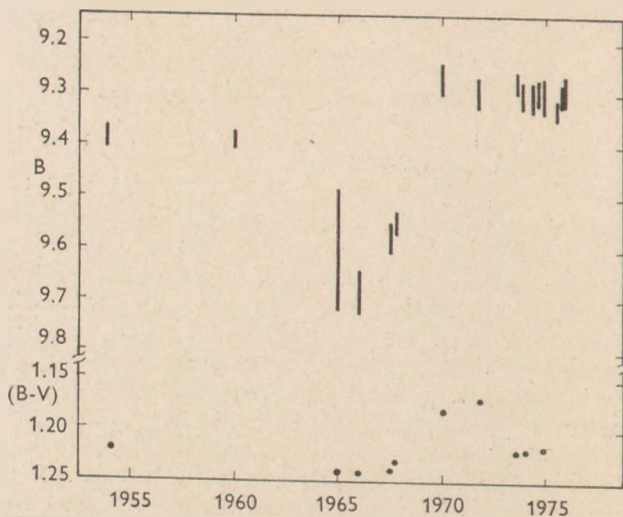
20. ábra. A probléma geometriai ábrázolása

években végzett néhány mérési sorozat arra utal, hogy amennyiben létezik  $B-V$  változás, mindig akkor a legvörösebb a csillag, amikor a legsötétebb, azaz a fénygörbe minimumakor. Ez egyaránt magyarázható a környezetéhez képest világosabb vagy sötétebb folttal. Hogy el tudjuk dönteni, milyen foltról van szó, ismerni kellene a csillag  $m_0$  fényességét egy olyan időszakban, amikor nem mutat változást, tehát nincs rajta folt. Ha ezt követőleg változást észlelünk és az átlagfényesség  $m > m_0$ , a folt fényesebb, ellenkező esetben halványabb.

Sajnos ilyen megfigyelés mind ez ideig kizárólag a *BY Dra*-ról áll rendelkezés-re. Ezek az észlelések arra mutatnak, hogy a csillagnak az — általunk ismert — életében egyaránt előfordultak fényes és sötét foltok. A 22. ábrán látszik, hogy mikor a csillag 1970 táján fényesebb lett, az átlagos színindex kékebbé vált, előzőleg halványabb volt, vörösebb színindexszel. Ez utóbbi sötét, míg az előbbi fényes folt jelenlétére utal.



21. ábra. A CC Eri fényváltozása az 1956–57 években. A berajzolt görbe a csillagfolt-moddelllel számolt mesterséges fénygörbe ugyanerre az időszakra



22. ábra. A BY Dra fényváltozásának amplitúdói (B színben) és az átlagos színindexek az elmúlt húsz évben

A *BY Dra* fényességváltozásában — ahogy erről már szó volt — amplitúdóváltozást és fázisugrást is megfigyeltek. Ebből az következik, hogy az eddig leírt jelenségek — a foltok — nem stationáriusak, kiterjedésüket és elhelyezkedésüket is változtatják. Azt, hogy egy adott amplitúdóhoz milyen nagyságú és elhelyezkedésű folt szükséges, kiszámítható. Ez azonban csak matematikai leírása a problémának. Ahhoz, hogy az ilyen csillagok viselkedését megértsük, azt kell végiggondolni, hogy milyen fizikai folyamatok játszódhatnak le bennük.

### A *dMe* csillagok fizikai modellezése

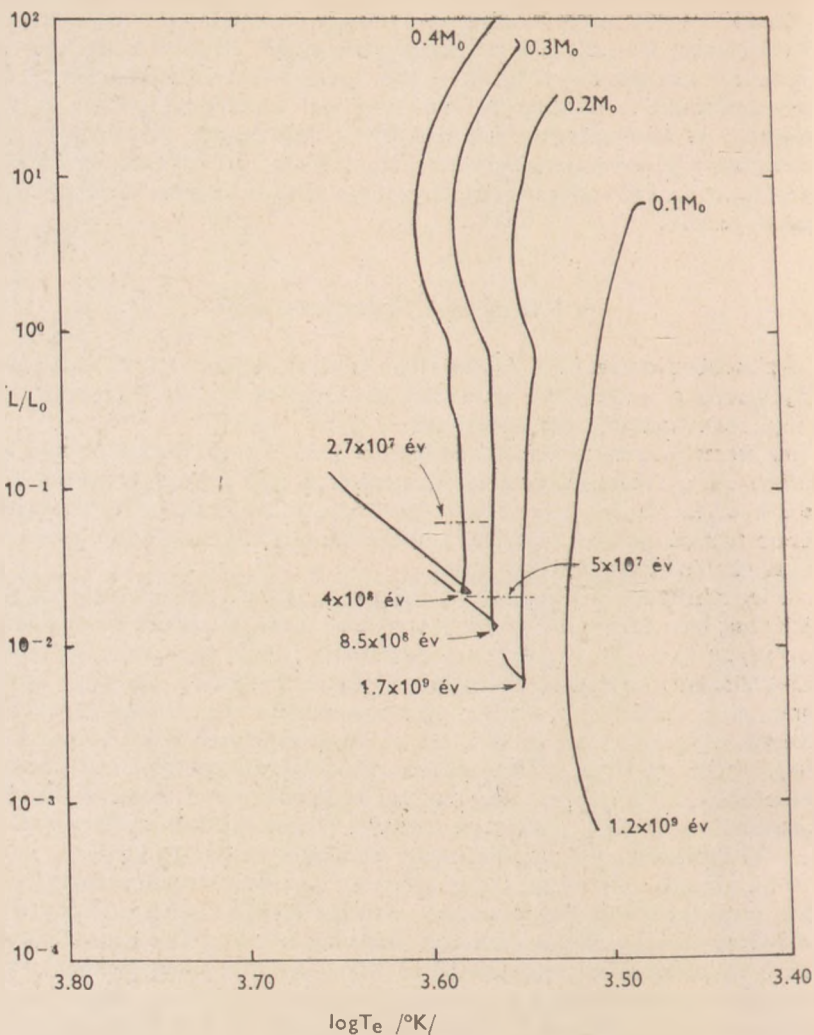
Az utóbbi években *D. J. Mullan* (több más kollégájával együtt) részletesen foglalkozott a problémával. Igyekeztek olyan fizikai modellt elkészíteni, ami a legjobban megfelel a mért adatoknak.

Az összes általunk ismert *dMe* csillag igen kicsi tömegű, vannak olyanok is, amelyeknek a tömege *néhány század* naptömeg (pl. *UV Ceti*), de a legnagyobbak sem haladják meg a *néhány tized* naptömeget. A 23. ábrán 0,4 naptömegnél kisebb tömegű csillagok fejlődését követhetjük születésüktől kezdve, ahogyan azt az elméleti számítások mutatják.

A legérdekesebb és számunkra legfontosabb dolog a *konvekciós réteg* kialakulása. Konvekciós zónája a mi Napunknak is van, és bár ez a Nap sugarához képest igen vékony rétegben helyezkedik el, mégis ez a zóna, illetve az általa előidézett mágneses tér okozza a Napon lejátszódó jelenségek egész sorát, pl. a napfoltokat, flereket, protuberanciákat stb. A Napnál kisebb tömegű csillagok esetében minél kisebb a tömeg, annál vastagabb a konvekciós réteg. Létezik egy kritikus tömeg, az ennél kisebb tömegű csillagok már teljesen konvektívák. Ez azt jelenti, hogy a csillag anyagának döntő többsége állandó mozgásban van a csillag felszíne és centruma között. A kritikus tömeg értéke 0,2—0,3 naptömeg körül van, különböző számítások szerint (24. ábra).

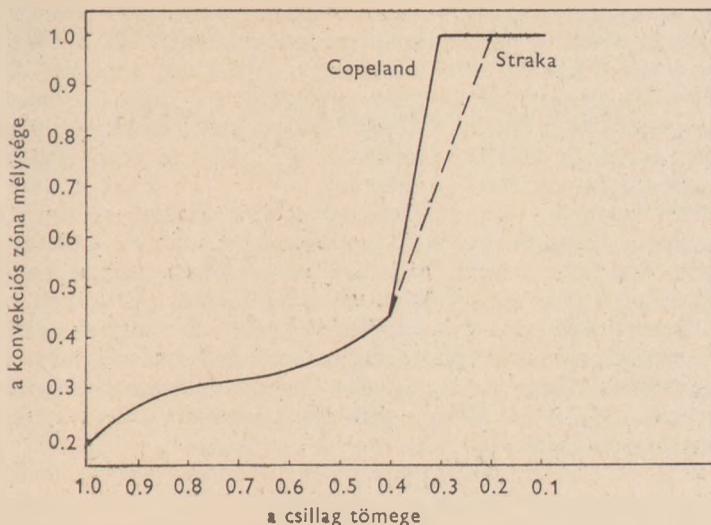
A kis tömegű csillagokban fellépő igen erős konvekció nagy mágneses teret képes gerjeszteni és így megjelenhetnek a csillag felszínén stabilis sötét foltok. Fel kell tennünk (kis csillagok esetében elméletileg le is vezették), hogy a forgástengely egybeesik a mágneses tengellyel. Minél kisebb a csillag tömege, azaz nagyobb a konvekciós réteg vastagsága, a mágneses tér annál inkább dipólus jellegű lesz és a foltok a csillag egyenlítőjétől a pólus felé kezdenek mozogni. Ez a megfigyelési eredményekkel teljesen összhangban van. A *BY Dra* esetében a csökkenő amplitúdóra az lehet a magyarázat, hogy a folt egyre inkább a pólus felé közeledik, és mikor eléri azt, az amplitúdó — ami most már csak a folt aszimmetriájától függ — a minimálisra csökken. A pólusra szimmetrikus, kör alakú folt esetén fényváltozás nem is figyelhető meg.

Előfordultak olyan megfigyelések, hogy egyes *dMe* csillagok változtatják ugyan a fényességüket, de nem periodikusan, és jóval hosszabb időskálán,



23. ábra. Fejlődési utak kis tömegű csillagokra az elméleti Hertzsprung-Russell diagramon

mint az a periodikus fényváltozások esetében történik. Ha a  $dMe$  csillagokat is felosztjuk egy „korábbi” (spektráltípus  $\leq dM2e$ ) és egy „későbbi” (spektráltípus  $> dM2e$ ) csoportra, észrevehető, hogy a periodikus változások főleg az első, a nem periodikusak pedig a második csoportra jellemzőek. Az egyre



24. ábra. A fősorozat alsó végén elhelyezkedő, kis tömegű csillagok konvekciós zónájának mélysége. A konvekciós zóna mélysége a csillag sugarában, a csillag tömege pedig naptömegben, mint egységben van kifejezve. A teljesen konvektív csillag 0,3 ill. 0,2 naptömegű, a különböző szerzők szerint

későbbi spektráltípusokhoz pedig egyre kisebb tömegek tartoznak. Ha a csillag teljesen konvektív, azaz tömege kisebb a kritikusnál, a mágneses tere dipólus tér és a foltok főleg a pólusok körül fejlődnek ki és helyezkednek el. Ez esetben a megfigyelt fényességváltozás a csillagon levő foltok kialakulásával, fejlődésével, megszűnésével és újra megjelenésével hozható kapcsolatba. Elméletileg kimutatták és észlelésekkel bizonyítható, hogy a  $dMe$  csillagok nagy többségének fotometriai — és ezzel együtt rotációs — periódusa is kisebb, mint öt nap. Azaz ezek a csillagok igen gyorsan forognak. Így igen valószínűtlen lenne azt feltételezni, hogy az észlelt nem periodikus változások egy hosszabb periódusú változás általunk átészlelt részletei.

Ugyanez adhat magyarázatot a periodikus fényváltozásban fellépő fázisugrásokra is. Hiszen a foltok állandóan változtatják alakjukat, újra keletkeznek a csillagon, de egyáltalán nem biztos, hogy ugyanazon a helyen.

Nyitva maradt azonban a legfontosabb kérdés, éspedig az, hogy mekkorák is valójában ezek a mágneses terek. Nyilván erősnek kell lenniük, hogy a nagy kiterjedésű — néha a csillag felületének 10—20%-át is elfoglaló — foltokat létre tudják hozni.

A különböző elméletek néhány ezer gauss erősségű mágneses teret jósoltak már a hetvenes évek elejétől, mióta a  $dMe$  csillagok problémáját részletesen

kezdték vizsgálni. Végül is 1975 nyarán sikerült megmérni a *BY Dra* mágneses terét, ami az elmélettel teljesen egyező eredményt hozott: a *BY Dra* mágneses terének erőssége legalább néhány ezer gauss. Sajnos ezek a mérések az ilyen halvány csillagok esetében rendkívül nehezek (a *BY Dra* a legfényesebbek egyike), ezért nemigen várható a közeljövőben, hogy sok *dMe* csillag mágneses terét meg tudjuk figyelni. Mindenesetre a fenti eredmény az ún. *folthipotézis* egyik igen erős bizonyítékául tekinthető.

Észlelési tény az is — ez több esetben is bebizonyosodott —, hogy a vörös törpe csillagok fler-tevékenysége akkor a legerősebb, amikor a színindex a legvörösebb. A *BY Dra* is abban az időszakban mutatta a legintenzívebb fler-tevékenységet, amikor a legvörösebb volt a színindexe, azaz a mágneses tér okozta zavar a legerősebb volt. Elméletileg kimutatták, hogy az észlelt fler-intenzitások megmagyarázhatók a foltos területek feletti mágneses tér részleges összeomlásával. Miután az elmélet által megkívánt erősségű mágneses tér — legalábbis a *BY Dra* esetében — úgy látszik, jelen van, a fler-tevékenységre is magyarázatot tudunk adni.

## Összefoglalás

A fentiek ismeretében most már át lehet tekinteni legalább egy csillagnak (természetesen a *BY Dra*-nak) a viselkedését az általunk megfigyelt időintervallumban. Ezeket a megfigyeléseket főleg *V. Gszkanjan* és munkatársai végezték. E csillag fényváltozása és egyéb változásai nem egyediek, hanem jellemzőek az összes többire is.

Az első észlelések idején a csillag nem változott, később ezt a fényességet tekintették  $m_v$ -nak, a csillag folt nélküli fényességének. 1966 táján egy nagy sötét folt jelent meg a csillagon, közepes szélességen, ekkor volt az amplitúdó az eddig mért legnagyobb. A folt vándorolt a pólus felé, majd teljesen elfoglalta a pólus környékét, eközben csökkent a fényváltozás amplitúdója, de mivel a folt nem volt kör alakú, a változás észlelhető maradt. Az ebben az időszakban bekövetkezett fázisugrás megmagyarázható a folt alakjának hirtelen megváltozásával. 1967 vége és 1970 között az immár pólus környéki sötét folt eltűnt, a csillag luminozitása emelkedett és a színe kékebbé vált. Ezután kicsi, fényesebb foltok jelentek meg alacsony szélességeken, amelyek mind a mai napig a csillagon észlelhető fényváltozás okainak tekinthetők.

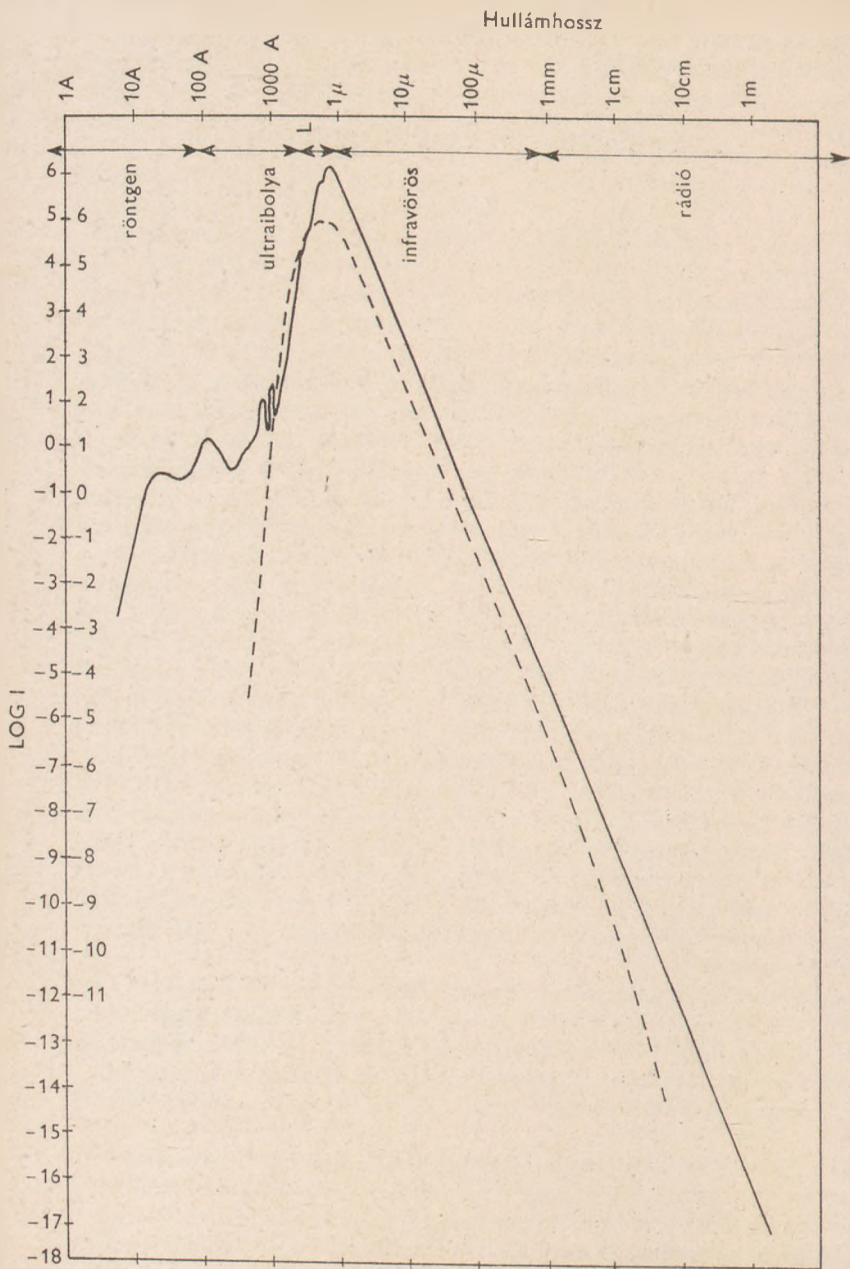
A kép első pillantásra erőltetettnek tűnik. Mégis, a ma rendelkezésre álló észlelési adatok birtokában ez az elképzelés látszik a legelfogadhatóbbnak. Biztosat mondani csak hosszú ideig tartó, nagy pontosságú észlelési sorozatok után tudnánk. Ezek ma még nem állnak rendelkezésre. Mindenesetre a probléma érdekes volta már felkeltette az észlelők figyelmét, így remélhető, hogy a jövőben több távcsövidőt töltenek ezeknek a rendkívül figyelemre méltó *dMe* csillagoknak a megfigyelésével.

## A NAP ELEKTROMÁGNESES SZÍNKÉPE

A nyugodt Nap elektromágneses sugárzásának hullámhossz szerinti intenzitás eloszlását nagy vonalakban és jó közelítéssel a 25. ábrán mutatjuk be, ahol már az űrkutatói eszközökkel, a légkörön túlról készült mérések is figyelembe lettek véve. Ez az intenzitáseloszlás igen hasonlít a  $6000^\circ K$  hőmérsékletű fekete testéhez, amely azonban termodinamikai idealizáció és az jellemző rá, hogy az intenzitás eloszlást leíró *Planck-görbét* egyedül a hőmérséklet határozza meg; így már az, hogy a görbe maximuma milyen hullámhossznál, illetve frekvenciánál van, jellemző a hőmérsékletre. Látható, hogy a két görbe ugyanott éri el legnagyobb értékét s ez az egyik kísérleti bizonyíték arra, hogy a Nap vékony felszíni rétege, az ún. *fotoszféra*, ahol a hozzánk érkező sugárzás csaknem 100%-a keletkezik, kb.  $6000^\circ K$  hőmérsékletű. A két görbe menetében azonban jelentős különbségek is vannak, ez legfeltűnőbb az ibolyán túli rövidebb hullámhosszaknál. A Planck-görbétől való eltérések erős napaktivitás idején még sokkal nagyobbak is lehetnek, különösen a távoli ultraibolya- és rádiótartományban. Ezeknek az eltéréseknek az az oka, hogy ezen sugárzások nagy része a fotoszféra fölötti naprétegekben, a *kromoszférában* és a *koronában* keletkezik, ahol a sugárzás megközelítőleg sem termikus és így már távolról sem írható le Planck-görbével. Ha pedig a napsugárzás hullámhossz szerint elegendően széthúzott intenzitásgörbéjét tekintjük, akkor azonnal kiderül, hogy számtalan kisebb-nagyobb bemélyedés található rajta — a Nap *abszorpciós színeképvonalai*.

A legrégebb ismert feljegyzés a Nap színeképvonalairól *Wollastontól* ered 1802-ből, aki egy sötét szobába kb. 1 mm széles résen keresztül engedte be a napfényt és azt kb. 3 m távolságból a szeme elé tartott flintüveg prizmán keresztül vizsgálta. Szerinte a fénysugár négy színre bomlott: *vörösre, sárgászöldre, kékre és ibolyára*; a színeken pedig helyenként néhány sötét vonalat látott.

Joseph *Fraunhofer* — *Wollastontól* függetlenül — 1815-ben vette észre ezt a jelenséget. A történet érdekessége, hogy őt a vonalak elsősorban nem napfizikai szempontból érdekelték, hanem sokkal gyakorlatiasabb okból: különböző fajtájú üvegek refrakció- és diszperzióképeességének vizsgálatához keresett



25. ábra. A Nap elektromágneses sugárzásának hullámhossz szerinti intenzitáseloszlása (folytonos vonal) és a 6000 K°-os fekete test Planck-görbéje (szaggatott vonallal elcsúsztatva ábrázolva). Az intenzitás (I) dimenziója:  $\text{erg} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1} \cdot \mu^{-1}$ ; az L betű a látható fény tartományt jelöli



megbízható, reprodukálható fényforrást. Fraunhofer — a Wollastonéhoz hasonló elrendezésben — a napfény folytonos színeképében egy sor többé-kevésbé sötét vonalat talált, melyekből mintegy hatszázat számlált össze és prizmáját teodolitra helyezve az egyes vonalak relatív szög távolságát is ki-mérte.

Fraunhofertől származik a látható napszínkép első leírása. A legfeltűnőbb vonalakat a vöröstől az ibolya felé haladva  $A$ -tól  $H$ -ig terjedő nagybetűkkel jelölte meg. Később a  $H$  vonalnál is rövidebb hullámhosszú, már a láthatóság határán lévő, és a  $H$  mellett a másik legintenzívebb abszorpciós vonal  $K$ -betűs elnevezést, öt vonal, ill. vonalcsoport pedig kisbetűs jelzéseket kapott. Ezeket a jelöléseket feltüntettük a 8. táblázatban, amely felöleli a látható fény tartományába eső ún. Fraunhofer színekép erősebb vonalait, a hidrogénszínkép Balmer sorozatának tagjaira a ma már használatosabb  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$ , stb jeleket is megadtuk.

A látható napszínkép első részletesebb feltérképezését  $G.$  Kirchhoff négy-prizmás spektroszkópjával 1861—62-ben fejezte be [miközben látása is megromlott, mert az intenzitásokat vizuálisan becsülte]. Angström már rác-spektroszkóppal, nagyobb pontossággal mérte végig a látható napspektrumot. 1868-ban publikált atlaszában a vonalak hullámhosszait  $10^{-8}$  cm-ben [a róla elnevezett Angströmben] adta meg. A kitűnő rácsairól híres  $H. A.$  Rowland már fotografikusan regisztrálta az 1890-es években a napspektrumot a  $2975 \text{ \AA}$  —  $7331 \text{ \AA}$  hullámhossztartományban. Rowland katalógusában a mért hullámhosszakot  $0,001 \text{ \AA}$ -re adja meg, míg a vonalak becsült intenzitásának skálája olyan, hogy a két kiugróan nagy erősségű vonal, a  $H$  és  $K$  intenzitása 1000. Ez a katalógus máig is alapvető jelentőségű, harmadik javított és  $2935 \text{ \AA}$ -tól  $8770 \text{ \AA}$ -ig terjedő bővített kiadását, amely mintegy 24 000 vonalat tartalmaz,  $Ch. E. Moore$ ,  $M. G. J. Minnaert$  és  $J. Houtgast$  adta ki 1966-ban; 1. táblázatunkat ezen kiadvány felhasználásával állítottuk össze.

Az utóbb említett kiadvány mellett a legjelentősebb, egyben ugyancsak terjedelmes katalógusokat a 9. táblázatban soroltuk fel. Ezek egyebek mellett a vonalak intenzitásait is megadják és [ahol már ismert] azt is, hogy azok milyen atomtól vagy molekulától erednek. Külön fel kell hívni a figyelmet a 2. táblázatban szereplő három fotometriai atlasz jelentőségére, amelyek nagy felbontásban grafikusán ábrázolják a színkép intenzitáseloszlását.  $1 \text{ \AA}$ -nek az utrechti atlaszban 20 mm, a göttingaiban 32 mm, míg a Liège-i atlaszban 50 mm felel meg. Mindezen kiadványokban a közölt mérési adatokat mind földfelszíni észlelések szolgáltatták, így a vonalak egy része a földi légkörben keletkező abszorpciótól ered.

Kirchhoff és Bunsen kutatásainak az 1850-es évek végén elért eredményeitől számíthatjuk egy új tudományág keletkezését, amely spektroszkópiai vizsgálatok útján foglalkozik a kémiai összetétel meghatározásával. Megállapították, hogy izzó gázok színképe a gáz összetételére jellemző fényes vonalakat, illetve sávokat mutat, ha pedig folytonos színképet mutató fény gázon halad át, akkor

A Fraunhofer színekép erősebb vonalai  
( $W > 200 \text{ mÅ}$ ;  $3900 < \lambda < 7600$ )

Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel	Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel
Å	mÅ			Å	mÅ		
3902,8 3903,0 3903,1	530	Fe Cr(Mo)		4077,6 4077,7 4077,8	428	Sr	
3903,85 3904,92	224	Mg Fe		4101,7 4132,1 4143,9 4167,3 4187,0	3133 404 466 200 204	H (In) Fe (V) Fe (Fe) Mg Fe	h, H <sub>δ</sub>
3905,5 3920,3 3922,9 3933,7 3944,0 3961,5 3968,5	816 341 414 20253 488 621 15467	Si Fe Ca <sup>+</sup> (Sc V Co) Al Al Ca <sup>+</sup> (V <sup>+</sup> Dy <sup>+</sup> )	K	4187,7 4187,8	224	Fe	
3986,76 3986,84	267	Mg Mn	H	4198,2 4198,3	234	Fe Fe	
4005,3	416	Fe		4202,0 4215,5 4226,7 4233,6 4235,9	326 233 1476 298 385	Fe Sr <sup>+</sup> Ca Fe Fe (Cr Y)	g
4030,6 4030,8	326	Mn		4250,0 4250,1	342	Fe	
4032,96 4033,07	229	Fe <sup>+</sup> Ga Mn		4250,7 4250,8	400	Mo <sup>+</sup> Fe	
4034,4 4034,5	213	CH Mn		4254,3 4260,5	393 595	Cr (V <sup>+</sup> ) Fe	
4035,5 4035,6 4035,7 4035,8	216	Co V <sup>+</sup> Mn Ti		4271,0 4271,1 4271,2	240	CH Cr Fe	
4045,8 4063,6 4071,7	1174 787 723	Fe Fe (Mn) Fe					

## A Fraunhofer szinkép erősebb vonalai

Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel	Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel		
Å	mÅ			Å	mÅ				
4271,8	756	Fe	G	5167,3	935	Mg	$b_4$		
4294,1	217	Fe Ti <sup>+</sup>		5167,5		Fe		$b_3$	
4299,2	212	Fe Ti (CH)		5172,7	1259	Mg	$b_2$		
4307,9	723	Fe Ti <sup>+</sup> (CH)			1584	Mg		$b_1$	
4325,8	793	Fe (Fe)		f, H $\gamma$	5188,7	202	Ti <sup>+</sup>		
4340,5	2855	H			5188,9		Ca		
4351,9	283	Mg			5204,5	212	Cr		
4383,6	1008	Fe					5204,6	Fe	
4404,8	898	Fe		5206,0	216	Cr (Ti)			
4415,0	417	Fe				5206,2			
4415,1									
4415,3									
4528,5	275	Ce <sup>+</sup> V <sup>+</sup>	5208,4	247	Cr				
4528,6		Fe					5227,2	277	Cr
4528,77		Fe							
4528,82		Fe							
4549,5	231	Fe <sup>+</sup>	5266,5	252	Co Ti?				
4549,6		Ti <sup>+</sup> (Co)					5266,6		
4581,4	201	Ca	5269,4	478	Fe	E			
4581,5		Fe					5269,6		
4581,6		Co						5269,7	
4703,0	326	Mg	5270,3	255	Ca				
4861,3	3680	H					5270,4	Fe	
4871,3	228	Fe	5283,4	212	Ti				
4890,8	220	Fe					5283,6		
4891,5	312	Fe							
4920,3	471	Co					5324,1	334	Cr?
4920,5		Fe	5324,2						
4920,7		Nd <sup>+</sup>							
4934,0	207	Fe	5328,1	375	Fe				
4934,1		Ba <sup>+</sup>	5371,4	294	Ni				
4957,3	696	Fe (Dy <sup>+</sup> )				5371,5	Fe (Fe)		
4957,5		Fe	5383,4	204	Fe				
4957,6			5397,1	239	Fe (Ti)				
4957,7			5404,1	239	Fe Fe				
	5415,2		212	Fe					

## A Fraunhofer színek erősebb vonalai

Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel	Hullámhossz $\lambda$	Ekv. széles. W	Eredet	Jel	
Å	mÅ			Å	mÅ			
5423,96	239	Fe Fe?		6122,2	222	Ca		
5424,1				6162,2	222	Ca		
5424,2								
5429,7	285	Fe Fe		6462,6	216	Ca		
5429,9				6462,7		Fe		
5446,9	238	Fe		6562,8	4020	H	C, H <sub>2</sub>	
5455,6	219	Fe		6869,9	382	O <sub>2</sub> atm		B
5528,4	293	Mg		6870,0		O <sub>2</sub> atm		
5572,9	205	Fe						
5586,7	245	Fe		6871,0	233	O <sub>2</sub> atm		
5586,8				6871,3	264	O <sub>2</sub> atm		
5586,9				6872,2	257	O <sub>2</sub> atm		
				6872,8	272	O <sub>2</sub> atm		
				6873,8	258	O <sub>2</sub> atm		
5602,77	215	Fe		6874,7	268	O <sub>2</sub> atm		
5602,86		Ca		6875,6	249	O <sub>2</sub> atm		
5602,97		Fe		6876,7	241	O <sub>2</sub> atm		
				6877,6	200	O <sub>2</sub> atm		
				6886,7	208	O <sub>2</sub> atm		
5615,5	288	Fe		6889,9	222	O <sub>2</sub> atm		
5615,7				6892,4	208	O <sub>2</sub> atm		
				6893,3	213	O <sub>2</sub> atm		
				6896,0	202	O <sub>2</sub> atm		
5658,5	222	Fe		6897,0	216	O <sub>2</sub> atm		
5658,7		Fe		6900,9	211	O <sub>2</sub> atm		
5658,8		Fe		7187,4	240	Fe H <sub>2</sub> O atm		a
				7511,0	221	Fe		
5889,76		752		S? H <sub>2</sub> O atm atm	D <sub>2</sub>	7594,0		226
5889,88	Na		7594,5	288		O <sub>2</sub> atm		
5889,97	H <sub>2</sub> O atm		7595,2	446		O <sub>2</sub> atm		
5890,20			7595,8	299		O <sub>2</sub> atm		
5890,31			7596,2	425		O <sub>2</sub> atm		
5895,69	564	Na	D <sub>1</sub>	7596,5	485	O <sub>2</sub> atm		
5895,94				7597,4	845	O <sub>2</sub> atm		
5896,15								
				7598,7	1120	O <sub>2</sub> atm		
				7598,8		O <sub>2</sub> atm		

## A napszínkép modern katalógusai és fotometrikus atlaszai

Hullámhossz-tartomány A	Szerző(k)	Kiadó	Megjelenés éve	Megjegyzés
2 918— 8 999	A. K. Pierce J. B. Breckin- ridge	Kitt Peak Obs.	1973	KATALÓ- GUSOK
7 600— 10 000	W. Baumann R. Mecke O. C. Mohler	J. A. Barth Leipzig Univ. Michigan Soc. R. Sci. Liège	1934 1955 1957	
28 076—236 684	M. Migeotte L. Neven J. Svensson A. K. Pierce	Kitt Peak Obs.	1968	kromozf. spektr.
3 612— 8 771	M. Minnaert G. F. Mulders J. Houtgast G. Brückner	Obs. Utrecht	1940	ATLA- SZOK
2 988— 3 629	L. Delbouille G. Roland L. Neven	Akad. Göttingen Inst. Astr. Liège	1960	1973-től részletekben jelenik meg
3 000—10 000				

a gáz ebből bizonyos frekvenciájú sugarakat elnyel, tehát ún. *abszorpciós vonalak* jönnek létre. Ezek a vonalak szintén az adott gázra jellemzők és frekvenciáik pontosan megegyeznek az izzó gázok által kibocsátott vonalak frekvenciáival. Bár a tudománytörténet az így összegezett eredményeket csaknem teljesen Kirchhoffnak tulajdonítja, azok egy részét már mások (így *D. Brewster*, *L. Foucault*) hamarabb is megsejtették. Kirchhoff mintegy tucat elem vonalainak azonosítását végezte el, de mivel ez idő tájt az elemazonosítások csupán egy vagy két vonal egybeesésén alapultak, ezek a vizsgálatok még nem voltak eléggé megbízhatóak arra nézve, hogy milyen elemek találhatóak a Napon.

Amikor Fraunhofer hatására többen elkezdtek vizsgálni a napszínképet, egyike az első számú kérdéseknek az volt, hogy a vonalak valóban a Naptól származnak-e, illetve, hogy milyen vonalakat *hoz létre* a földi légréteg, azaz mit nyel el a rajta áthaladó napfényből. Már a múlt század folyamán megbízhatóan meg tudták különböztetni a *földi* és *szoláris* eredetű vonalakat. Különö-

sen könnyű volt ez a legerősebb és a színekp vörös tartományába eső vonalak esetében. Az atmoszférikus vonalak száma néhány ezerre tehető. Az erősebb vonalak közül ezeket aránylag könnyű kiválogatni, mert intenzitásuk változik a Nap állásával. Hiszen a napsugaraknak alacsony napállásnál hosszabb utat kell megtenniük a földi légkörben, mint magasnál, ezért, amely vonalak intenzitása a Nap horizont feletti magasságától függ, azok földi eredetűek.

Még sokkal megbízhatóbb azonban a naprotáció hatásának vizsgálata. A Nap keleti peremén ugyanis a sugárzást kibocsátó anyag felénk mozog, tehát az innen érkező fény színekpvonalai a Doppler-effektus miatt a rövidebb hullámhossz felé, vagyis az ibolya irányban tolódnak el, a nyugati peremen pedig természetesen ellenkező irányban. Így gondos vizsgálatokkal sikerül megkülönböztetni egymástól a halványabb szoláris és atmoszférikus vonalakat is.

Az atmoszférikus vonalak elsősorban a spektrum vörös tartományában helyezkednek el és főleg a földi légkör  $O_2$  és  $H_2O$  molekuláitól erednek. Ezekre a 8. táblázatunkban „atm” jelöléssel hívjuk fel a figyelmet. A látható tartományban az atmoszférikus eredetű vonalaknak a szolárisokhoz viszonyított aránya eléggé kicsiny.

A Nap 2900 Å-nél rövidebb *ultraibolya* fénye a Föld felületéről nem észlelhető, mert ezeket a hullámhosszakokat a földi légkör nagy magasságú rétegei már teljesen abszorbeálják, ezért a napaktivásra egyik legérzékenyebb hullámhossztartomány csak a légkörön túlról, az űrkutatósi lehetőségek révén vizsgálható. A színekp hosszú hullámhosszú oldalán, az *infravörös* tartományban nem ilyen kedvezőtlen a helyzet, de ott is van néhány intervallum, melyekben alig lehetséges a földfelszíni észlelés nagyrészt a molekuláris abszorpció miatt. A *rádiófrekvenciás* tartományban a kb. 1 mm-től 10 m-ig terjedő hullámhosszak számára légkörünk csaknem teljesen átlátszó. A még hosszabb hullámú sugárzásokat illetően pedig szintén az űrkutatósi eszközökre hárul a feladat, hogy a Nap elektromágneses spektrumának ma még ismeretlen része tanulmányozható legyen. A földi légkör a Nap elektromágneses sugárzásának több keskenyebb-szélesebb vörös és infravörös tartományát nem, vagy csak igen gyengítve engedi át. A folytonos színekp, azaz a színekp átlagos intenzitás eloszlásának maximuma a látható fény tartományában a 4750 Å hullámhossz környékén van, de légkörünk alján, a földfelszín közelében a maximum helye az 5500 Å értékhez tolódik el a légkörben létrejövő fényszóródás miatt, ami a hullámhossz csökkenésével rohamosan fokozódik. [Nyilvánvaló, hogy ezért van az, hogy az emberi szem is éppen az ilyen hullámhosszúságú, a zölde sárga fényre a legérzékenyebb, illetve ezért kék az ég.]

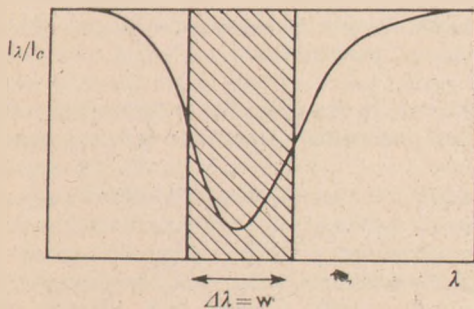
Ha egy spektrumfelvétel alapján egy színekpvonalon merőlegesen áthaladva [tehát a különböző hullámhosszaknál] pontról-pontra felrajzoljuk az intenzitást [ $I_\lambda$ ], akkor az így adódó görbét nevezzük a színekpvonal ún. profiljának. Egy ilyen abszorpciós vonalprofil sematikus rajza látható a 26. ábrán, ahol az  $I_\lambda$ -függvény helyett mindjárt az  $I_\lambda/I_C$  görbét tüntettük fel, ami az  $I_\lambda$ -hoz hason-

ló alakú, de a vonal profilja nem a folytonos spektrum  $I_C$  görbájéből vágódik ki, hanem az  $I_\lambda/I_C=1$  konstans szintből.

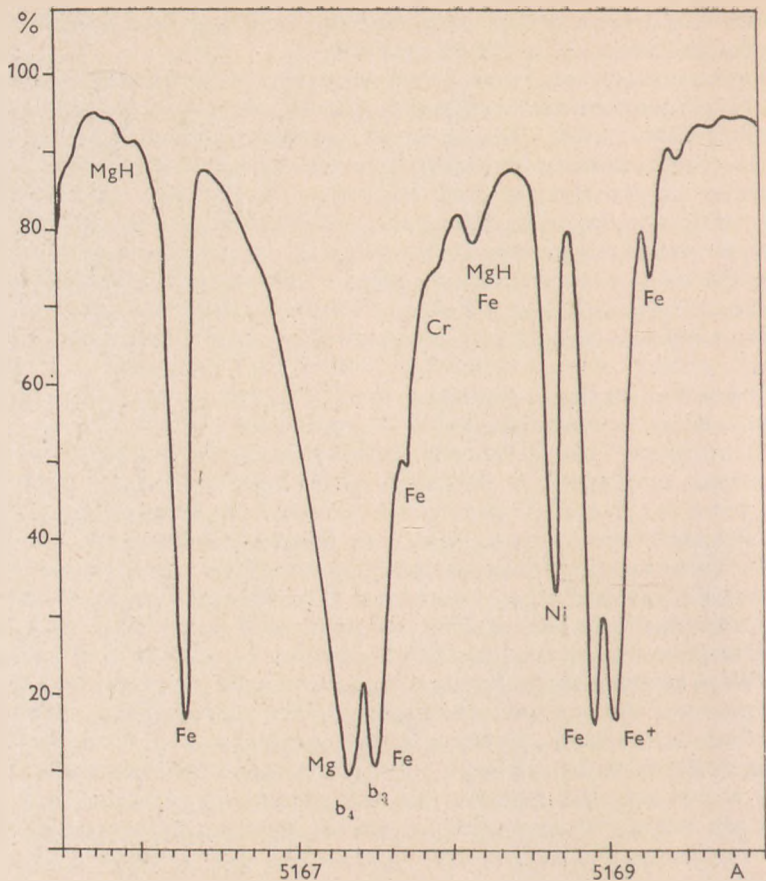
A spektroszkópiában a vonalak egyik jellemzője a vonalak *intenzitása*, ezalatt az említett görbének a háttérszinttől [esetünkben az  $I_\lambda/I_C=1$ -től] való legnagyobb távolságát értjük, illetve a vonalak ún. féltérték-szélességét, ami a legnagyobb távolság felénél mért vonalprofil-szélességet jelenti. A csillagspektroszkópiában azonban hasznosabbnak bizonyult az ún. *ekvivalens szélesség* fogalma, amit a következőképp definiálunk: tekintsük azt a téglalapot, mely az adott vonallal azonos területet zár be, de az  $I_\lambda/I_C=1$  szinttől az  $I_\lambda/I_C=0$  szintig terjed [26. ábrán a bevonalkázott terület]. A vonal ekvivalens szélességének nevezzük és  $W$ -vel jelöljük ezen téglalap területének mérőszámát, amelynek értéke — minthogy a téglalap egyik oldala egységnyi dimenziótlan szám — megegyezik a másik oldal  $\Delta\lambda$ -értékével, és  $m\text{Å}$ -ben szokás megadni. A 8. táblázat második oszlopában a vonalaknak ezt a jellemzőjét tüntettük fel, a listára pedig csak azokat a vonalakat vettük fel, melyekre  $W > 200 m\text{Å}$ .

A színképvonal kontúrjának belső részét, a meredekebb felfutású szakaszoktól befelé a vonal magjának, lankásabb menetű külső tartományait pedig vonalszárnyaknak nevezzük. Természetesen előfordulhat az, hogy több vonal szárnyai olyan mértékben egymásra ülnek, hogy nehezen állapítható meg, hogy külön-külön milyen ekvivalens szélességűek lennének. Ilyen „blend”-nek nevezett esetekre a 8. táblázatunkban vonalkapocs hívja fel a figyelmet és az azonos blendhez tartozó vonalak közös ekvivalens szélességét tüntettük fel. Az is előfordulhat, hogy két vonal annyira átfedi egymást, hogy csak a vonalak közös profiljának tüzetes vizsgálatával [így főleg aszimmetriájából] lehet megállapítani, hogy nem egy vonalról van szó, ilyen esetben táblázatunkban kiírtuk az alkotó vonalak eredetét, ha pedig a lefedett vonal végképp nem ismerhető fel, de jelenléte más okok miatt nyilvánvaló, eredetét zárójelben adtuk meg.

Az elmondottak illusztrálására két spektrumrészletet láthatunk a 27. és 28. ábrán, melyek a Liège-i atlasz alapján készültek és a Fraunhofer-féle  $b_3$ ,



26. ábra. A színképvonal ekvivalens szélességének definíciója

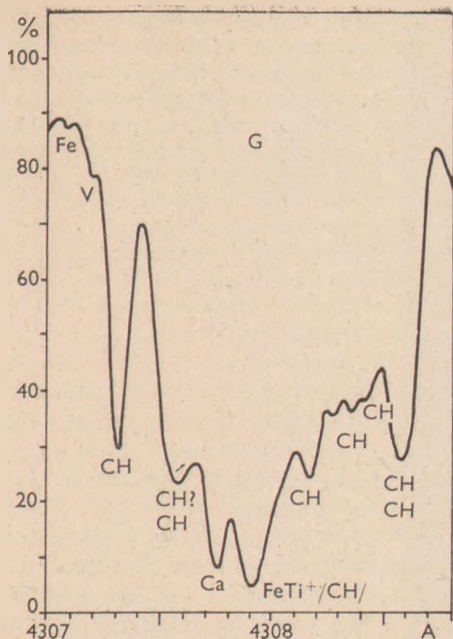


27. ábra. Intenzitáseloszlás a  $b_4$  és  $b_5$  Fraunhofer-vonalak környezetében a folytonos színekép átlagos intenzitásának százalékában

$b_4$ - illetve  $G$ -vonal környékét mutatják. Az ordinátatengelyeken a folytonos színekép intenzitásához viszonyított százalékos intenziásokot tüntettük fel [ $I_\lambda/I_C$ ].

Ezek az intenzitásgörbék a nyugodt Nap időszakára vonatkoznak és a napkorong centrumának környékén készült spektrum intenzitásviszonyait írják le, ez gyakorlatilag alig különbözik a napkorong egészéről érkező napfény spektrumától, amelyet pl. Fraunhofer is vizsgált. A napkorong különböző területeiről érkező fény spektruma ehhez képest jelentős eltéréseket mutathat; igen nagy különbségeket a naptevékenység változatos jelenségeinél találhatunk [mint

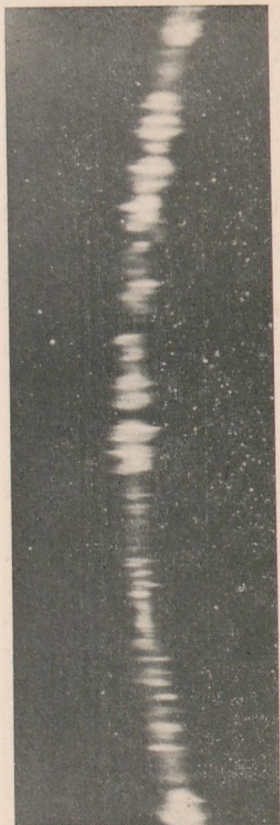




28. ábra. A Fraunhofer-féle G-vonal profilja nagy felbontásban. A vonalat főleg Fe és részben  $Ti^+$  atomok hozzák létre, de CH molekulák is hozzájárulnak

pl. a napfoltoknál, protuberanciáknál és a flerekénél], de az aktivitástól mentes, nyugodt Nap esetében sem mindegy, hogy pl. a Nap korongjának centrumára, vagy peremére irányítjuk a spektroszkóp részét. Már említettük, hogy a Doppler-effektus miatt a keleti ill. nyugati peremen eltolódnak a vonalak frekvenciái a centrumban észleltekéhez viszonyítva. A napkorong középpontjától a pereme felé haladva azonban a vonalaknak az alakja is megváltozik, általában több-kevesebb mértékben megnövekszik intenzitásuk, illetve kiszélesednek. Jó légköri leképezés esetén egyetlen vonal mentén is különböző intenzitású szakaszok váltakozását észlelhetjük, ami az adott helyen a napatmoszféra finomabb struktúrájáról tanuskodik. [Lásd például a 29. ábrát.]

Hogyan keletkeznek a Fraunhofer-vonalak? Erre a kérdésre az elmélet még nem tud minden részletében tökéletes választ adni, csupán nagy vonalakban van kielégítő képünk. Láttuk, hogy a napspektrum felfogható úgy, mint egy *folytonos* és egy *vonalas* spektrum „egymásra fekvése”, szuperpozíciója; a kezdeti merev elképzelések e két színekép létrejöttét két lényegesen különböző, egymás feletti rétegnek, a fotoszférának és a fölötté elhelyezkedő, alacsonyabb hőmérsékletű napatmoszféra-rétegnek [az ún. „megfordító rétegnek”] tulaj-



29. ábra. Igen jó légköri leképezés alkalmával egy a napkorong közepetájáról emittált nagy diszperziójú spektrográffal fényképezett  $H_{\alpha}$  abszorpciós színeképvonal (az eredeti negatívról készült pozitív kép). A  $H_{\alpha}$  vonal szélessége  $2 \text{ \AA}$ . A rés síkjában leképezett 12 cm-es napkorongból a használt görbe vonalú rés kb. egyharmad napátmérőnek megfelelő hosszúságú és  $0,01 \text{ mm}$ -nél keskenyebb sávból eredő fényt engedett át. A színeképvonal mentén a fényes és sötét helyek a fotoszféra granulációit mutatják

donították. Mai ismereteink szerint a vonalak túlnyomó többsége lényegileg még a fotoszférában keletkezik gyakorlatilag a folytonos sugárzással együtt.

A Nap belsejében folyó magreakciók energia-termelése előbb *sugárzás*, majd a felszín közelében *áramlás* révén jut el a legfeljebb néhány 100 km vastag fotoszféráig, itt keletkezik a hozzánk érkező sugárzás csaknem 100%-a. A fotoszférában emittálódó folytonos színeképvonal azon frekvenciái, amelyekhez tartozó energiák nem egyeznek meg a fotoszférában szereplő egyetlen atomi [ill. molekuláris] energiaszintkülönbséggel sem, kifelé haladva kijuthatnak a Nap atmoszférájából és így hozzájárulnak az észlelt folytonos spektrumhoz. Ha azonban nem ez áll fenn, vagy más szava-

vakkal egy foton frekvenciája egy „színeképvonalba esik”, akkor nagyobb a valószínűsége annak, hogy „elnyelődik”.

Egy abszorpciós színeképvonal létrejöttének kétféle lehetőségét már elemi úton is be lehet látni: I. az ún. *szelktív abszorpció* esetén az atom elnyeli a fotont, tehát magasabb gerjesztett állapotba kerül és ebből az állapotból nem egy ugyanolyan frekvenciájú foton kibocsátásával kerül alacsonyabb energia-állapotba, hanem más úton; az ilyen frekvenciájú fotonok száma tehát lecsökken, létrejön a színeképvonal; II. az ún. *szórás* esetén pedig ha a foton elnyelődik, majd újból kibocsátódik, de más irányban, ennek eredményeként is nyilvánvalóan abszorpciós vonal keletkezik. A spektrumvonalak létrejöttében mindkét lehetőség szerepet játszik, de a folyamat mechanizmusa igen bonyolult, és ma még részleteiben nem eléggé ismert. A szórás jelenségre fent [II. alatti] megadott meghatározás egyébként eléggé leegyszerűsített.

Könnyű belátni, hogy amennyiben a spektrumvonalak tisztán *csak abszorpció* útján keletkeznének, ez esetben már a közepesen erős vonalak is teljesen sötétnek látszanának a napkorong közepe táján, azaz vonalprofiljuk legmélyebb pontja a nulla intenzitást mutatná. Ez azonban egyetlen vonal esetében sem következik be [ld. pl. a 27. és 28. ábrát] azaz az ún. maradék intenzitás mindig zérustól különböző. Ezzel szemben egyszerű megfontolások alapján is belátható, hogy a napkorong pereme tájáról érkező szinkép vonalai döntő mértékben szórástól erednek.

A 27. és a 28. ábráról is jól látszik, hogy a napspektrum igen különböző erősségű vonalakat tartalmaz. Mitől függ az, hogy egy vonal milyen erős? Egyrészt nyilvánvalóan attól, hogy az atmoszférában haladó  $\nu_{nm}$  fotonok hány  $E_n$  energiaállapotban levő atomot találnak útjuk közben, amely képes őket abszorbeálni, azaz  $\nu_{nm} = E_m - E_n$ , tehát az ilyen  $E_n$  atomok számától  $[N]$ . Másrészt a különböző atomi energiaátmenetek sem egyforma valószínűséggel valósulnak meg, a fizikában honos szóhasználatnál különböző az oszcillátorerősségük [az ún.  $f$ -értékük]  $s$  az az  $n$  és  $m$  közötti átmenet fog az atmoszférában kifelé haladva többször megvalósulni, amelyiknek nagyobb az  $f_{mn}$ -értéke. Természetes tehát a következtetés, hogy a vonalak erősségét az  $Nf_{nm}$ -szorzat határozza meg.

Ez a tény ad lehetőséget a fotoszférabeli elemgyakoriságok meghatározására, azaz a kvantitatív kémiai analízisre. De egyúttal felhívja a figyelmet arra is, hogy ha valamely spektrumvonal igen erős, ez önmagában még nem jelenti a vonalat létrehozó atomok nagy számát. A legfeltűnőbb példa erre az, hogy a napspektrum messze kimagaslóan legerősebb vonalai az ionizált kalciumtól származó  $K$  és  $H$  vonal, holott kalcium atom milliószor kevesebb van a Napon, mint hidrogén és ebből ionizált állapotban nyilvánvalóan még sokkal kevesebb található. Nagyságrendileg ugyanebben az arányban áll a nátrium is a hidrogénhez viszonyítva, pedig a  $D_1$  és  $D_2$  is a néhány legerősebb vonal közé tartozik [ld. a 8. táblázatot].

Mivel a fotoszférában kifelé haladva a hőmérséklet és a nyomás egyre csökken a különböző mélységekben más és más atomi energiaátmenetek számára a legkedvezőbbek a körülmények, tehát a különféle abszorpciós vonalak általában nem azonos rétegben keletkeznek [természetesen még ugyanazon atom vonalai esetében sem]. Ez a rendkívül fontos tény lehetőséget ad arra, hogy a fotoszféra [sőt a kromoszféra] egymás feletti rétegei külön-külön is vizsgálhatók legyenek.

A spektrumvonalak kiszélesedésének több oka lehet: 1. a természetes vonal-kiszélesedés [észlelhetetlenül kicsiny] annak következménye, hogy az atomi energiaszintek nem teljesen „élesek” 2. a részecskék hőmozgása következtében fellépő Doppler-effektus 3. a részecskék sorozatos ütközései 4. a spektrumvonalak kis mértékű felhasadásai. Az észlelt vonalprofil alakját befolyásolják még a spektroszkóp sajátosságai is [az ún. *műszerprofil*].

## A SZATURNUSZ BOLYGÓ

### 1. Az óriásbolygók

Carl Sagan és munkatársai az elmúlt években a bolygórendszerek keletkezésének általános feltételeit keresték. Különböző kezdeti feltételekből kiindulva számítógép segítségével követték nyomon a bolygókká alakuló gázfelhő fejlődését. Meglepő módon minden modell esetében jól elkülönült a  $10^{-2}$ – $10^{-1}$  naptömegű óriásbolygók és a  $10^{-5}$ – $10^{-6}$  naptömegű Föld típusú bolygók osztálya.

Naprendszerünkben a Jupiter, Szaturnusz, Uránusz és Neptunusz tartozik az óriásbolygók osztályába. Kémiai összetételük feltehetően a Napéhoz hasonló, pontosabban nem tér el lényegesen a bolygórendszer keletkezése előtti gáz anyagától. Kellően távol vannak a Naptól, hőmérsékletük sohasem volt elég magas ahhoz, hogy az illékonyabb könnyű elemek, a hidrogén és a hélium megszökjenek összetömörülő anyagukból.

Mivel a hidrogén állapotdiagramja igen sajátos (31. ábra), az óriásbolygók anyaga befelé egyre sűrűbb, de jól kijelölhető szilárd felszínről nem beszélhetünk. Légkörük megfigyelhető rétegeinek hőmérséklete  $120\text{ K}$  alatti. Tengelyforgásuk a nagy méret ellenére is gyors, fél nap körüli. Ennek következménye az erős lapultság. Minthogy anyaguk — esetleg a legbelső részeket kivéve — képlékeny, nem merev testként forognak. A Naphoz hasonlóan e bolygókon az egyenlítőtől a pólus felé haladva a tengelyforgás ideje  $10$ – $20\%$ -kal növekszik. E jelenség fizikai magyarázatát jelenleg még nem ismerjük.

Az óriásbolygók kialakulásának velejárója lehet a holdak keletkezése is. Naprendszerünk holdjainak túlnyomó részét körülöttük találjuk.

### 2. A Szaturnusz a csillagászat történetében

A Szaturnusz szabad szemmel még jól látható bolygó, fényessége oppozícióban a  $+1^m$ -t is eléri. Színe sárgás, a csillagokhoz viszonyított látszó mozgása lassú. A geocentrikus világképek is a legtávolabbi bolygónak tartották, utána már csak az állócsillagok szférája következett.

Mint minden bolygó, a Szaturnusz is mitológiai alakról kapta nevét. A görögök és rómaiak számára *Kronosz* illetve *Saturnus* isten megszemélyesítője volt. Kronosz a görög mitológia egyik ős-istene, *Uranosz* és *Gaia*, Ég és Föld gyermeke. Legkisebb fia, *Zeusz* taszította le a főisteni trónról és az alvilágba száműzte. A római vallás szerint azonban Kronosz, azaz náluk Saturnus ekkor Itáliába menekült s ott uralkodott a vetés és aratás isteneként az emberek társadalmában. Ez volt a legendás aranykor, midőn a föld magától hozta meg a termést, az emberek nem ismerték a háborút és a társadalmi különbségeket. A boldog időszak emlékére rendezték a *Saturnalia*-ünnepeket is.

A csillagjósok képzelete ezen ókori istenek tulajdonságainak keverékével ruházta fel a bolygót és a hatása alatt születetteket. Ma használatos jele ♄ is az asztrológiában alakult ki. Sokan az idő szimbólumát vélik kiolvasni belőle, minthogy Kronosz átvitt értelemben az időt is jelképezi. Mások szerint egyszerűen a bolygó arabul írott nevének eltorzult kezdőbetűje.

A bolygó holdjai is részben a görög, részben a római mitológia alakjairól kapták a nevüket.

Nagy távolsága, azaz kis szögátmérője miatt a sajátos gyűrű felfedezése a távcsöves megfigyelések korára maradt.

Az első ilyen jellegű észlelést *Galilei* végezte 1610. július 15-én, saját készítésű távcsövével. Két héttel később levelet írt egyik barátjának, a toscanai nagyherceg titkárának és szigorú titoktartásra kérve beszámol megfigyeléseiről. A Szaturnusz három bolygó, a két szélső harmad akkora, mint a középső, és a három test nem változtatja elhelyezkedését. *Galilei* az általa korábban felfedezett Jupiter-holdak analógiájára a két szélső gömbben a Szaturnusz kísérőit vélte látni. Meglepő módon ezek azonban nem mutatták jelét a keringésnek. Az egyelőre megmagyarázatlan felfedezés elsőségét biztosítandó, tudós kollégáinak — így *Kepler*nek is — anagrammába rejtve írja meg észlelését. Ennek megfejtését csak az esztendő végén közli, mikor semmi változást sem találván a kísérők helyzetében érdeklődése csökkenni kezd a téma iránt. A latin mondat így szól: „*Altissimum planetam tergeminum observavi*” azaz „a legmagasabb (értsd: legfelső szférán keringő) bolygót hármastestűnek észleltem.”

1612-ben ismét a Szaturnuszra irányítja távcsövét, és nagy megdöbbenéssel látja, hogy a kísérőknek nyoma veszett. A gyűrű ugyanis abban az évben élével fordult a Föld irányába. Sokan úgy tartják, hogy csalódásában nem is foglalkozott tovább a titokzatos bolygóval. Újabbán feltárt levéltári adatok közül azonban érdekes levélmásolat került elő, melynek eredetije feltehetőleg megsemmisült, de a másolat hitelesnek tűnik. Ebben *Galilei* arról ír *Frederico Cesi* hercegnek, hogy 1616. nyarán újra megpróbálkozott a Szaturnusz megfigyelésével. Nagy örömeire ismét látszottak a kísérők, de alakjuk nem kör, hanem két fél ellipszis volt, melyeknek közepén sötét háromszöget lehetett felismerni.

A korabeli tökéletlen műszerekkel végzett észlelések csak fokozták a zűrzavart. A bolygó „füleit” a legkülönbözőbb alakúnak vélték látni, és fantasztikus magyarázatokkal próbálták értelmezni a látottakat.

Christian Huygens 1655-ben arra a megállapításra jut, hogy a fülek hossza állandó, csak szélességük változik. Ebben az évben fedezi fel a Titánt is, a bolygó legnagyobb holdját.

1656. február 19-én egy minden addiginál jobb távcsövet próbál ki, melyet bátyjával közösen készített, és ennek segítségével ismeri fel a gyűrűt. A nagy felfedezést a kor szokása szerint anagrammába rejtve teszi közzé egy körlevélben. A megfejtést az 1659 júliusában kiadott *Systema Saturnium* című műve tartalmazza: „*Annulo cingitur tenui nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato.*”, ami magyarul így szól: Keskeny, sík gyűrű övezi, mely sehol sem függ össze vele és az ekliptikához hajlik.

A tökéletlenebb műszerekkel rendelkezők közül sokan elutasították ezt a magyarázatot, és még évek múlva is születtek ettől eltérő elméletek.

Maga Huygens a gyűrűt szilárd testnek tételezte fel.

1675-ben G. D. Cassini egy sötét sávot fedezett fel, mely a gyűrűt egy külső és egy belső részre osztja. Ő vetette föl először annak lehetőségét, hogy a gyűrűt talán kis részecskék tömege alkotja.

P. S. Laplace 1785-ben további osztások jelenlétét jósolta meg. Ő is azon a véleményen volt, hogy a gyűrű tömör szilárd test, de a fellépő belső feszültségek nem engedik meg, hogy egy darabban forogjon a bolygó körül. Több kisebb gyűrűből kell állnia, melyek különböző szögsebességgel forognak.

Végül J. C. Maxwell egy 1857-es dolgozatában bebizonyította, hogy a gyűrű csak kis, meteorszerű részecskéből állhat.

A már Huygens által is látott fényes A és B gyűrűkön belül W. C. Bond fedezett fel 1850-ben egy halvány fátolgyűrűt, amely a C betűjelet kapta.

1969-ben fényképfelvételeken J. Guérin kimutatott egy további, a bolygó felszínét is elérő D gyűrűt. Söt egyesek egy 5—6 bolygóátmérőig terjedő külső fátolgyűrűt is feltételeznek.

A holdak felfedezése 1655-ben kezdődött, ekkor pillantotta meg Huygens a Titánnak nevezett legnagyobbat. A további felfedezések adatait a 12. táblázat tartalmazza.

Külön említést érdemel, hogy E. C. Pickering 1905-ben találni vélt az akkor ismert kilenc mellé egy tizedik holdat, mely a *Themis* nevet kapta. Később azonban ezt senki sem tudta újra megfigyelni. Minthogy a Pickering által közölt pályaadatok alig térnek el a *Hyperionétól*, valószínűleg ez a hold lehetett az, melyet tévesen újként észlelt.

A gyűrű legutóbb 1966. decemberében fordult élével felénk. Ily kedvező helyzetben talált A. Dollfus egy valódi tizedik holdat, a *Janust*, amely alig kering távolabb a bolygótól, mint a gyűrű külső széle.

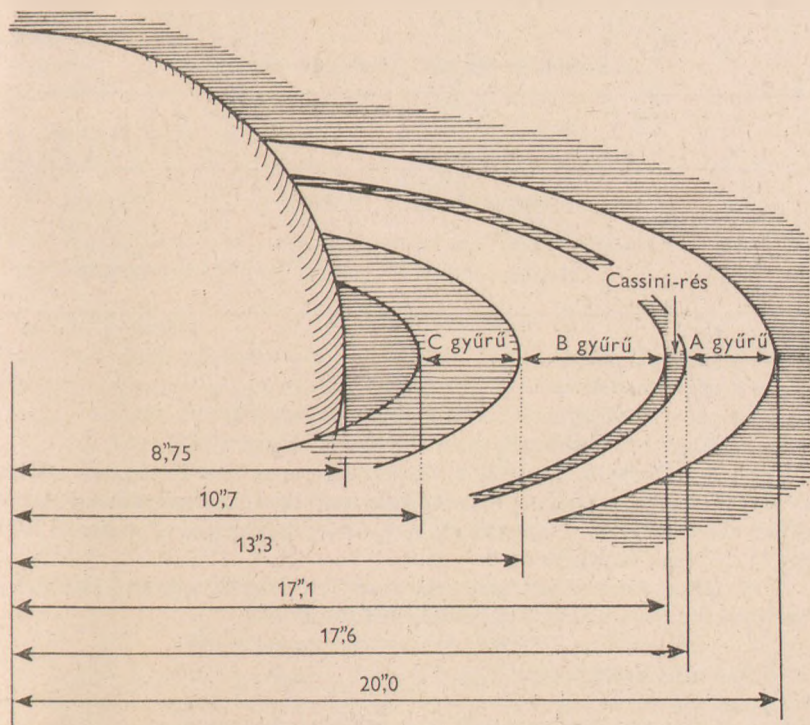
1977. nyarán érkezett hír egy esetleges tizenegyedikről, melyet J. Fountain és S. Larson amerikai kutatók találtak meg.

### 3. A Szaturnusz az amatőrcsillagász szemével

A bolygó és a gyűrű közepes szögadatait a 30. ábra tartalmazza. Ezek a Szaturnusz-pálya fél nagytengelyének megfelelő 9,58 AU (csillagászati egység) távolságából érvényesek.

A bolygó a *konjunkció*, a Nappal való együttállás után mintegy három héttel pillantható meg először a hajnali égen. 189 nap múlva *oppozícióba*, szembenállásba kerül. Az esti égen nagyjából 360 nappal a konjunkció után válik észlelhetetlenné, és 378 nap elteltével ismét konjunkcióba jut.

A bolygó gyűrűjének felismeréséhez legalább 5 cm-es távcső szükséges. Ekkora műszerrel már jól látható a Titán is. A *Cassini-rés* és a *Rhea* megfigyeléséhez 8 cm, a *Tethys*, *Dione* és *Japetus* megkereséséhez 12 cm átmérőjű objektív ajánlatos. A gyűrű finomabb részleteinek és a bolygó felhősávjainak vizsgálata azonban ideális körülmények között is 15–20 cm-esnél nagyobb műszert igényel. Érdekes feladat a gyűrű által a bolygóra, illetve a bolygó



30. ábra. A Szaturnusz szögadatai 9,58 AU távolságból  $1'' = 686 \text{ km}$

által a gyűrűre vetett árnyék tanulmányozása, a holdak fogyatkozásainak, fényességváltozásainak megfigyelése is. A holdakat nem csak a bolygókorong takarhatja el, hanem a gyűrű is.

A Szaturnuszon felszíni jelenségeket először *W. Herschel* látott 1793—94-ben. Ezek nyomon követésével  $10^h 16^m 44^s$  tengelyforgási időt kapott. A ma elfogadott érték az egyenlítőn  $10^h 14^m$ , de a sarkok közelében már több, mint  $11^h$ .

Mint hogy a bolygó nagyjából tízszer messzebb kering a Naptól, mint Földünk, látszó mérete és fázisszöge keveset változik, a szögátmérő szélső értékei  $15—20''$ . A maximális fázisszög, az árnyékos oldalából mutatott rész szög nagysága  $6^\circ$ .

A gyűrű 15 évenként élével látszik tőlünk. Legközelebbi ilyen alkalom 1979. október 27-én lesz.

#### 4. 1. A Szaturnusz bolygó adatai

10. táblázat

A Szaturnusz oszkuláló (pillanatnyi) pályaelemei

	1979. 01. 07.	1979. 06. 16.	1980. 01. 02.
$a$ (AU)	9,580869	9,580922	9,579658
$e$	0,057192	0,056787	0,056117
$i$ ( $^\circ$ )	2,48656	2,48653	2,48648
$T$ (év)	29,6526	29,6528	29,6470

$a$  = a pálya fél nagytengelye

$e$  = a pálya excentricitása

$i$  = a pályasík ekliptikával bezárt szöge

$T$  = a sziderikus (csillagokhoz viszonyított) keringési idő.

Mint hogy a bolygók mozgását a Nap gravitációs hatásán felül kis mértékben a bolygók egymásra kifejtett vonzóereje is alakítja, a fenti pályaelemek értéke időről időre változik. A Szaturnusz *oszkuláló* (pillanatnyi) pályaelemeit 1979-re a 10. táblázat tartalmazza.

A 11. táblázatban a Szaturnusz adatai mellett összehasonlítással közöljük a Jupiterre és a Földre vonatkozó megfelelő értékeket is.

$T_{szin}$  = a szinodikus (Földhöz viszonyított) keringési idő

$M$  = a bolygó tömege

$R_e$  = egyenlítői sugár

$T_{rot}$  = tengelyforgási idő (az egyenlítőn)

$E$  = a pályasíkra állított merőleges és a forgástengely közti szög



A Szaturnusz fizikai adatai, összehasonlítva a Jupiter és a Föld jellemzőivel

	Szaturnusz	Jupiter	Föld
a (AU) 1980,0	9,580	5,203	1
(km)	$1,433 \cdot 10^9$	$7,784 \cdot 10^8$	$1,4960 \cdot 10^8$
e 1980,0	0,0561	0,0479	0,0167
i (°) 1980,0	2,486	1,306	—
T (év) 1980,0	29,65	11,86	1
T <sub>szin</sub> (nap)	378,0	398,9	—
M (M <sub>☉</sub> ) *	$2,8584 \cdot 10^{-4}$	$9,5479 \cdot 10^{-4}$	$3,0035 \cdot 10^{-6}$
(M <sub>♃</sub> ) *	95,17	317,9	1
(g) *	$5,686 \cdot 10^{20}$	$1,899 \cdot 10^{30}$	$5,974 \cdot 10^{27}$
R <sub>c</sub> (R <sub>♃</sub> ) *	9,41	11,19	1
(km) *	60 000	71 398	6378,14
T <sub>rot</sub>	10 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	9 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 04 <sup>s</sup>
E (°)	26,73	3,067	23,45
Θ	1:10,4	1:16,4	1:297
ρ (g/cm <sup>3</sup> )	0,68	1,30	5,517
g <sub>e</sub> (m/sec <sup>2</sup> )	9,1	23,0	9,814
A	0,69	0,65	0,39
v (km/sec)	9,6	13,1	29,8
v <sub>p</sub> (km/sec)	33,1	57,5	11,2
m <sub>0</sub>	+0,9	-2,2	—
N	11	14	1

\* IAU illetve ajánlás (1976) abból számolt adatok

- Θ = lapultság  
 ρ = átlagos anyagsűrűség  
 g<sub>e</sub> = gravitációs gyorsulás az egyenlítőn  
 A = albedó (fényvisszaverő képesség)  
 v = közepes pályamenti sebesség  
 v<sub>p</sub> = szökési sebesség az egyenlítőn  
 m<sub>0</sub> = közepes fényesség szembenállásban  
 N = az ismert holdak száma

#### 4.2 A bolygó fizikája

A bolygó felszínének vizsgálatát a kis szögátmérő nehezíti meg leginkább. A földi légkör nyugtalansága még az óriástávcsövekkel is ritkán enged meg 0'',1-es vagy ennél jobb felbontást. A spektroszkópiai eredmények nagyon bizonytalanok, így voltaképpen a légkörének összetételére is csak hozzá-

vetőleges adataink vannak. A legtöbb eredményt a különféle modellszámítások adják. Ezeknél a számításokból kapott *modell-Szturnusz* tulajdonságait hasonlítjuk össze az igazi bolygó mérhető adataival, és a modellt addig pontosítjuk, míg el nem érjük a legjobb egyezést. Az ilyen megfigyeléseket jól leíró modelltől aztán kiolvashatunk olyan jellemzőket is, amelyeket a valóságban, műszerrel nem tudunk megállapítani.

A többé-kevésbé megfigyelhető adatok a tömeg (égi mechanikai alapon), az átmérő, a bolygó sugárzási hőmérséklete, a légkör hozzávételleges kémiai összetétele, tengelyforgása, fényvisszaverő képessége. A légkör és a felhőzet összetételére infravörös tartományban végzett vizsgálatok és a visszavert fény polarizációs állapotának mérése útján következtethetünk.

A különféle mérések a fő alkotórészek, a *hidrogén* és *hélium* arányára is erősen eltérő eredményeket adtak. A hélium mennyisége ezek alapján 10—25% közötti lehet. Kimutatható a légkörben a metán ( $CH_4$ ), ennek gyakorisága  $10^{-3}$ — $10^{-4}$ . Az ammónia ( $NH_3$ ) jelenléte kérdéses, mindenképpen  $10^{-4}$  alatti, és feltehetőleg azért nehéz kimutatni, mert nem légnemű, hanem kis cseppecskék vagy kristályok formájában a felhők fő alkotórészét képezi.

A légkör legfelső része mindenestre átlátszó  $H_2$  réteg. Befelé haladva, amint a nyomás meghaladja a 0,2—0,3 *atm*-t, egyre nagyobb mennyiségű köd-részecske jelenik meg, amely néhány kilométerrel mélyebben folyamatos felhőréteget alkot. E felhőzet tulajdonképpen a bolygó megfigyelhető felszíne.

A Jupiter esetében régóta ismert, hogy több energiát sugároz szét a térbe, mint amennyit a Nap sugárzásából kap, vagyis valamilyen belső energiatermeléssel rendelkezik. Ezt a tényt a sajtó tévesen úgy kommentálta, hogy a Jupiter is csillag volt, vagy csillag lesz. 1969-ben azonban a Szturnusznál is felfedezték a hőtöbbletet, sőt feltételezhető, hogy kisebb mértékben az Uránusznál és a Neptunusznál is találunk ilyen, csak jelenlegi méréseink hibahatára ennek észleléséhez még túl nagy.

Ez a hőtöbblet nem csupán azt jelenti, hogy az óriásbolygók légköre magasabb hőmérsékletű, mint vártuk, hiszen a légkör túlmelegedése egyszerű *üvegházhatás* eredménye is lehet, amint ez a Vénusznál tapasztalható. Valaképpen a Szturnusz által kibocsátott hőtéljesítményt mérték a teljes szinképtartományban, és megállapították, hogy egy  $96 \pm 5$  K hőmérsékletű abszolút fekete test sugározna hasonlóképpen. A Nap sugárzása viszont ilyen távolságban egy abszolút fekete testet csak  $76 \pm 4$  K egyensúlyi hőmérsékletre melegítene föl. A Szturnusz tehát  $2,5 \pm 0,6$ -szer több hőenergiát bocsát ki, mint amit a Naptól kap.

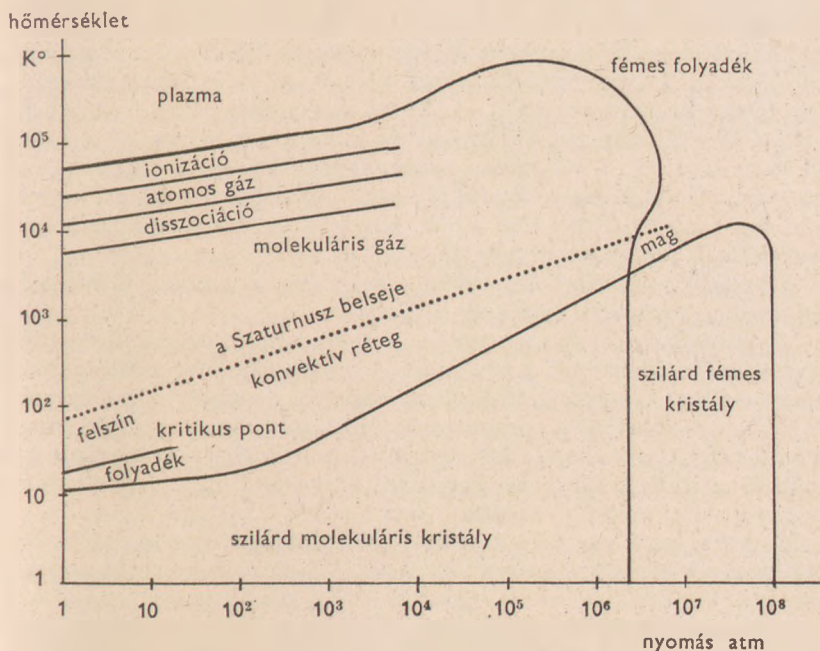
A jelenség magyarázatára *J. B. Pollack* és munkatársai, valamint *W. L. Slattery* számítógéppel követték nyomon a bolygó valószínű fejlődését a Naprendszer kialakulásától kezdve.

Az ősbolygó összehúzódásának első szakasza leginkább a 0,1—0,3 naptömegnyi csillagok keletkezési fázisához hasonlít. A sokkal csekélyebb tömeg azonban csak néhány tízezer K-re tudja felfűteni a gázgömb belsejét, így atom-

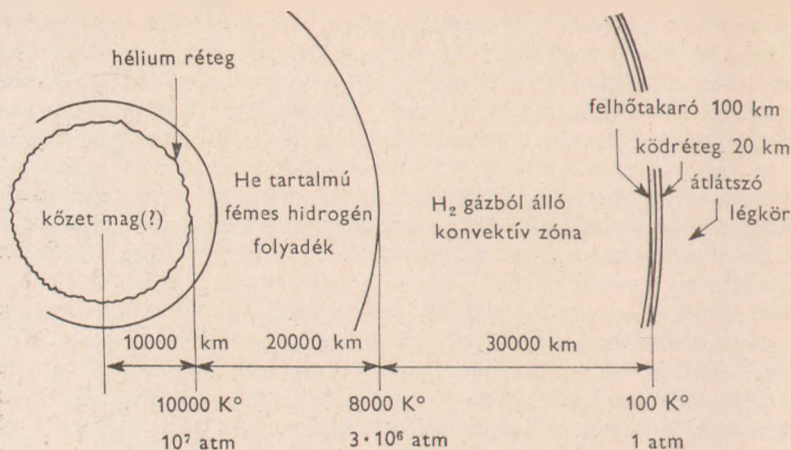
magreakció — a csillag legjellemzőbb energetikai sajátossága — nem tud beindulni. A fősorozati állapot kimarad az égitest életéből, és a fehér törpékre jellemző módon fejlődik tovább. A sűrű, kvantummechanikailag elfajult állapotban levő mag mérete egyre növekszik, és az egész bolygó lassan hűl. A Szaturnusz jelenlegi állapotában a felhőréteg alatt egyre sűrűbb molekuláris hidrogén zóna található. A  $3 \times 10^6$  atm fölötti nyomáson a hidrogén *fémes folyadékká* alakul. A számítások szerint ez a fémes mag tartalmazza a bolygó tömegének ötödét-tizedét. Szilárd állapotú hidrogén sem molekuláris, sem fémes kristályszerkezetben nem jöhet létre, ehhez a hőmérséklet túlságosan magas (31. ábra).

Nem kizárt, hogy a bolygónak van egy legbelső kőzetmagja is, amely a keletkezés stádiumában maga köré gyűjtötte a könnyű elemekből álló többi anyagot, jelenleg pedig fölé rétegződnek az előbb felsorolt zónák (32. ábra).

A bolygó fejlődése során három fő forrása lehet a hőtöbbletnek. Kezdetben az összehúzódó gázgömb gravitációs helyzeti energiája szolgáltatja. Mivel az összehúzódás kezdetben gyors, az ebből nyert összes energiát a bolygó nem



31. ábra. A hidrogén állapotdiagramja. A pontozott vonal a Szaturnusz belsejében feltételezett hőmérséklet—nyomás függvényt ábrázolja



32. ábra. A Szaturnusz feltételezett belső szerkezete

tudja kisugározni, belső tartományai felmelegsznek. Mikor a mélyebb rétegek sűrűsége már akkora, hogy bekövetkezik a fémeshidrogén átalakulás, e zóna gyakorlatilag összenyomhatatlanná válik. A bolygó zsugorodása lelassul, majd megszűnik, és a felmelegedett belső részekben felhalmozott hőenergiát sugározza ki, azaz lassan hűl. Végül, mikor a mag hőmérséklete egy kritikus érték alá csökken, a fémeshidrogén-folyadék és a hélium szétválik, és a hélium, nagyobb sűrűsége miatt a középpontba gyűlik. Ezáltal a hélium gravitációs helyzeti energiájának csökkenéséből nyer hőt a bolygó.

A Szaturnusz jelenlegi állapotában valószínűleg a második és harmadik folyamat eredményezi a megfigyelt hőtöbbletet.

Vitatott a bolygó mágneses tere is. A Jupiter erős mágneses tere a földi van Allen övekhez hasonló sugárzási zónát hoz létre a bolygó körül. Ebben a térerősség által meghatározott pályákon mozognak a napszél töltött részecskéi és közben rádiósugárzást bocsátanak ki. Ilyen, nem termikus rádiósugárzást a Szaturnusz irányából eddig csak egy alkalommal, az *IPM-6* rádiócsillagászati műhold méréseinek kiértékelésekor sikerült kimutatni. Ez a Jupiterénél egy nagyságrenddel gyengébb mágneses térre utal.

Az óriásbolygók nagyfokú hasonlósága alapján jogos feltételeznünk, hogy mágneses viselkedésük sem tér el alapvetően. A Szaturnusz gyengébb sugárzási öve két okra vezethető vissza. Egyrészt kisebb lehet a bolygó vezetőképes, fémeshidrogén magja, melynek léte egyébként a mágneses tér kialakulásának szükséges feltétele. Másrészt 10 csillagászati egység távolságban már sokkal gyengébb a napszél, melynek részecskéi a bolygó van Allen övébe kerülve a rádiósugárzásért felelősek.

### 4.3 A gyűrű

Bár ma már az Uránusz körül is ismerünk egy halvány porgyűrűrendszert, szépségében és fontosságában a Szaturnusz gyűrűje egyedülálló a Naprendszerben.

J. Keeler 1895-ben a gyűrű színképvonalainak Doppler eltolódásából megállapította, hogy azok részei a Kepler törvényt követő sebességeloszlással keringenek a bolygó körül. A gyűrűt tehát valóban kis testecskek tömege alkotja.

Az egyes darabok méretéről és kémiai összetételéről a számítások és mérések nem adnak egyértelmű eredményt. Vizuális fotometriai és spektroszkópai mérések alapján nem lehetnek a holdközvetekhez, holdporhoz hasonlók, de nem állhatnak tiszta szilikátokból vagy tiszta vízjégből sem. Az elektromágneses spektrum infravörös és mikrohullámú tartományában végzett észlelések több komponensű jegeket vagy jégzemcsékkal borított kődarabokat valószínűsítene. Ez a „*dér*” réteg *metánnal, kénhidrogénnel*, egyéb vegyületekkel szennyezett vízjég lehet.

A részecskék átlagos méretére a legtöbb kutató centiméteres nagyságot ad meg. A méteresnél nagyobb darabok legfeljebb a gyűrű tömegének 10–20%-át tehetik ki. (A gyűrű becsült összes tömege kb.  $4 \cdot 10^{-5}$  Szaturnusz-tömeg.) Az árapály erők figyelembevételével 300 km-es felső mérethatárt kapunk. A gyűrűn belül azonban fellép az ütközéses aprózódás is. Ennek figyelembevétele nehéz, ezért a különböző szerzők a maximális átmérőre néhány métertől több kilométerig mindenféle méretet megadnak.

Az is lehet, hogy a gyűrűt igen ritka légkör veszi körül, melynek molekulái az ütközések alkalmával párolognak el.

A gyűrű felfedezésétől a múlt század végéig sokan megmérték annak adatait. Érdekes tény, hogy a nagy időkülönbséggel végzett *valamennyi észlelés* szerint a gyűrű belső széle folyamatosan közeledést mutat a bolygó felszínéhez. Mint-hogy e mikrométerrel végzett észleléseket neves csillagászok végezték, akiknek egyéb eredményeit ma is felhasználjuk, nem biztos, hogy ezeket az adatokat megbízhatatlannak kell tekintenünk. A kérdés bővebb égi mechanikai vizsgálatot igényelne. Több mai modellszámítás feltételezi ugyanis, hogy a gyűrű nem egyensúlyi képződmény, vagy csak hosszú idővel kialakulása után jut egyensúlyi állapotba. Ilyen gyors méretváltozásokat azonban egyik modell sem tud megmagyarázni.

A gyűrű fejlődését okozhatja a gyűrű részecskéi közötti ütközés, amelynek következtében az anyag egyre aprózódik, a fősík felé „*ülepszik*” és e síkban lassan kifelé és befelé terjeszkedik.

Más vélemények szerint a gyorsan forgó, nagy tömegű és képlékeny anyagú bolygó árapály-hatása, illetve a tengelyforgás és a gyűrű keringő részecskéi között fellépő rezonancia miatt spiráloznak kifelé illetve befelé a részecskék

a gyűrűben. A számolt rezonanciahelyek valóban csaknem egybeesnek a gyűrű ritka anyagú „réseivel”.

E rések létének másik, ismertebb magyarázata a *holdak* keringési idejével fellépő *rezonancia*, vagy az emiatt kialakuló *lökéshullám*. A kis tömegű holdak perturbációjával viszont nehéz megmagyarázni a rések nagy szélességét és kis anyagsűrűségét.

A gyűrű eredete is kérdéses. A külső szélének helye jól egyezik a bolygó *Roche-zónájának* határával. Ez az a távolság, melyen belül egy átlagos szilárd-ságú kőzetekből álló hold az árapály erők okozta belső feszültség miatt összeroppan.

Tehát ha egy hold valamilyen ok miatt fékeződik, egyre közelebb kerül a bolygó felszínéhez, végül a Roche-határt elérve összeroppan, törmeléke felaprózódik és szétszóródik a pályasíkban. Csak kell találnunk egy olyan mechanizmust, ami a holdat fékezi.

A bolygó felszínén a hold hatására kialakuló dagálypúp csak akkor fékezi a holdat, ha lemarad mögötte, azaz ha a bolygó *tengelyforgása lassúbb*, mint a hold *keringése*. Márpedig jelenleg a Szaturnusz sokkal hamarabb megfordul tengelye körül, mint a Roche-határ távolságában vagy azon kívül adódó keringési idők. A fenti elmélet tehát feltételezi, hogy a holdak kialakulása után a bolygó még sokáig a jelenleginél lassabban forgott, tehát nagyobb méretű volt.

A másik, talán valószínűbb elméletípus szerint a Roche-határon belül az ősbolygót körülvevő anyagból már ki sem alakulhatott további hold, csak kisebb részecskék tudtak összeállni, melyek ma a gyűrűt alkotják.

#### 4.4. A holdak

A legnagyobb, a Titán a kisebb bolygókkal is összemérhető. Valószínűleg nitrogénből vagy nemesgázokból álló légkör veszi körül, sőt ionoszférája is lehet. A felszíni légnyomásra néhány tized atmoszféra adódik.

Felszínét — és a többi holdét is — a gyűrű részecskéihez hasonlóan jégréteg boríthatja. Ennek vastagsága, fényvisszaverőképesége változó lehet. A *Japetus* esetében poláris hósapkát is feltételeznek, mellyel nagy fényesség-ingadozását magyarázzák. A holdak adatait a 12. táblázat tartalmazza.

$a$  = a pálya fél nagytengelye a Szaturnusz egyenlítői sugarával kifejezve  
( $R = 60\,000\text{ km}$ )

$T$  = keringési idő

$m_p$  = közepes oppozícióbeli vizuális fényesség

$\varnothing$  = átmérő

$M$  = tömeg (Szaturnusz tömegben) } a fényességből becsült adatok,  
a kisebb holdaknál bizonytalanok!

A Szaturnusz-holdak adatai

		$a (R_{Szar.})$	T (nap)	$m_v$	$\varnothing$ (km)	$M/M_{Szar.}$ $\cdot 10^{-8}$	Felfedező
?	XI.	2,52	0,694	?	?	?	1977. Fountain, Larson
Janus	X.	2,67	0,749	14	200	3	1966. Dollfus
Mimas	I.	3,093	0,942	12,9	500	6,6	1789. W. Her- schel
Enceladus	II.	3,968	1,370	11,7	600	13	1789. W. Her- schel
Tethys	III.	4,912	1,888	10,3	1000	110	1684. Cassini
Dione	IV.	6,292	2,737	10,5	800	185	1684. Cassini
Rhea	V.	8,785	4,518	9,7	1600	900	1672. Cassini
Titán	VI.	20,37	15,945	8,3	5850	24 620	1655. Huygens
Hyperion	VII.	24,68	21,277	14	400	20	1848. Bond
Japetus	VIII.	59,35	79,331	10,7	1600	100	1671. Cassini
Phoebe	IX.	215,5	550,44	15	300	?	1898. Pickering

## 5. A Pioneer 11 és a Voyager űrszondák

E rövid összefoglalás a Szaturnuszról bizonyára érzékelteti, milyen nehéz egy távoli bolygó megfigyelése a Földről, mennyi eldöntetlen kérdés áll még a Naprendszer kutatói előtt.

A Pioneer űrszondák a Jupiterről néhány óra alatt több információt küldtek, mint amennyit a földi csillagászat egész története felhalmozott. Hasonló reményekkel várjuk a *Pioneer—II* adatait a Szaturnusz térségéből.

Az űrszonda 1973. április 6-án indult útnak. 1974. december 3-án 42 000 km távolságban elhaladt a Jupiter közelében. Ezután szinte átszeli a Naprendszert, hogy 1979. szeptemberében elhaladjon a Szaturnusz mellett. Az eredeti tervek szerint a belső gyűrű és a bolygó között repült volna át, de e kockázatos megoldás helyett a NASA szakembereinek döntése alapján mégis a gyűrű külső szélétől mintegy 33 000 km-re halad el, majd 28 000 km minimális távolságban száll el a bolygó mellett.

Sok fontos kérdés várunk tőle választ. Milyen a bolygó légterének és mélyebb rétegeinek belső szerkezete? Valóban van-e mágneses tere és milyen erősségű? Milyen anyagú és méretelosztású részecskék alkotják a gyűrűt, és ezek hogyan oszlanak el a sík mentén? Helyes-e jelenlegi elképzelésünk a bolygó hőtübbetének okáról? Milyen a Titán és a többi hold közelről?

Valószínű, hogy egyetlen űrszonda nem lesz elegendő minden nyitott kérdés megnyugtató lezárásához. 1977-ben azonban két újabb műszert indított az

ember az óriásbolygók felé, melyek a Pioneerok tapasztalatai alapján még többet árulnak el e távoli, titokzatos világokról.

A *Voyager 2* 1977. augusztus 20-án indult, 1979. július 10-én halad el a Jupiter mellett, 1981. augusztusában pedig megközelíti a Szaturnuszt, majd tovább repülve az Uránuszt és esetleg a Neptunuszt is útbacjti.

A *Voyager 1* felbocsátása 1977. szeptember 1-én volt. Ez a Jupitert 1979. március 5-én, a Szaturnuszt 1980. novemberében éri el.

Néhány évtized múlva pedig talán éppen a mi gyermekeink vagy unokáink valamelyikének jut osztályrészül, hogy egy űrhajó utasaként közvetlen közelről gyönyörködhet az óriásbolygók lenyűgöző látványában.



## AZ ŪRHAJÓZÁS ŪJ ESZKŐZE: AZ ŪRREPŪLŐGÉP

Az eddig végzett emberes és pilóta nélküli űrkísérletekben alkalmazott hordozóeszközök (rakéták) és a pályára állított hasznos terhek (mesterséges holdak, űrszondák, űrhajók, űrállomások) közös sajátossága volt, hogy felhasználásukra csak *egy alkalommal* kerülhetett sor.

Az 1980-as évek elején minden bizonnyal új korszak kezdődik — a mintegy két évtizedes múltú — űrkutatásban: megjelennek a többször felhasználható *űrrepülőgépek*.

Az Apollo űrhajót Hold körüli pályára állító Saturn-V hordozórakéta magassága 110 m, indulósúlya pedig mintegy 3000 Mp volt. A 280 millió dollár értékű hordozórakéta mindössze néhány perces üzemelés során megsemmisül. Az indítástól számított 10—12 nap múlva pedig az egész bonyolult Saturn-Apollo rendszerből csak egy jelentéktelen méretű és súlyú kabin került vissza a Föld felszínére — az aerodinamikai felmelegedés által — olyan mértékben megrongált állapotban, hogy az a további felhasználásra már nem alkalmas.

A jelenlegi emberes űrhajózási eszközök a jövő követelményei szempontjából sem kedvezőek, manőverezőképességük kicsi, csak ejtőernyővel képesek a földfelszínre visszatérni.

A mesterséges holdak, űrszondák és az ember vezette űrhajók visszatérő egységeinek rendkívül kicsi a siklószáma (0—0,5), ezért a légkör sűrű rétegeibe való ballasztikus visszatérés során ezeken az eszközökön jelentős túlterhelés lép fel. Így visszatérő egységek igen nagy szilárdsági és hőigénybevételnek vannak kitéve. Napjaink hordozórakétái is számos szempontból kedvezőtlenek. Mivel a hordozó rakéták első fokozatai az indítást követően visszaesnek a Föld felszínére, ezért ezeket a jelenlegi űrrepülőtekről is csak olyan meghatározott irányokba lehet indítani, amelyekben az űrrepülőtérhez közel eső szakaszon lakatlan területek (kevésbé forgalmas tengerrészek) vannak. A hordozó rakéták előkészítése az indításhoz hosszú ideig tartó, rendkívül bonyolult folyamat.

Az űrhajózási hordozórakétákban összpontosulnak az anyag- és gyártástechnológia, a rakétahajtóműgyártás, az aero-termodinamika és az elektronika legújabb eredményei. Tudományos és műszaki teljesítőképességükhöz viszonyít-

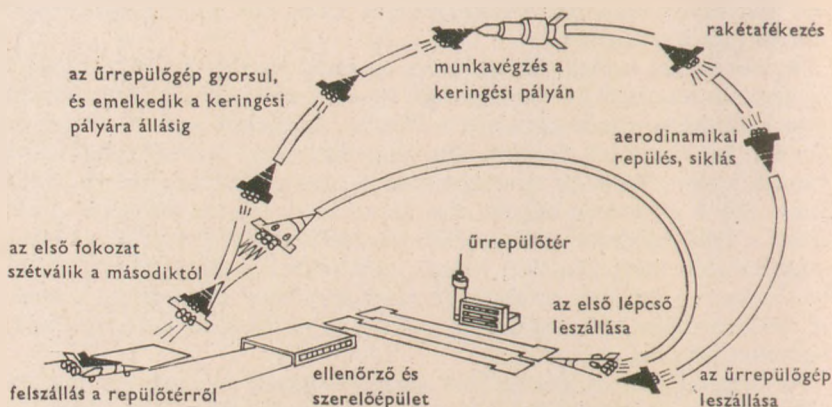
va a csak egyszer felhasználható hordozórakéták aránytalanul drágák és az elmúlt két évtizedben végrehajtott folyamatos korszerűsítésük során is kétséges maradt, hogy célszerű-e, kifizetődik-e üzembiztonságuk további fokozása.

Az űrkísérletek száma minden bizonnyal egyre nőni fog. A jövőbeni űrkísérletek számára a jelenlegi kozmikus rendszerek — elsősorban a költségek és az említett alapvető ellentmondások miatt — egyre kevésbé alkalmasak. Nyilvánvaló, hogy elvileg új — a jelenlegi hátrányoktól mentes — kozmikus rendszerek kifejlesztéséhez kellett hozzákezdeni.

### Többszöri felhasználás

Az űrkatatás szakértői megegyeztek abban, hogy az új kozmikus rendszer alapvető követelményének a több alkalommal való felhasználást kell tekinteni. Ebből kiindulva határozták meg azokat a követelményeket, mely szerint az új űrrepülőeszközöknek egyaránt repülniük kell a légkörben, továbbá Föld körüli pályára állva huzamos ideig kell repülni mesterséges holdhoz hasonlóan, majd azután repülőgépekhez hasonlóan kell leszállni a kijelölt repülőtéren. És ami a legfontosabb, a berendezés nagyobb részének ép állapotban kell maradni az ismételt felhasználás végett.

Az új űrjármű terveinek elkészítése bonyolult kutatómunkát követel. Az ideális űrjármű egy kétlépcsős berendezés volna, párhuzamosan elhelyezett lépcsőkkel. Mindkét lépcső pilótavezette visszatérő eszköz, nagyméretű szárnyakkal ellátva, a fel- és a leszállást a hagyományos repülőgépekhez hasonlóan hajtja végre. Az ilyen repülőeszköz két összerakott repülőgép együttesének tekinthető. Alul helyezkedik el a nagyobbik — a gyorsító repülőgép —, felül



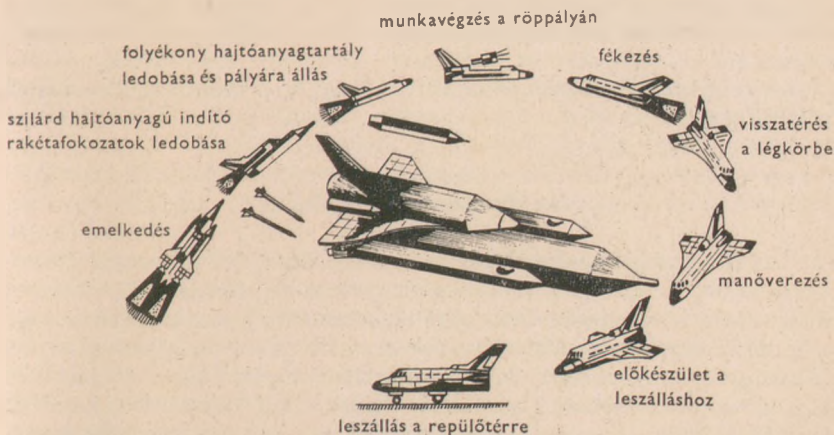
33. ábra. Vízszintesen felszálló, többször felhasználható űrrepülőgép repülésének fázisai

pedig a kisebb — az űrrepülőgép. A nagyobbik felszáll a repülőtérrel és meghatározott sebességig felgyorsítja a kisebbet, a kritikus sebesség elérésekor az űrrepülőgép a gyorsító fokozatról leválik és saját hajtóműveit működtetve földkörüli pályára áll. Ezzel egyidejűleg a gyorsító repülőgép visszatér a repülőtérre és a repülőgépekhez hasonlóan leszáll. Az orbitális repülőgép végrehajtva meghatározott feladatát, elhagyja a Föld körüli pályát és a légköri repülőgépekhez hasonlóan leszáll a repülőtérre.

A vízszintes helyzetből való úgynevezett repülőgépes felszállás (33. ábra) a többször felhasználható űrhajók számára célszerűbb, annak ellenére, hogy azonos felszállósúly és rakétahajtómű alkalmazása esetén a rakétás indítással (vagyis függőleges helyzetből) nagyobb hasznos terhet lehet pályára állítani. A vízszintes helyzetből való felszállás azonban lehetővé teszi az oldalirányú manőverezést is a pályára állítás során, valamint azt, hogy a második lépcsőt bármelyik kívánt pillanatban be lehet gyújtani. A vízszintes helyzetből való felszállással a tervezett rendszer manőverező képessége nagyobb.

Az ilyen elrendezés további előnye, hogy a gyorsító repülőgép a sűrű légkörben a környező levegőt felhasználó sugárhajtóműveket (gázturbinás és torlósugárhajtóműveket) is alkalmazhat. Jelentős súlymegtakarítást lehetne elérni így, hiszen a rakétahajtóműben 1 kp-nyi tüzelőanyag elégetéséhez rendszerint 3—5 kp oxidálóanyagot is felhasználnak. A repülés legnagyobb hajtóanyagfelhasználást igénylő — sűrű légköri — szakaszának átrepüléséhez szükséges tetemes mennyiségű oxidálóanyagot nem kellene a fedélzeti tartályokban szállítani, hanem azt a környező levegőből lehetne elvonni.

Az ilyen terv valóráváltása azonban meghaladja a mai lehetőségeket, számos súlyos technikai problémát vet fel. A jelenlegi űrtechnika mellett inkább



34. ábra. Függőlegesen felszálló többször felhasználható űrrepülőgép repülésének fázisai

kivitelezhetőnek látszik az olyan pilóta nélküli első lépcső, amely függőlegesen indul (34. ábra) és csak részben nyerhető vissza ismételt felhasználásra. A második lépcső — az orbitális fokozat — természetesen itt is a légköri repülőgépekhez hasonló szerkezet.

Az ideálisnak tekintett változattól való eltérés mindenekelőtt azt jelenti, hogy az űrrepülőgépet függőleges helyzetből (a jelenlegi hordozórakétákhoz hasonlóan) kell indítani. Az ilyen rendszer néhány alkotóeleme a repülés során óhatatlanul megsemmisül, vagy nagy mértékben megrongálódik.

### **Alkalmazási lehetőségek**

A pilóta vezette űrrepülőgép alapvető feladata különféle hasznos terhek Föld körüli pályára állítása.

Az űrrepülőgépeket a tervek szerint az 1980-as évek elejétől kezdve, az alábbi feladatokra lehet alkalmazni:

— automatikus hírközlő, televíziós, meteorológiai, navigációs, katonai felderítő, geológiai és csillagászati megfigyelő mesterséges holdak Föld körüli pályára állítása, ezek ismételt felkeresése;

— a Nap, a csillagok, a bolygók kutatására szolgáló, a Naprendszer gravitációs és mágneses mezejét, korpuszkuláris sugárzását kutató űreszközök pályára állítása;

— pilótavezette űrhajók, űrállomások, űrlaboratóriumok Föld körüli pályára állítása, a korábban pályára állított pilótavezette űrállomások ismételt felkeresése a személyzet cseréje, az élelmiszerral, ivóvízzel, kutató eszközökkel való utánpótlása, ellenőrzés, beszabályozás, javítás, felújítás végett;

— pilótavezette vagy automatikus kozmikus üzemek pályára állítása, ismételt felkeresése a nyersanyagutánpótlás illetve a késztermék elszállítás végett;

— veszélyhelyzetbe került pilóta vezette űrhajók, űrállomások személyzetének mentése.

### **Az ellentmondások feloldása**

Az új űreszközök felhasználása révén megszüntethető a maximális üzembiztonság, működési pontosság — viszonylag rövid működési idő, egyszeri felhasználás következményének ellentmondása. Könnyen belátható, hogy a hordozórakéták szerkezeti elemeinek nagyobb részét, az űrhajókat, az űrállomásokat, a mesterséges holdakat rendkívül megbízhatóan és pontosan működővé kellett tervezni. Ugyanakkor viszont ezeket nem lehetett javítani és ismételten felhasználni. Az új kozmikus rendszer esetében sem lehet engedményt tenni a működési pontosság és az üzembiztonság vonatkozásában. De

ez esetben a ráfordítások megtérülnek, hiszen az új kozmikus rendszer, és a vele pályára állított űreszközök többször felhasználhatóak lesznek, működési idejük a korábbiakénak sokszorososa lesz.

Ugyancsak kiküszöbölhető a másik nagy ellentmondás: a minimális méret és súly — maximális üzembiztonság és működési pontosság követelményeinek összeegyeztetése. Mivel a rakétás felbocsátások rendkívül költségesek voltak, a hasznos terhet — a különféle rendeltetésű mesterséges holdakat, űrszondákat — úgy tervezték, hogy súlyuk és méreteik minél kisebbek legyenek, üzembiztonságuk, működési pontosságuk pedig minél nagyobb. A költségeket tulajdonképpen szinte figyelmen kívül hagyták. Az ilyen szigorú feltételek között kialakított űreszközök szinte minden alkatrésze minimális tűrésekkel a működési határon, feszített üzemmódban működik, éppen ezért került rendkívül sokba az előállításuk. A gyártás költségeit az is fokozta, hogy az igen gondos tervezés, az alapos és hosszú ideig tartó fejlesztés, kísérletezés ellenére ezek a berendezések csak kis sorozatban készültek, az egyszeri-kétszeri felhasználás után rendszerint más, az előzőeknél drágább, újabb űreszközök tervezésére és gyártására került sor.

Az új űreszközök tervezése során a minimális költség, maximális üzembiztonság, pontosság és működési idő követelményekből lehet kiindulni. Az egységes szabványosított elemek és gyártási eljárások lehetőséget adnak a fejlesztés, ezen belül a gyártási dokumentáció, a kísérletek, végül a gyártástechnológia költségeinek jelentős csökkentésére.

### **Olcsóbb űrkutatás**

A mesterséges holdak többszöri „meglátogatásának” haszna, a „meglátogatott” mesterséges hold jellegétől függ. A szakértők véleménye szerint a navigációs, meteorológiai, geodéziai, valamint a katonai felderítő mesterséges holdak keringési pályán való javításának, ellenőrzésének lehetősége, hasznos terhének a Földre való visszahozatala az adott rendszer fejlesztési költségeit mintegy 40—50%-kal csökkentheti. Az ismételt „meglátogatás” módot ad az űreszközökben szabványosított — egységes — alkatrészek, szerelési egységek bevezetésére, s ezek cseréjével a teljes mesterséges hold szerkezeti felújításának egyszerűsítésére.

A többször felhasználható rendszer kifejlesztésének költségei természetesen jelentősen meghaladják az egyszer felhasználható kozmikus rendszerek kifejlesztésének költségeit. A végleges gazdasági eredmény mégis kedvező. Sokoldalú gazdasági műszaki elemzés eredményeként kimutatták, hogy 1 kg tömeg pályára állításának költsége űrrrepülőgéppel mindössze 12—15%-a lesz a jelenleginek. Az egyéb — az előzőekben már vázolt — előnyök mellett végül is ez volt a döntő, ezért kezdtek hozzá a vezető nagyhatalmak a többször felhasználható űrhajózási eszközök fejlesztéséhez.

Az új kozmikus rendszer összes előnye tulajdonképpen még nem is látható. Feltétlenül meg kell még említeni, hogy sem a pályára állás, sem pedig a röppályáról való letérés és a repülőgépes leszállás során az űrrepülőgépre ható terhelés nem haladja meg a 3 g-t. Ez egyfelől a szerkezet tervezése szempontjából kedvező, mivel a jelenlegi űrhajók visszatérő egységeihez képest kisebb szilárdsági igénybevétellel kell számolni, másfelől pedig azt jelenti, hogy az űrrepülőgép személyzetének fizikai igénybevétele sokkal kisebb lesz. Így az elkövetkezendő űrkisérletekben a kutatók közvetlenül is részt vehetnek a huzamos ideig tartó különleges előképzés nélkül is.

Az űrrepülőgépes rendszer példaként az Egyesült Államokban fejlesztés alatt álló *Space Shuttle* szállító űrrepülőgépet ismertetjük.

### A tervezés alapjai

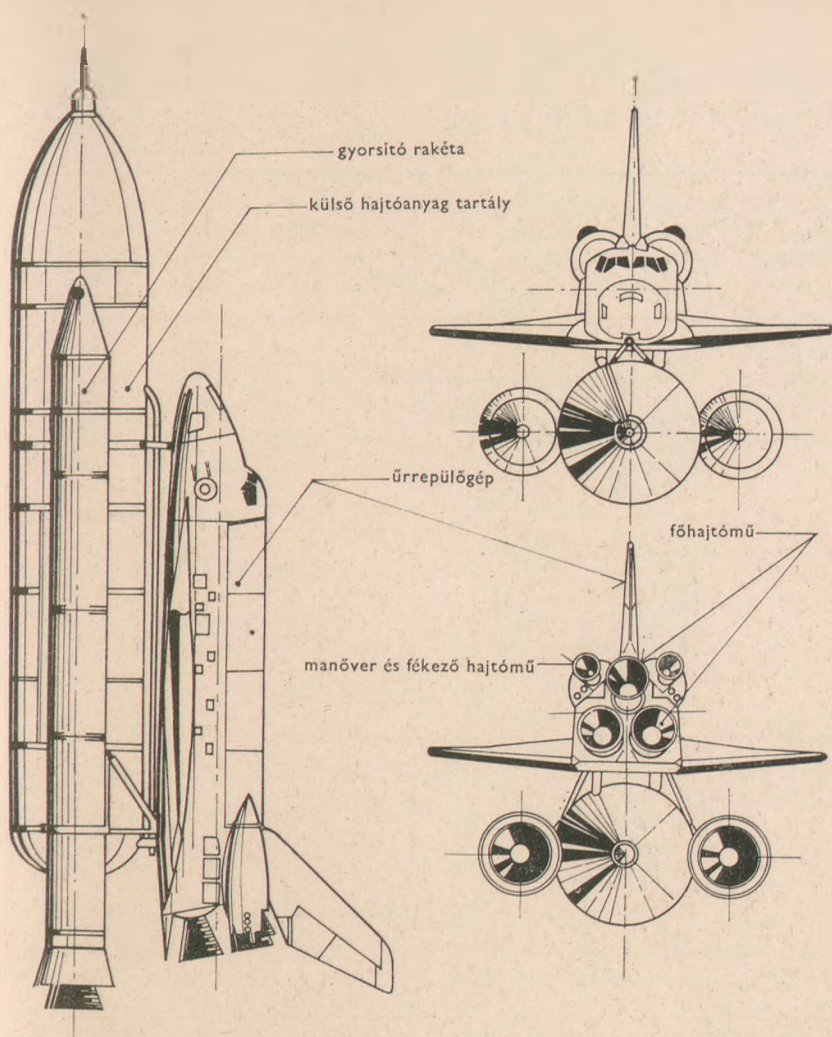
Számos előterv és tanulmány alapján 1970-ben fogadták el a kifejlesztendő űrrepülőgép-változatot. A *Space Shuttle* fejlesztési munkálatait 1972-ben kezdték meg. Gondosan elemezték az 1980-as évektől kezdve pályára állítandó hasznos terhek méret- és súlyadatait, a keringési pálya jellemzőit, a felbocsátások gyakoriságát.

Meghatározták, hogy az új kozmikus hordozó rendszereknek 29,5 t tömegű hasznos terhet kell legalább 185 km magasságú körpályára állítaniuk. Általában a különféle hasznos terhek Föld körüli keringési pályára állításának leggyakoribb magassága 185—500 km. Az űrrepülőgépnek azonban az e magasságnál feljebb keringő távközlési, navigációs és megfigyelő mesterséges holdak kiszolgálására is alkalmasnak kell lennie. E célból az űrrepülőgépet olcsó és üzembiztos „röppályák közötti fokozattal”, *űrvontatóval* is el kell látni.

Az űrrepülőgép rakodótere 4,57 m átmérőjű és 18,28 m hosszú, továbbá kikötés, hogy az orbitális fokozat legalább 100 alkalommal legyen felhasználható, és a repülőgépes leszálláskor a visszahozott legnagyobb hasznos teher tömege legalább 18,2 t legyen.

A kiinduló adatok alapján a NASA elkészítette a kozmikus szállítórendszer tervét. Az új repülőeszköz kétlépcsős, majdnem teljes egészében többször felhasználható szerkezet, a lépcsők párhuzamos elhelyezésével (35. ábra).

A tulajdonképpeni első lépcső két szilárd hajtóanyagú gyorsító fokozat, melyek között az orbitális fokozat folyékony hajtóanyag tartálya helyezkedik el. E tartályra szerelik az űrrepülőgépet — tehát ez a gyorsító fokozatokkal párhuzamosan helyezkedik el. Az elrendezés sajátossága, hogy az űrrepülőgép hajtóművei a szilárd hajtóanyagú gyorsító fokozat begyújtásával egyidejűleg indulnak, vagyis a két fokozat hajtóművei a röppálya kezdeti szakaszán együtt üzemelnek. Az indítás a Saturn rakéták átalakított indítóberendezéséről történik.



35. ábra. Az összeszerelt szállító űrrepülőgép vetületi rajzai

A fejlesztés folyamán a rendszer elemeinek méret és súlyadatai természetesen változtak. A legfontosabb adatok módosulását táblázatunkban foglaltuk össze 1970-től kezdve a véglegesnek tekinthető 1976-os értékig bezárólag.

A Space Shuttle rendszer főbb technikai jellemzőinek változása  
a fejlesztés folyamán

		1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976
Az össze- szerelt rendszer	hossza (m)	81,4	88,4	61,6	55,2	56,08	56,08	56,08
	tömege (t)	1600	2270	2450	1900	1980	2020	2020
	tolóereje (Mp)	2157	2932	4168	2726	2844	3334	2944
A startra- kéta	hossza (m)	70,1	82	56,3	44,2	45,4	45,4	45,4
	átmérője (m)	—	—	3,9	3,59	3,72	3,72	3,7
	tömege (t)	1200	1900	1470	1050	1150	1160	1160
	összesen tolóereje (Mp) ösz- szesen	2157	2932	3668	2226	2353	2844	2413
	száma (db)	12	12	2	2	2	2	2
	leválásá- nak ma- gassága (km)	78	73	40	43	48	50	44
	sebessége (m/s)	2800	3300	1200	1400	1400	1400	1400
Az orbitá- lis fokozat	hossza (m)	58,5	62,8	38,17	37,4	37,2	37,2	37,2
	fesztávól- sága (m)	38,1	32,6	25,6	23,77	23,79	23,79	23,79
	tömege (m)	400	380	126	110	102	102	114
	tolóereje összesen (Mp)	421	578	500	500	500	500	630
	hajtómű- veinek száma (db)	2	2	3	3	3	3	3
A külső hajtóanyag- tartály	hossza (m)	—	—	55,47	47,36	46,9	46,87	46,84
	átmérője (m)	—	—	8,07	8,23	8,38	8,45	8,38
	tömege (t)	—	—	808	739	739	734	736

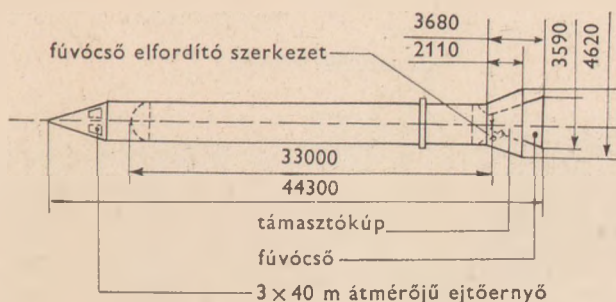


## Gyorsító fokozat

A szilárd hajtóanyagú gyorsító rakéta (36. ábra) szerkezetének tömege mintegy 70 t. A fokozatba közel 500 t tömegű szilárd hajtóanyagot — *polibutadienakrilnitrilt* alumíniumadalékkal — töltenek be. E hajtómű a tengerszinten 1100 M<sub>p</sub> tolóerőt fejt ki, égésideje 115 mp.

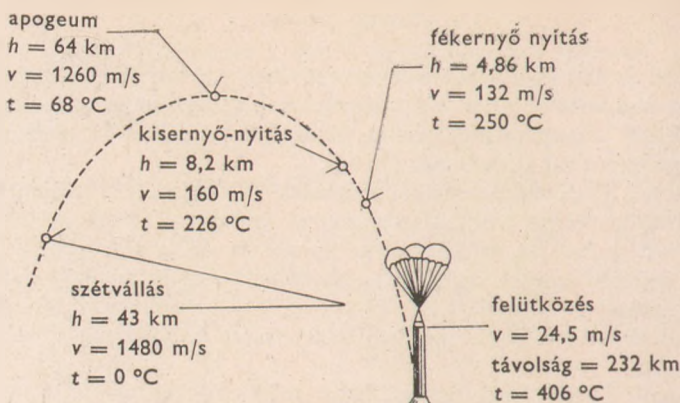
A hajtómű tüzelőterében uralkodó nyomás 62,5 kp/cm<sup>2</sup>. A fúvócső a semleges helyzethez képest hidraulikus szerkezet segítségével 8°-kal elfordítható, s így orbitális fokozat aerodinamikai kormányjaival és a folyékony hajtóanyagú rakétahajtóművek elfordítható fúvócsöveivel együtt az aktív szakaszon való kormányzásra is szolgál. A fúvócsövet kúpos szerkezet veszi körül, a kúpra támaszkodik a függőleges helyzetbe állított ürrepülőeszköz az indítóasztalon.

A gyorsító fokozat felső részében helyezkedik el az ejtőernyős mentőrendszer, melynek feladata, hogy az orbitális fokozattól való elválás után csökkentse a gyorsító fokozat süllyedési sebességét olyan mértékig, hogy az a tengerbe zuhanáskor ne sérüljön meg.



36. ábra. A gyorsító fokozat

A fokozat mentése az orbitális lépcsőről való leválás után kezdődik (37. ábra). Szétváláskor 43 km magasságban 1460 m/s sebességgel a fokozat olyan ballisztikus pályán repül tovább, melynek apogeuma 64 km. A ballisztikus röppálya visszatérő ágában 8,6 km magasan nyit a kis ernyő, s azt követően a fokozat függőleges helyzetbe áll, orral felfelé. Ezután 4,8 km magasságban a 3 fő fékező ejtőernyő nyit, melyek hatására a süllyedési sebesség számottevően csökken és a víz felszínét a fokozat 24 m/s sebességgel éri el. A tervek szerint az ejtőernyőrendszer 10 esetben használható fel. Annak ellenére, hogy ilyen mentőrendszert még a gyakorlatban nem próbáltak ki, technikailag kivitelezhető, ezenkívül igen kifizetődő, hiszen a gyorsító fokozat költségeinek 60%-át a hajtóműszerkezeté teszi ki.



37. ábra. A gyorsító fokozat mentésének vázlata

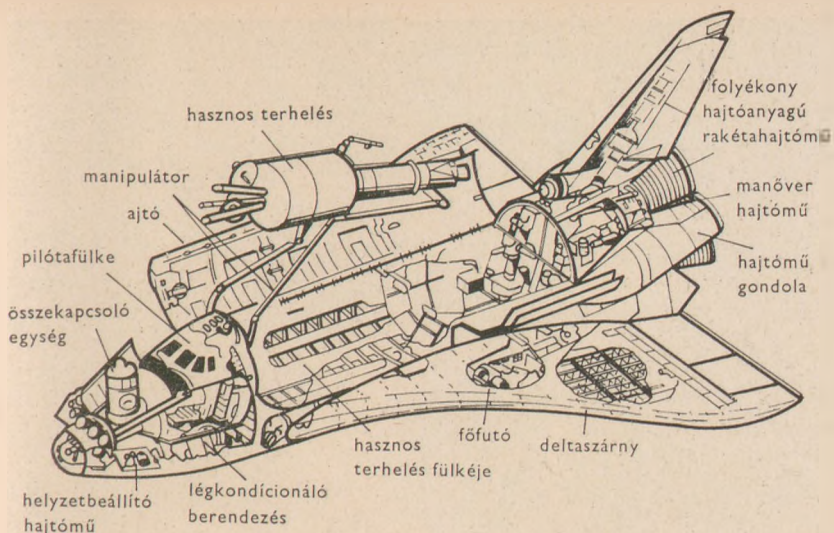
### Az orbitális fokozat

A folyékony hajtóanyag óriás méretű, hengeres formájú tartályára szerelt orbitális fokozat (39. ábra) a tulajdonképpeni űrrepülőgép — formáját tekintve a nagysebességű repülőgépekre emlékeztető hiperszonikus repülőeszköz, *siklószáma* hiperszonikus sebesség esetén 1,6, szuperszonikus sebesség esetén pedig 3.

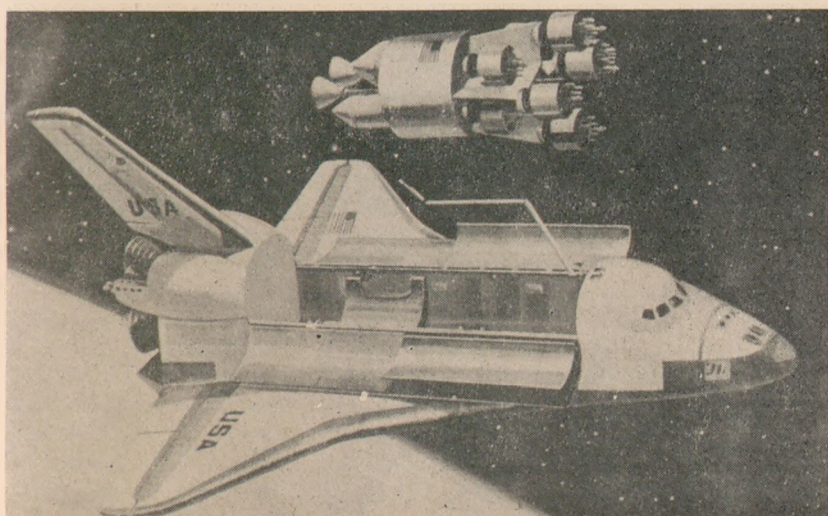
Az üresen 68 t tömegű repülőeszköz a szerkezeti kialakítását tekintve is alapvetően különbözik az eddigi űrhajóktól és inkább a légköri repülőeszközökre hasonlít (40. ábra). Szárnya alsó elhelyezésű kettős hátranyilazású delta-szerkezet, kissé a TU-144 szárnyformájára hasonlít. A sárkány a repülőgép-építésben megszokott önhordó héjszerkezet, és alapvető anyagai az alumínium és titán ötvözetek. A szokványos elemekből áll: a szárny a főtartókból, a hosszmerítőkől és a teherhordó borításból, a törzs pedig a törzskeretből, a hosszmerítőkől és a borításból.

Az űrrepülőgép törzsének mellső részén a hossz tengelyre merőlegesen helyezkedik el az összekapcsoló szerkezet, amellyel az űrrepülőgép más űrhajóhoz, űrállomáshoz csatlakozhat, s ezen keresztül az űrutasok átszállást hajthatnak végre. Egyes közlemények szerint az összekapcsoló szerkezetet végső formájában a Szozjuz—Apollo űrkísérletre kifejlesztett összekapcsoló szerkezet alapján készítik el.

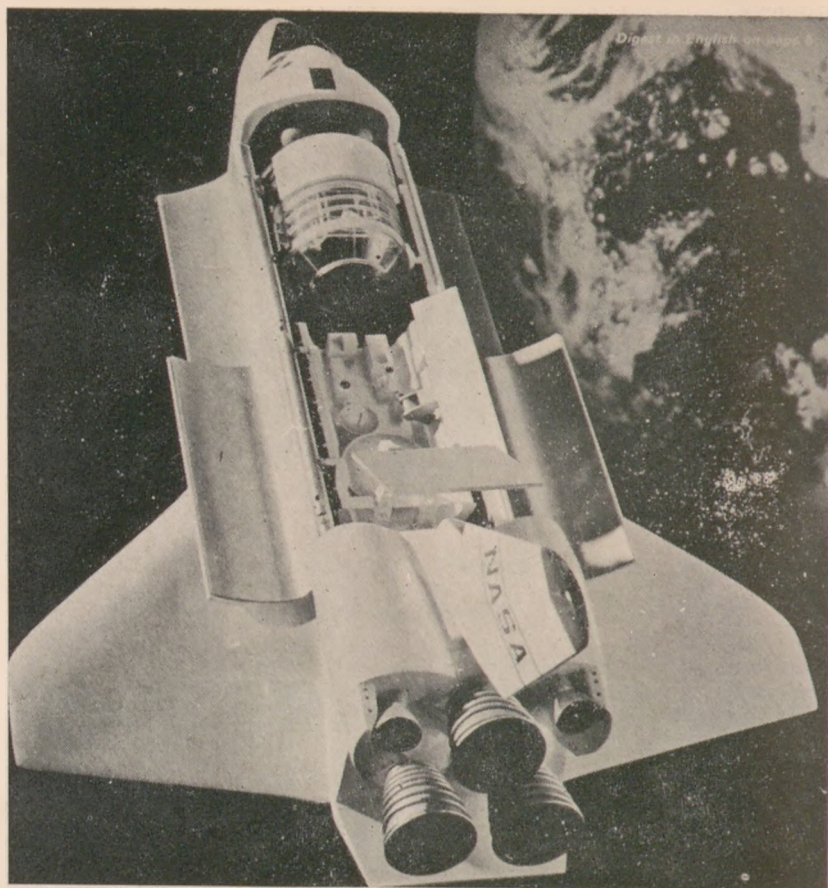
A személyzet elhelyezésére szolgál a légkondicionált hermetikus fülke. Az űrrepülőgép szerkezete 2—4 hétig tartó repülésre alkalmas. A kezelő-



38. ábra. Az orbitális fokozat elrendezése



39. ábra.



39. és 40. ábra. Űreszköz telepítése nyitott rakodótér-ajtókkal, különféle manipulátorok segítségével

személyzet három főből, a parancsnokból, a másodpilótából, és az adott hasznos teher specialistájából áll. Ezenkívül a fedélzeten még négy fő elhelyezésére van lehetőség. A tervek szerint a személyzet ürruha (szkafander) nélkül repül, hiszen a pályára állás és a visszatérés során sem haladja meg a túlterhelés a 3 g-t.

A pilótafülke mögött helyezkedik el a nem túlnyomásos rakodótér. A két óriási méretű hengerpalást ajtóval zárható térben, számos, a pilótafülkéből kezelhető manipulátort helyeznek el a különféle műveletek elvégzésére.

A törzs hátsó részéből emelkedik ki a nagyméretű függőleges vezérsík, melynek kilépő éle mentén van a légköri manőverezésre szolgáló oldalkormány.

A légköri manőverezés másik kormányműve a két felszárny kilépő éle mentén elhelyezett kombinált magassági és csűrőkormányok — idegen kifejezéssel: *elevonok*. Ezeket a különleges kormányokat a szovjet TU-144 és az angol—francia Concorde szuperszonikus utasszállítórepülőgépek hasonló rendeltetésű kormányvaival megegyező módon alakították ki. A vízszintes vezérsík hiánya miatt ugyanis nincs mód külön magassági és csűrőkormányok elhelyezésére.

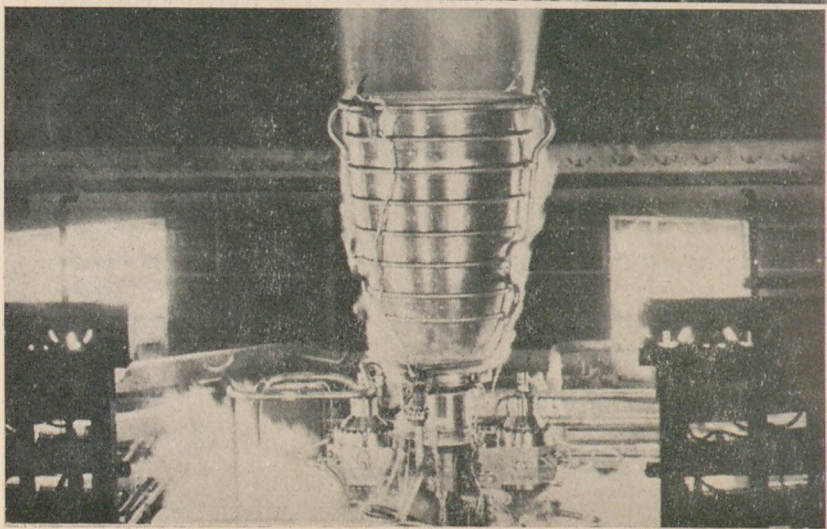
Leszálláshoz az ürrepülőgép a szokványos repülőgépeken megszokott gumikerekes behúzzható futóművel van ellátva. A felszárnyak alatt két főfutóból és a pilótafülke alatt orrfutóból álló futószerkezetet csak a siklópálya meghatározott pontján bocsátják ki.

### Hajtóművek

Az ürrepülőgép főhajtóműve a törzs hátsó részén levő három, folyékony hajtóanyagú rakétahajtómű (41. ábra), amely csak a pályára állás során üzemel. A hajtómű különleges kialakítású tüzelőtere rendkívül nagy — 205 kp/cm<sup>2</sup> — nyomású. A hajtóművek kriogén hajtóanyag komponensekkel — folyékony oxigénnel mint oxidálóanyaggal és folyékony hidrogénnel mint tüzelőanyaggal — működnek. A légüres térben kifejített tolóerejük egyenként 210 Mp, fajlagos tolóerejük pedig a tervezési adatok szerint az eddig alkalmazott folyékony hajtóanyagú rakétahajtóművek közül a legnagyobb: 455,6 kps/kp. E hajtóműveket az ürrepülőgéppel szemben támasztott követelményeknek megfelelően 100 alkalommal való indításra és összesen mintegy 7,5 óra üzemidőre tervezik.

Nagy problémát jelent a turbószivattyús táprendszer kialakítása, hiszen a magas fordulatszámú centrifugális szivattyú üzemi hőmérséklete igen alacsony, és a folyadék végnyomása igen nagy kell, hogy legyen. Igen kedvező teljesítmény per súly aránnyal jellemzett turbószivattyút sikerült kialakítani. Az oxidálóanyag turbószivattyújának fajlagos teljesítménye\* mintegy 110 LE/kp, fordulatszáma 29 000 ford/perc, szállítóteljesítménye 401 kp/s, vég-

\* Fajlagos teljesítménynek az eszköz tömegségére vonatkoztatott teljesítményét nevezzük.



41. ábra. A manőverhajtóművek, alsó képen a hajtómű fékpádon

nyomás  $320 \text{ kp/cm}^2$ . Még ennél is kedvezőbbek a tüzelőanyag turbószivattyú tulajdonságai, melynek fajlagos tejesítménye  $210 \text{ LE/kp}$ , fordulatszám  $35\,000 \text{ ford/perc}$ , szállítóteljesítménye  $66 \text{ kp/s}$ , végnyomása pedig  $412 \text{ kp/cm}^2$ .

A főhajtóműházak a turbószivattyúkkal együtt — az űrrepülőgép kormányozhatósága miatt — csuklós felfüggesztésűek és így elfordíthatók, a tolóerővektor iránya változtatható.

Az űrrepülőgépet a tervek szerint a keringési pályán végzendő manőverekhez, valamint a légkörbe való visszatéréskor történő fékezéshez két manőverhajtóművel látják el, melyek a függőleges vezérsík alatt a törzs két oldalán helyezkednek el. Ezek ugyancsak folyékony hajtóanyagú, de nem szivattyús, hanem nyomógázos táprendszerű rakétahajtóművek. Mivel ezeket esetenként többször is kell indítani, ezért öngyulladó hajtóanyag komponenspárt választottak. Tüzelőanyagként *monometilhidrazint*, oxidálóanyagként pedig *nitrogén-tetroxidot* ( $\text{N}_2\text{O}_4$ ). A manőverhajtómű tolóereje  $2700 \text{ kp}$ , fajlagos tolóereje pedig  $307 \text{ kps/kp}$ . Nyomógázként sűrített héliumot alkalmaznak.

Az űrrepülőgépet az aerodinamikai kormányserkezeteken kívül gázdinamikai kormányokkal is felszerelik, az orbitális röppályán való stabilizálásra, helyzetbeállításra, valamint a visszatérés során a légkör magasabb — ritka — rétegeiben való kormányozásra. Az e célra szolgáló három kis tolóerejű rakétahajtómű közül kettő a manőverhajtóművek oldalán, egy pedig a törzs orr-résében helyezkedik el. E kormány-stabilizáló hajtóművekben négy — egymásra merőlegesen elhelyezett — fúvócső szolgáltatja a kívánt irányba ható kormányzó erőt. A gázdinamikai kormányok szerkezetének ez a kialakítása hasonló az Apollo űrhajón használtakéhoz. A legnagyobb tolóerő fúvócsövenként  $400 \text{ kp}$ . A gyakran beindítandó kormány- és hajtóműveket természetesen szintén öngyulladó hajtóanyagkomponensek működtetik.

### Fedélzeti elektronika

A bonyolult feladatok végrehajtására az űrrepülőgépet sokféle elektronikus berendezéssel látják el.

A *légköri repülést irányító rendszer* legfontosabb eleme a robotpilóta, a stabilizáló automata, a féklapszabályozó automatikus szerkezet, valamint az automatikus leszállító berendezés.

A *navigáló, irányító rendszerhez* a tehetetlenségi irányító egység, a műhorizont, a gázdinamikai stabilizáló szerkezet és a gázdinamikai kormányrendszer tartozik. A Földhöz viszonyított helyzetet, a röppályán való stabilizálást egyaránt lehet kézzel, vagy automatikusan beállítani. Lehetőség van a különféle manőverek — röppályamódosítás vagy a visszatérési fékezés — kézi vagy automatikus végrehajtására is.

A *hírközlő és követő rendszerhez* különféle vevő és adó készülékek, „beszélgető rendszerek”, légiforgalmi ellenőrző válaszjeladók, rádiótelefonok, csillagászati orientációs adók és távolságmérők tartoznak. Ezek a berendezések

lehetővé teszik a kétoldalú kapcsolatot a földi állomásokkal, az űrrepülőgép belsejében és az űrrepülőgépen kívül tevékenykedők közti kapcsolat fenntartását, az űrrepülőeszköz felismerését, az űrrepülőgép pontos helyzetének megállapítását a Földről, a keringési pályán levő űrhajó csillagászati navigálását, valamint a leszálláskor a távolság és a sebesség meghatározását.

A mérő berendezésekhez a fedélzeti rendszerek autonóm ellenőrző rendszerének adó és adatrögzítő berendezései tartoznak. Ezek állandóan figyelemmel kísérik és rögzítik a fedélzeti rendszerek legfontosabb működési paramétereit, melyek alapján meghatározható a berendezések állapota, fel lehet deríteni és ki lehet javítani az esetleges hibákat.

A fedélzeti jelző berendezésekhez tartoznak a magasságmérők, nyomásjelzők, hőmérők, hajtóanyag szintjelzők és a különféle digitális adatkiírók. Ezek a berendezések a személyzet munkahelyein vannak és tájékoztatnak a végrehajtott műveletekről.

A hajtómű-vezérlő rendszeréhez a hőmérséklet, a nyomás, a fogyasztás jelzői, az adatfeldolgozó rendszer, valamint a tolóerő vektort szemléltető irányváltoztató szerkezet tartozik. A rendszer lehetővé teszi a hajtómű üzemmódjának figyelemmel kísérését, a meghatározott hajtómű üzemmódok beállítását, a hajtóművek leállítását.

A hajtóanyag fogyasztását ellenőrző rendszerhez szintjelzők, nyomás- és hőmérsékletmérők, valamint a ledobható hajtóanyagtartályban levő hajtóanyag betáplálását leállító szerkezet tartozik. Ellenőrizhető a hajtóanyag feltöltése az indítóállásban, elvegezhető a hajtóművek leállítása.

Az elektronikus berendezések működését egy másodpercenként 400 000 művelet elvégzésére alkalmas fedélzeti elektronikus számítógép segíti.

## Hővédelem

A visszatérési és leszállási műveletsort beindító rakétás fékezés a keringési sebességet csak kis mértékben csökkenti, a lassítás nagyobb részét a légellenállás adja. A légkörbe való visszatérés sebességénél — elsősorban a törzsorr és a szárny belépőél környékén, továbbá a törzs és a szárny alsó felén — a levegő a hirtelen összenyomódástól izzóra hevül. Ez a magas hőmérsékletű levegő „burkolat” az űrrepülőgépet hőátadással és sugárzással melegíti. A megengedett hőmérsékletek és hőfeszültségek túllépését a szerkezeti és a borítóanyagok helyes megválasztása mellett a legjobb formával és a hőtágulást nem gátló szerkezeti felépítéssel lehet megakadályozni.

Az űrrepülőgép visszatérése közben a legnagyobb elméleti hőmérséklet kb. 5700—5800 K amit tartósan egyetlen szerkezeti anyag sem képes elviselni. Szerencsére ez a csúcstérték csak pillanatokig tart, viszont a gép előtti és alatti levegő hőmérséklete csak lassan csökken a kritikus 2000 K alá. A hőterhelést növeli, hogy a levegő összenyomódása nem adiabatikusan, hanem ún. lökés-hullám formájában ugrásszerűen és veszteséggel történik, vagyis a torlópon-



tokban a sebességnek megfelelő ideális hőmérséklethez az ideálisnál jóval kisebb torlónyomás párosul. Más szóval a sebesség növekedésével a fékezőerő kevésbé fokozódik, mint a felmelegedés.

Ennek ellensúlyozására a korábbi űrrepülő eszközökön nagy légellenállást adó formákat választottak. A megnövelt fékezőerő hátránya volt a fellépő nagy túlterhelés és az, hogy a földetérésig kevés volt a pályahelyesbítési lehetőség.

Az első generációs hővédő pajzsok hőtároló rendszerűek voltak. Az aránylag nagy tömegű, vastag fémpajzs az olvadás határáig jelentékeny mennyiségű hő felvételére volt képes, ami a 8—20-szoros nehézségi gyorsulásnak megfelelő fékezés rövid felmelegedési idejére meg is felelt.

A második generációs leolvadó (ablációs) rendszerű hővédő pajzsok jóval könnyebbek és kisebb lassulással való fékezésre alkalmasak. A burkolat külső rétege különleges műanyagból készült, amely magas hőmérsékleten elgázosodik. Ez a folyamat lassan és nagyon egyenletesen halad befelé, így a rétegvastagságot nagy biztonsággal lehet méretezni. A műanyagburkolat és a nyomástartó kabinfal között általában még egy aránylag vékony acél hővédő lemez és egy hőszigetelő réteget is alkalmaztak.

A Space Shuttle űrrepülőgép hővédelme az említett megoldásokhoz viszonyítva két szempontból is új fejlődési fokot jelent. A felszín leolvadását annyira csökkentették, hogy az űrrepülőgép összesen 100 alkalommal repülhessen. Ezenkívül megoldották a védőfelület felosztásának kérdését is, ami nélkül igen nehéz lenne a hőfeszültségeket megengedhető szinten tartani, vagy akár a védőborítást elkészíteni.

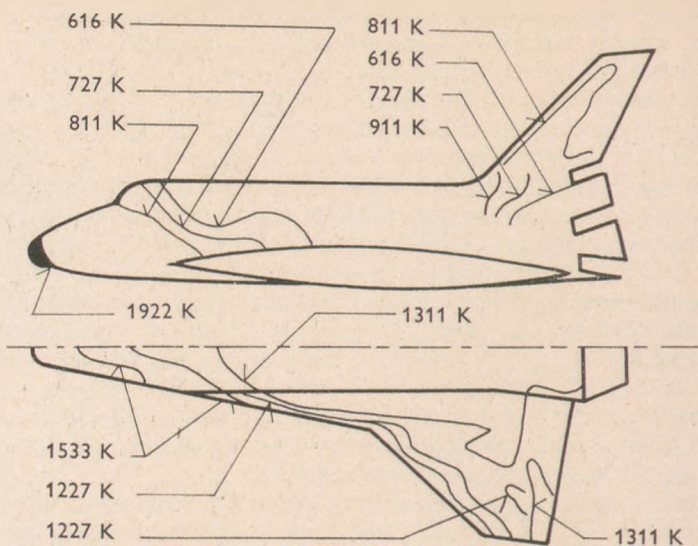
A hővédő burkolat anyagát a hőfokelosztás szerint (42. ábra) választják ki. Burkolatot kapott minden olyan felületrész, ahol a hőmérséklet a titánötvözetekre megengedhető értéket meghaladja. A kereken 34 000 hővédő lap a felület 70 %-át burkolja, az alatta levő teherviselő szerkezet hőfoka a 175 °C-ot nem lépi túl.

A legjobban igénybevett helyeken, a törzsorron és a szárny belépőjén, szén-szálerősítésű grafit védőréteg van. Ennek hőállóképessége mintegy 1920 K.

A szintén erősen igénybevett mintegy 920—1580 K-ra felmelegedő alsó felületeket 152 × 152 mm-es, 44,5 mm vastag fekete színű szilíciumkarbid-kvarc lapok borítják.

Az 590—920 K-ra felmelegedő felső felületeken bórszilikát-alumíniumoxid lapok vannak. Az ennél alacsonyabb hőmérsékletre melegedő részek külön hővédelem nélküli titánötvözetből készülnek. A belső teherhordó szerkezet dural típusú ötvözetből készült.

Számottevő technológiai problémát jelentett, hogy nem sikerült a védőlapokat egyforma alakúra tervezni, csak a megfelelő jobbos-balos lapok azonos méretűek. Ezért a számjegyvezérlésű megmunkálás programját 17 000 változatban kellett elkészíteni. Az új rendszerű hővédő burkolat szerkesztése és megmunkálása az űrrepülőgép kifejlesztésének egyik legfontosabb és legnehezebb része volt.

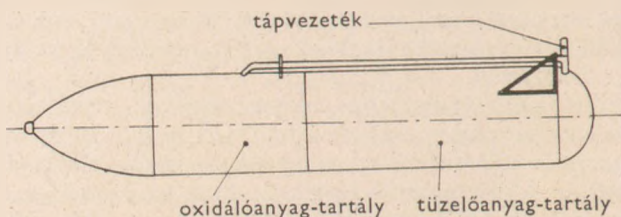


42. ábra. Az űrrepülőgép szerkezeti elemeinek felmelegedése a légkörbe való visszatérés során (hőterkép)

### A külső tartály

Egyetlen olyan eleme van az új kozmikus rendszernek, amit csak egyszer lehet használni, ez az űrrepülőgép főhajtóműveinek hajtóanyagát befogadó óriási tartály (43. ábra), ez a két gyorsító fokozat között helyezkedik el, a folyékony oxigént illetve a folyékony hidrogént befogadó tartályokból, csővezetékekből, szivattyúkból és különféle szerelvényekből, szelepekből áll. Hajtóanyag befogadóképessége mintegy 700 000 *kp*.

Az űrrepülőgép főhajtóművei az orbitális pályára állás során e tartályból fogyasztják el a hajtóanyagot, a starttól — a mintegy 110 km magasban történő



43. ábra. A külső hajtóanyagtartály

teljes kiürülésig. Az azt követő leválás után a tartály a sűrű légkörben süllyed, majd elég. A rendszer fejlesztése során arra törekednek, hogy ennek az egyetlen ismételtelen fel nem használható szerkezeti elemnek az előállítás költségei minél kisebbek legyenek.

### Az űrvontató

Az előzőekben említettük, hogy az űrrepülőgéppel hasznos terhet mintegy 185—500 km magas keringési pályára lehet állítani. Elképzelhető a magasabb pályára emelés is, ez esetben azonban a rakodó térben a hasznos teher rovására kiegészítő hajtóanyagot kell elhelyezni. Előzetes számítások szerint azonban az legfeljebb 1100 km keringési magasságig célszerű.

Amennyiben a hasznos terhet ennél magasabb keringési pályára kívánják állítani, akkor a tervek szerint e célból a rendszert két lépcsősből három lépcsőssé alakítják, a hasznos teher mögé egy kiegészítő rakéta fokozatot, ún. űrvontatót, építenek. Ez esetben az alacsonyabb keringési pályán a hasznos terhet a mögé helyezett űrvontatóval együtt a rakodótérből kiemelik, a kívánt irányba állítják, majd az űrvontató rakétahajtóművek begyűjtésével a meghatározott keringési pályára állítják. Ezt követően az űrvontató a hasznos teherrel leválik.

Az űrvontató tehát egy ugyancsak többször felhasználható autonóm harmadik lépcső. Alkalmazását gazdaságossági megfontolások indokolják, mivel lényegesen olcsóbb csak magát a hasznos terhet magasabb keringési pályára állítani, mint a sokszorta nagyobb tömegű űrrepülőgépet. Alkalmazása révén a hasznos terheket még a szinkron mesterséges holdak pályájára (36 000 km) is fel lehet majd juttatni.

Szerkezetét tekintve az űrvontató folyékony hajtóanyagú rakétafokozat megfelelő irányító berendezéssel. Az űrvontatónak a bázispályáról (185 km) 2—6 t tömegű hasznos terhet kell szinkronpályára feljuttatni.

E szerkezet fejlesztését csak előzetesen kezdték meg. Az űrvontatót a rendelkezésre álló kriogén hajtóanyagú rakétafokozatokból (*Agna, Centaur, Transtage*) fejlesztik majd ki és tervbe vették később a nukleáris hajtóművű — tehát gazdaságosabb üzemű — rakétafokozatok alkalmazását.

### A repülés szakaszai

Az új kozmikus rendszer indítóbazisa a Cap Canaveralei űrközpont. A függőleges helyzetbe állított és hajtóanyaggal feltöltött szerkezetet innen indítják majd — a tervek szerint az 1970-es évek legvégén —, az űrrepülőgép hosszú, előzetes légköri kísérletei után.

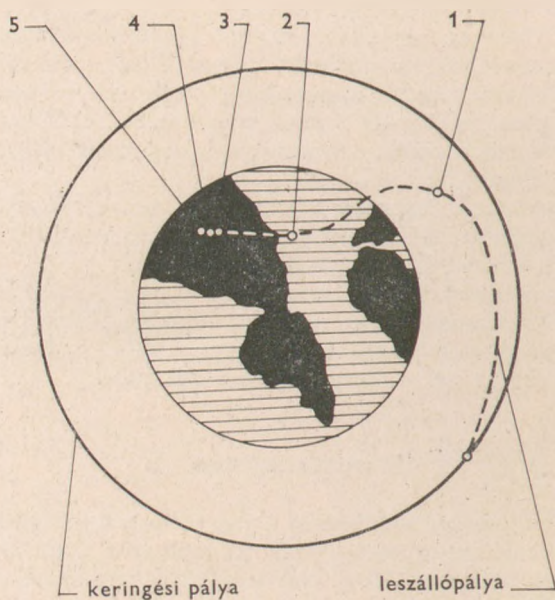
Az indításkor mindkét lépcső hajtóművei — a két szilárd hajtóanyagú gyor-

sítófokozat és az űrrepülőgép három folyékony hajtóanyagú főhajtóműve — együtt üzemelnek. Az emelkedés során a szilárd fokozatok kiégnek, 40—43 km magasságban leválnak, majd ejtőernyővel a tengerbe ereszkednek.

100—110 km magasan kifogy a hajtóanyag a külső tartályból, s a tartály ledobása után az űrrepülőgép fő hajtóművei a fedélzeti tartály hajtóanyagkészletét fogyasztják. A keringési pályára állást követően megkezdődik a tervezett műveletsorozat elvégzése, ezek befejezése után az űrrepülőgép visszatér a Földre.

A visszatérési manőver — csakúgy mint a hagyományos légköri repülőgépek leszállása — a repülés legbonyolultabb szakasza. Megkezdésekor a bázispályán a repülési iránnyal ellentétes helyzetbe állítják az űrrepülőgépet, majd beindítják a manőverhajtóműveket (44. ábra 0 pont). Az 0 ponttól az 1 pontig a magasság mintegy 100 km-re csökken. Az 1 pontban az űrrepülőgépet orrrel előre fordítják és itt kezdődik a léggörbe való visszatérés — a siklórepülés.

A nagy felmelegedés és terhelés elkerülésére kb. 30°-os állásszöveget állítanak be. A siklás szöge mintegy 3°. A siklás kezdeti szakaszán — 60 km magasság felett — a torlónyomás olyan kicsi, hogy az oldalkormányzást, a magassági kormányzást és a gép bedöntését a gázdinamikai kormányokkal végzik. Az 1—2



44. ábra. A leszállási manőver

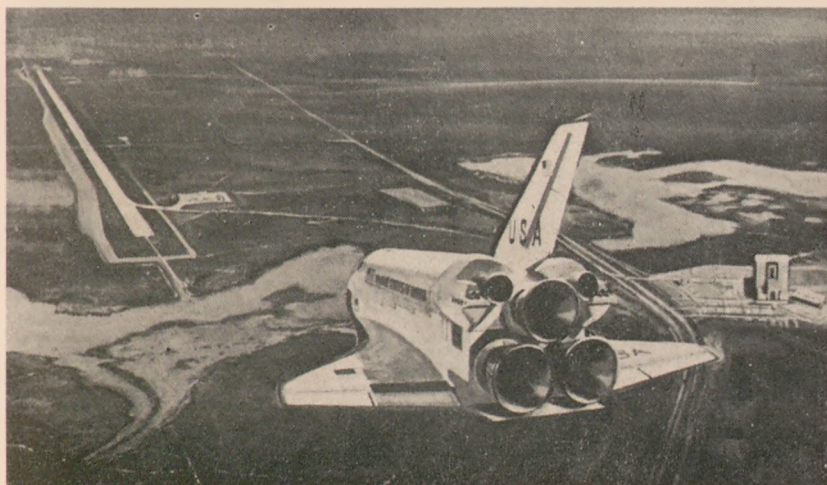
szakaszon a magasság mintegy 75 km-re, a sebesség pedig 7,68 km/s-ra csökken. A 2—3 szakasz végén a magasság már csak 40 km, a sebesség pedig 6,2 km/s. Itt az űrrepülőgép már megkezdheti a légköri repülőgépekéhez hasonló manőverezést aerodinamikai kormányai révén.

A süllyedés legnehezebb része a 3—4 szakasz, ahol a magasság 27 km-re, a sebesség 0,98 km/s-re csökken. A torlónyomás és a terhelés itt éri el a legnagyobb értékét. A leszállópálya irányára való ráállást az 5 pontban, 21 km magasságban, a leszállópályától 100 km-re kezdik meg.

Innen egyenes siklásban történik a helyezkedés, egy 3,7 km távolságban, 500 m magasságban levő pontig, a siklás vége felé a besiklás szögét szükség esetén az oldalkormány terpesztésével mint féklappal is korrigálják. Itt a siklás szögét megtörve mintegy előlebegtetnek, azaz a lebegtetés előtti sebességre lassítják a gépet (45. ábra). A futóművet aránylag későn, 150 m magasságban engedik ki. A névleges leszálló sebesség kb. 340 km/h, a futókerék gumiabroncsai 420 km/h sebességre vannak méretezve.

A fékezés kezdetétől a földet érésig az űrrepülőgép vízszintes irányban mintegy 9300 km-t tesz meg. Az előnyös kialakítás adta jó siklószám következtében az oldalirányú legnagyobb helyesbítés kb. 2000 km is lehet.

Az űrrepülőgép a légköri repülőgépekéhez hasonló, csak annál nagyobb méretű betonpályára száll le. A 4,6 km hosszú és 90 m széles leszállópályát ugyancsak a Cap Canaveral-i űrközpont területén építik ki. A leszállás során a pilóták szerepe gyakorlatilag ugyanaz, mint a korszerű szuperszonikus vadászpilótáké — vagyis úgy szállnak le, mint a leállított sugárhajtóművű vadászpilótákkal.



45. ábra. A leszállópálya előtt (rajz)

## A berepülés

Az amerikai űrrepülőgép berepülése 1977 elején kezdődött. A berepülés első szakaszában az űrrepülőgépet egy átalakított Boeing 747 utasszállító gép hátán emelték magasba. A repülési kísérletekre az űrrepülőgép első példányát, a 101 jelű *Enterprise* (46—47. ábrák) űrrepülőgépet használták.

A vizsgálatok céljára az űrrepülőgépen csak annyi módosítást hajtottak végre, hogy a hajtóműegységet egy süveges áramlásterelő kúppal leszedték, hogy a gép siklórepülési viszonyai kielégítőek legyenek, valamint egy Pitot-csővet építettek be a repülési adatok pontosabb mérésére. A Boeing 747 hordozó repülőgép vízszintes vezérsíkjainak törővégére függőleges felületet szereltek az iránystabilitás növelésére, a gép hátán három felfüggesztő csomópontot képeztek ki az űrrepülőgép felerősítésére.

Kezdetben csak a hordozó repülőgépben volt személyzet, és vizsgálták a három csomópontra felfüggesztett űrrepülőgép aerodinamikai viselkedését. E kérdések alapos tisztázása a világűrben történő siklórepüléses visszatéréshez szükséges.

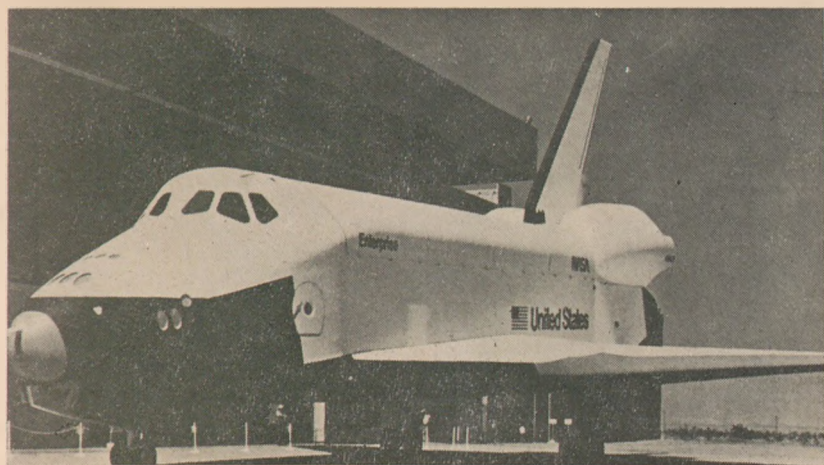
A program kezdetén 1977. február 15. és 17-én nagy sebességű gurulópróbákat végeztek. Ekkor a hordozó repülőgép még nem hagyta el a talajt, de elérte a 320 km/h sebességet. A rezgés és fékezés mérései után 1977. február 18-án végezték az első felszállást (48—49. ábrák) az összekapcsolt együttessel. A hordozó repülőgépet a *NASA* két *T—38 Talon* kísérőgépe követte, amelyek filmezték a repülést. Az együttes maximális indulási súlya 265 356 kp, sebessége pedig 560 km/h volt. A hordozó repülőgép 1829 m nekifutás után emelkedett fel, a repülés csúcsmagassága elérte a 4875 m-t.

A második repülés 1977. február 24-én zajlott le, csúcsmagasság 6689 m, a csúcsebesség 578 km/h volt. Ezeket a gyakorló repüléseket márciusban befejezték, s a nyert tapasztalatok alapján több kisebb módosítást hajtottak végre a szállító- és az űrrepülőgépen egyaránt.

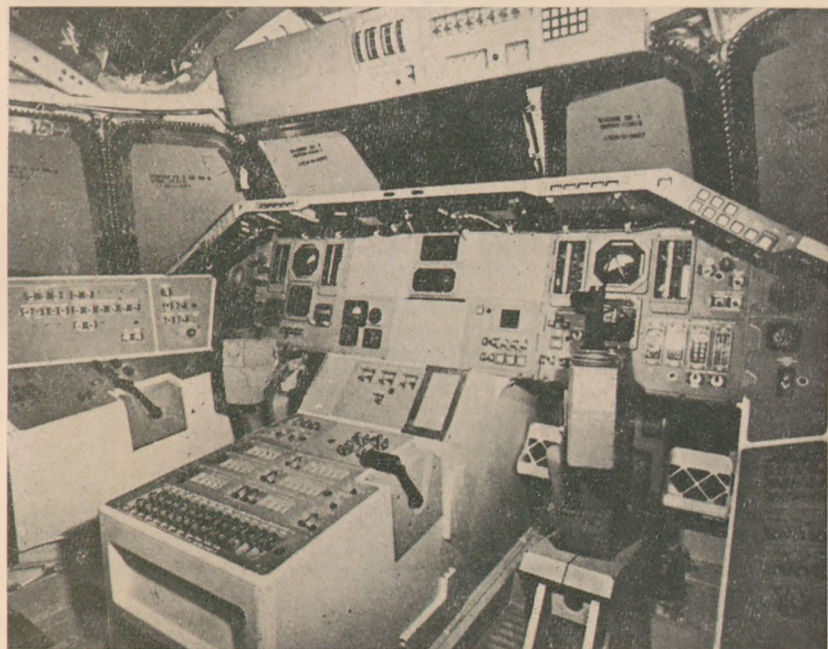
A második szakaszban az űrrepülőgépet, amelyben most már két pilóta foglalt helyet, nem oldották le a hordozó repülőgépről, csak gyakorolták a kormányok működését és a szétválasztáshoz szükséges manővereket. Ennek során biztonsági okokból a repülőszemélyzet olyan űrruhában és katapult-üléssel repült, amelyeket az *SR—71* jelű hadászati felderítőgépbe építettek be. Ez még álló helyzetből való katapultálásnál is megbízható védelmet nyújt. Az első pilótás repülést 1977. június 28-án hajtották végre.

Júliusban még két pilótás repülést végeztek eloldás nélkül, ezek kielégítő eredménnyel zárultak. A rezgések, hosszleengések és a vibráció az űrrepülőgép különböző szögű beállításánál csekély volt, mindössze néhány elem cseréjére volt szükség a számítógépben.

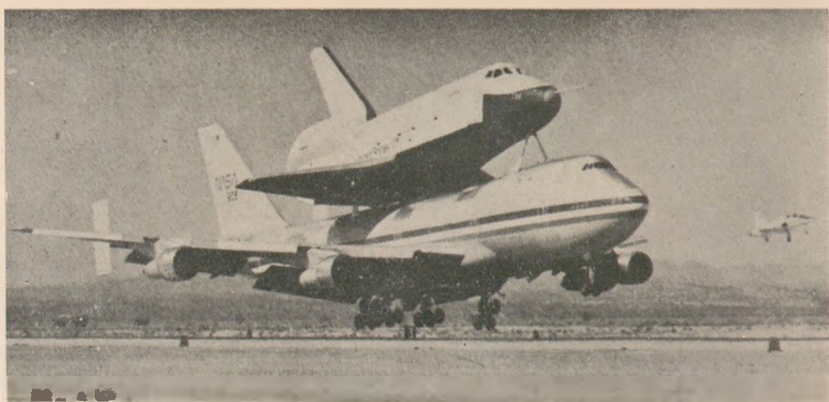
Az űrrepülőgép 1977. aug. 12-én vált el első alkalommal a hordozógéptől és hajtott végre siklórepüléses leszállást. A pilótavezette siklórepülések a következő program szerint zajlottak le. A szállítórepülőgép 8500 m magasságba



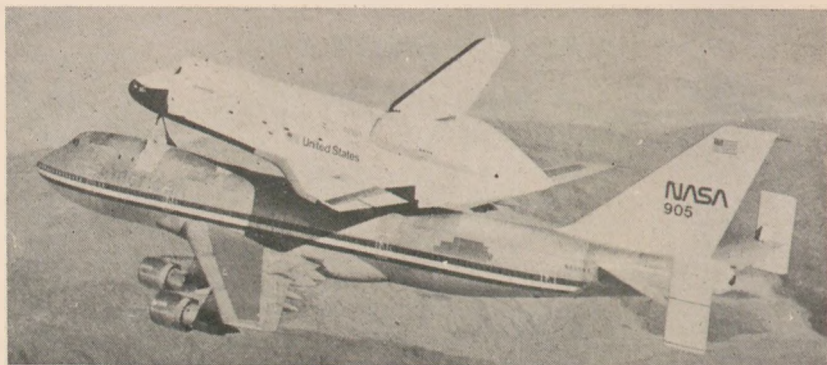
46. ábra. A 101 jelű, Enterprise elnevezésű első űrrepülőgép



47. ábra. Az űrrepülőgép pilótafülkéjének műszerfala



48. ábra. Az űrrepülőgépet az első légköri repülési kísérletre Boeing 747 emeli magasba

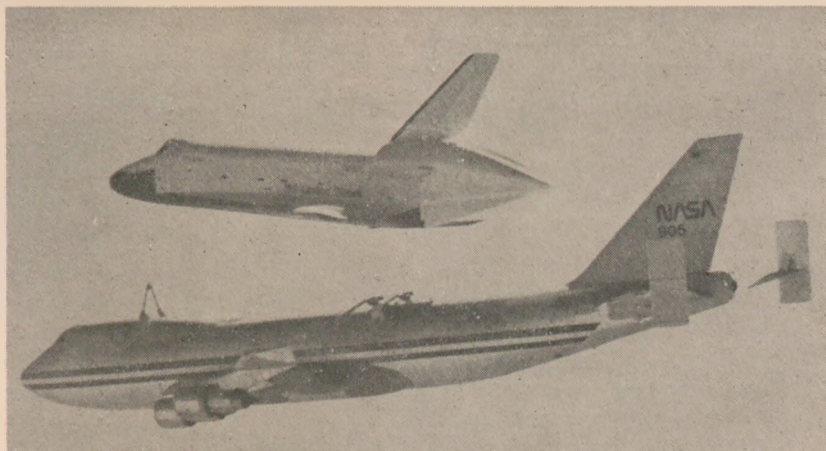


49. ábra. Repülés közben a hordozó repülőgép hátán

emelkedik, és a megfelelő irányba fordul. Siklásba kezd, fokozza sebességét az elvárt értékig ( $540 \text{ km/h}$ ), majd  $6700 \text{ m}$  magasságban 45 perccel a start után pirotechnikai töltetek felrobbantásával az űrrepülőgép elválk a hordozó repülőgéptől és az aerodinamikai kormányainak működtetésével kissé felemelkedik (50. ábra). A B-747Y gép fokozatosan süllyed és bal fordulójával kiválik az űrrepülőgép alól (a névleges szétválási sebesség  $501 \text{ km/h}$ , a maximális  $519 \text{ km/h}$  értékű lehet). Egy másik változat szerint a szétválás  $8390 \text{ m}$  magasságban  $515 \text{ km/h}$  sebességnél történik.

A hordozó géptől való eltávolodás 1 percet vesz igénybe, az Orbiter jobbra fordul,  $5500 \text{ m}$  magasságig siklik, majd egy  $180^\circ$ -os fordulót végez és beáll a leszállási irányba, amelyet a kaliforniai Rogers Dry Lake tófenekén kialakított leszállópálya hossz tengelye határoz meg. A gép a szétválás után 5 perc 20 má-

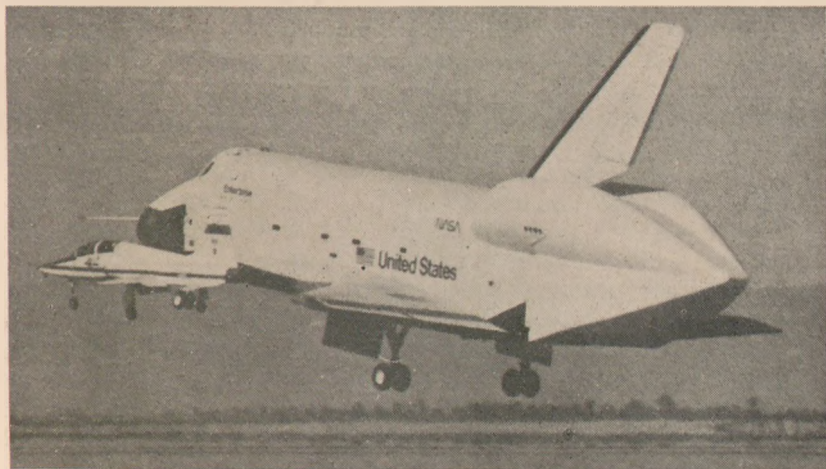




50. ábra. A szétválási manőver

sodperc elteltével, 330 km/h sebességgel, számítógéppel vezérelve siklórepülőgép módjára száll le (51. ábra).

A leszállási kísérletek 1977-ben sikeresen befejeződtek. 1978-ban megkezdték az űrrepülőgép sárkányszerkezetének vibrációs próbáit, majd rászerelik az űrrepülőgépre a nagy hajtóanyagtartályt és elkezdik a hajtóműben az égetési próbákat is. 1979-ben, vagy 1980-ban megkezdődhet a most épülő, 102 jelű, második űrrepülőgép útja a világűrbe.



51. ábra. Az űrrepülőgép leszállása a siklórepülés végén

## PÓLUSINGADOZÁS

### 1. Bevezetés

Egy kiterjedt test forgását akkor ismerjük tökéletesen, ha meg tudjuk adni a szögsebesség vektor térbeli irányát és nagyságát, továbbá a forgástengely és a test relatív helyzetét, mint az idő függvényeit.

A Föld esetében a forgástengely térbeli irányváltozásait (*precesszió, nutáció*) a Nap és a Hold gravitációs „közelsége”, tehát *Földön kívüli* hatás okozza. A szögsebesség abszolút értékét — a nap hosszát — viszont extrateresztikus és földi hatások együttesen határozzák meg: amíg a forgási sebesség szekuláris lassulása a Hold—Föld gravitációs kölcsönhatás (*árapály*) eredménye, addig az évszakos változást felszíni (*meteorológiai*) tényezők, az irreguláris változásokat pedig a Föld belső tömegátrendeződései (*geofizikai tényezők*) okozzák.

A Föld belsejében, felszínén vagy a légkörben akár impulzusszerűen, akár folyamatosan végbemenő bármilyen tömegtranszport megváltoztatja a Föld tömegeloszlását. Az impulzusnyomaték megmaradása értelmében ez a szögsebesség vektor megváltozását vonja maga után. Tehát a már említett *naphossz* változás mellett a forgástengely Földhöz viszonyított helyzete sem lesz állandó. A jelenséget az állócsillagokhoz rögzített koordinátarendszerekből szemlélve azt látnánk, hogy a Föld „lötyög” a térben rögzített forgástengelyen, míg a földi megfigyelő számára a forgástengely — tehát a forgási pólus is — mozog a Földhöz képest.

A pólusmozgás egy sor különböző amplitúdójú és periódusú, megfigyelt ill. eddig csak elméletileg kimutatott folyamat, egy *drift* és a ráakadó *libráció* öszszege (14. táblázat). A periódikus tagokra jogos a pólusingadozás elnevezés, míg a driftre a pólusvándorlás megjelölés a szokásos.

A pólusingadozás nagy pontosságú ismerete napjainkban a geofizika és a geodézia számára egyre fontosabb. A két tudományterület nagy közös célja, hogy direkt bizonyítékokat szerezzen a *lemeztektonikai* mozgásokra. Az ehhez szükséges módszereket a kozmikus geodézia teremtette meg. Egy állomáshálózat tagjainak hosszú idejű, cm-pontosságú koordináta meghatározását a műszerek és módszerek mai pontossága mellett éppen a pólusingadozás pontatlan ismerete akadályozza.

## A pólusmozgás spektruma

Elnevezés	Amplitúdó	Periódus	Az információ forrása
Pólusvándorlás, szekuláris pólusmozgás		nem periódikus 0,25"/70 év	megfigyelés (ILS)
A pólus librációja Markowicz-ingadozás	0,02"	24—40 év (?)	félempirikus
Chandler-ingadozás	≈ 0,15"	≈ 1,2 év	megfigyelés (ILS, BIH, IPMS, DPMS)
Évszakos ingadozások (éves, fél éves)	0,09" 0,01"	1 év 0,5 év	megfigyelés félempirikus
Havi ingadozás	0,001"	≈ 30 nap	elméleti
Napos ingadozás	< 0,02"	1 csillagnap	elméleti

Megjegyzés: A Föld felszínén 0,01" kb. 30 cm-nek felel meg.

## 2. A pólusmozgás megfigyelése

## 2.1 A felfedezés

1765-ben *Euler* elméletileg kimutatta, hogy egy lapult, merev bolygónak (merev alatt azt értjük, hogy a maximális tehetetlenségi nyomaték tengelyének — az *alaktengelynek* — az iránya rögzített a bolygóhoz képest) lehet egy

$$T = \frac{A}{C - A}$$

napos periódusú ún. *szabad mutációja* (itt  $C$  a bolygó poláris tengely körüli,  $A$  az egyenlítői síkban fekvő tengely körüli tehetetlenségi nyomatéka). A jelenség kialakulásának az a feltétele, hogy a bolygó az alaktengelytől eltérő tengely körül végezze forgását (52. ábra). A Föld szabad mutációjának periódusa, az *Euler periódus* 305 nap hosszúságú. Az elnevezésben a szabad jelző arra utal, hogy a jelenség külső erőhatásoktól független, és a kialakult mozgás frekvenciáját kizárólag a merev Föld alakja határozza meg. Ilyen alapon az Euler periódusból számítható frekvencia a Föld *sajátfrekvenciájának* tekinthető.

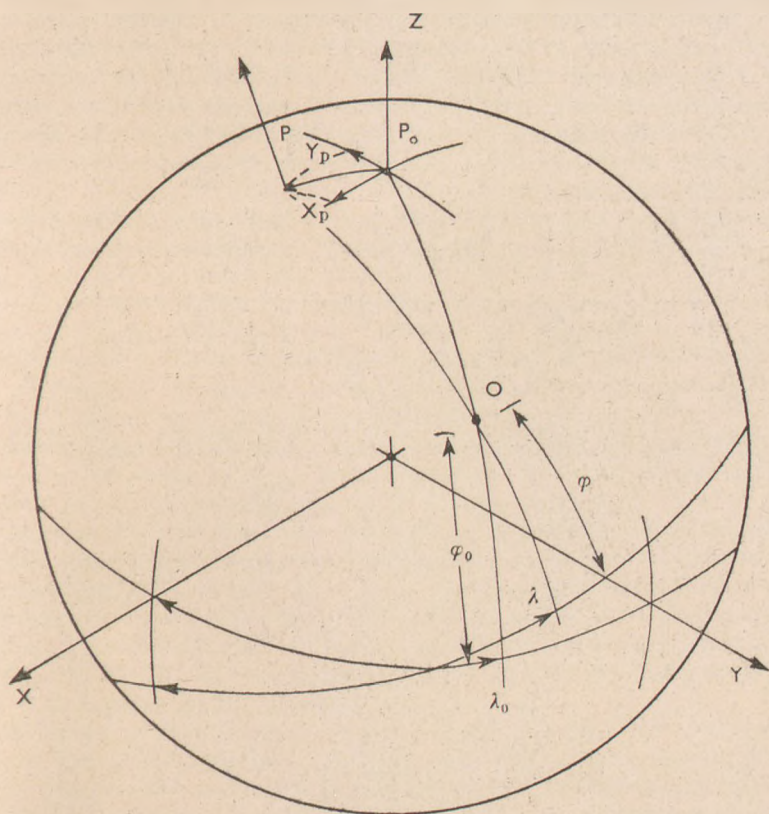


## 2.2 A megfigyelés alapelve

A pólusingadozás a Föld pillanatnyi forgástengelyének mozgása a Föld kérgéhez rögzített referencia ponthoz viszonyítva. A referenciapont megválasztása — tekintünk most annak a földrajzi északi sarkot — definíció kérdése.

A referenciapont, a Föld-középpont és Greenwicz által kijelölt földrajzi koordinátarendszert bármilyen más, geocentrikus koordinátarendszerrel az  $x_p, y_p$  pólusmozgás paraméterek kapcsolnak össze. Definíció szerint  $x_p$  az északi referencia pólustól számítva Greenwicz felé,  $y_p$  a greenwicz-i meridiántól  $90^\circ$ -ra nyugat felé pozitív előjelű (53. ábra).

A  $(\varphi_0, \lambda_0)$  földrajzi koordinátájú állomás koordinátáinak megváltozása a pólus  $(x_p, y_p)$  elmozdulásának hatására:



53. ábra. Az  $O$  pontban levő állomás koordináta-változása a pólusmozgás következtében

$$\Delta\varphi = x_p \cos\lambda_0 - y_p \sin\lambda_0,$$

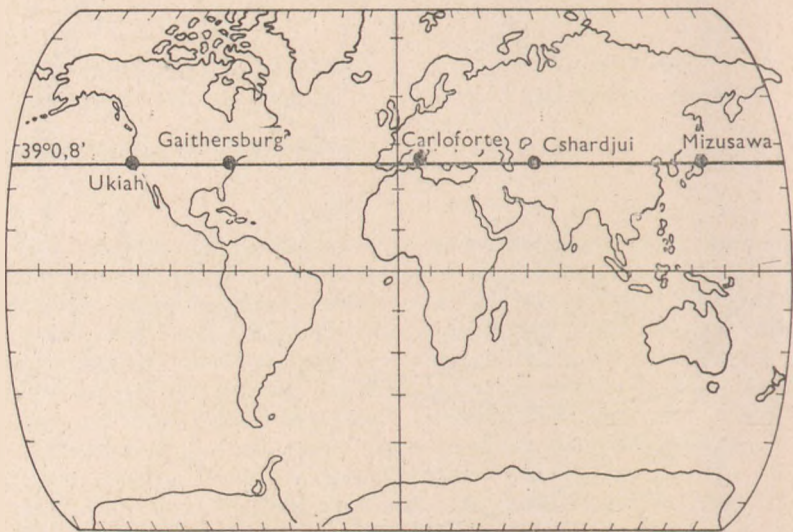
$$\Delta\lambda = (x_p \sin\lambda_0 + y_p \cos\lambda_0) \operatorname{tg}\varphi_0.$$

A pólus mozgásáról tehát a megfigyelő állomások szélességének és hosszúságának változása révén szerezhethünk tudomást. Kellő számú, ismert koordinátájú állomáson végzett  $\Delta\varphi$  ill.  $\Delta\lambda$  mérésből legkisebb négyzetes kiegyenlítéssel az  $(x_p, y_p)$  pólus koordináták kiszámíthatók.

### 2.3 A megfigyelés klasszikus módszerei

A pólusingadozás felfedezését követő érdeklődés hatására a *Nemzetközi Geodéziai Egyesülés (IAG)* 1899-ben megszervezte a Nemzetközi Szélesség Szolgálatot (*ILS*). Az 5 állomást a  $39^\circ 8'$ -es szélességi körön, egymástól közel azonos távolságra állították fel (54. ábra). A csillagászati módszerrel történő megfigyelések 1900-ban kezdődtek. Az elmúlt több mint hét évtized alatt több alkalommal változtatni kellett a megfigyelendő csillagokat (a precesszió miatt), változott a kiértékelési eljárás, új műszerek jelentek meg, némelyik obszervatóriumban időnként szünetelt a megfigyelés, sőt még állomás áthelyezés is történt. Egyszóval a kapott anyag meglehetősen inhomogén. Ez megnehezíti az értelmezést.

Az 50-es években az időmérés terén bekövetkezett óriási fejlődés lehetővé tette, hogy a pólusingadozás meghatározásánál a megfigyelő állomás hosszúság



54. ábra. A Nemzetközi Szélesség Szolgálat (ILS) öt állomása

változását is felhasználhassák. Az 1955-ben alakult *Nemzetközi Idő Iroda* (*BIH*) is követi a pólus mozgását, 44, globálisan elosztott állomás megfigyelései alapján.

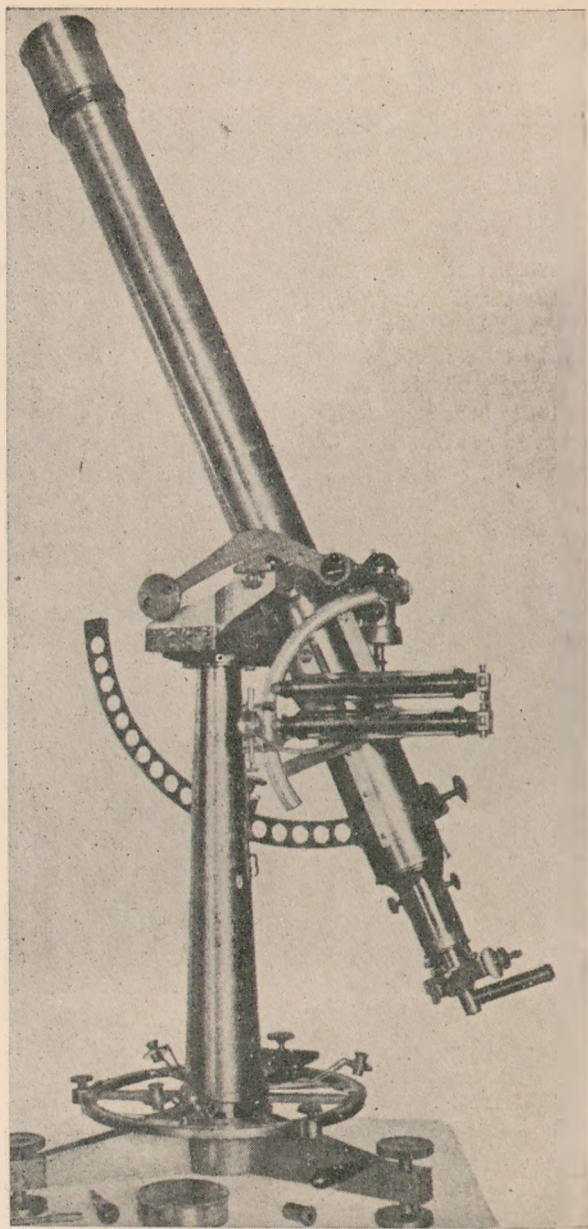
1960-ban a *Nemzetközi Geodéziai és Geofizikai Unió* (*IUGG*) rögzítette a földi koordináta-rendszer pólusát. Határozata szerint az 1900—1905 közötti időszak valódi pólusának átlaghelyzetét kell elfogadni földi (földrajzi) pólusként. A szakirodalomban meghonosodott a *CIO* (Conventional International Origin) elnevezés.

1962-ben a *Nemzetközi Csillagászati Unió* (*IAU*) újraszervezte az *ILS-t Nemzetközi Pólusmozgás Szolgálat* (*IPMS*) néven, *Mizusawa* központtal. A meglévő 5 *ILS* állomáshoz kb. 50 újabb állomás csatlakozott. Az *ILS-IPMS* 0.05 éves ( $\approx$  18 nap) felbontással közli a póluskoordinátákat — külön az 5 *ILS* állomás megfigyeléseiből számítottakat is — meglehetősen nagy késéssel. A *BIH*, mely 1968 óta szintén a *CIO*-ra vonatkoztatja megfigyeléseit, öt napos intervallumokra ad póluskoordinátákat.

Az *ILS* megalapításától az 50-es évekig a pólusmozgás megfigyelése elsősorban zenitteleszkóppal, a *Horrebow—Talcott* módszer szerint történt. Egy, a múlt században használt típus látható a 55. ábrán. Az alapításkor az *ILS* állomásokon felszerelt egyforma zenitteleszkópok (*VZT*) objektívjének átmérője 110 mm, fókusztávolsága 1289 mm volt. A zenitteleszkóppal végzett megfigyelések az 5 obszervatóriumban központilag meghatározott rend szerint folynak: az észlelési hely zenitjétől délre, illetve északra a meridián síkban egymás után rövid időn belül delelő csillagpárok zenittávolság-különbségét mérik, amiből az obszervatórium szélességváltozása kiszámítható. Az egy szélességen fekvő *ILS* állomásoknak az az előnyük a többi hálózathoz képest, hogy szélességváltozásuk gyakorlatilag független a csillagkatalógus pontatlanságából és a csillagok saját mozgásából eredő hibáktól. A mérés legfőbb hibaforrásai a *légtéri refrakció*, a libella *hőmérsékletjárása* és a műszer tengelyének *nem tökéletesen függőleges* állása. Ez utóbbi hiba csökkentésére vezették be az ún. úszó zenitteleszkópot (*FZT*): a távcső tengelye egy higanyban úszó tartószerkezethez van rögzítve. A csillagok fénye fotolemezre képződik le.

Az említett két műszerrel egy csillagpár megfigyelésével a szélességet  $\pm 0.2''$  véletlen hibával lehet meghatározni. Ha egy éjszaka folyamán 16 csillagpárt észlelnek, akkor a közepes hiba  $0.05''$ , amelyhez hozzáadódhatnak a már említett szisztematikus hibák. 15—30 napos megfigyelési sorozattal a hiba elvileg  $0.01''$ -re csökkenthető. Ennyi idő alatt azonban a pólus helyzete jelentősen megváltozhat, így az átlagolással a rövid periódusú geofizikai jelenségek (pl. földrengések) hatása „elkenődik”.

A huszas években kifejlesztett fotografikus zenittávcsővel (*PZT*) más módon történik az észlelés. A függőleges helyzetű műszerrel a zenithez közel levő csillagokról készíthető fényképfelvétel. Két-két felvételt készítenek a zeniten való áthaladás előtt és után 20 sec körüli expozíciós idővel. A csillagok látszólagos mozgásából eredő hatást a fotolemez *K—Ny*-i irányban történő mozgásával

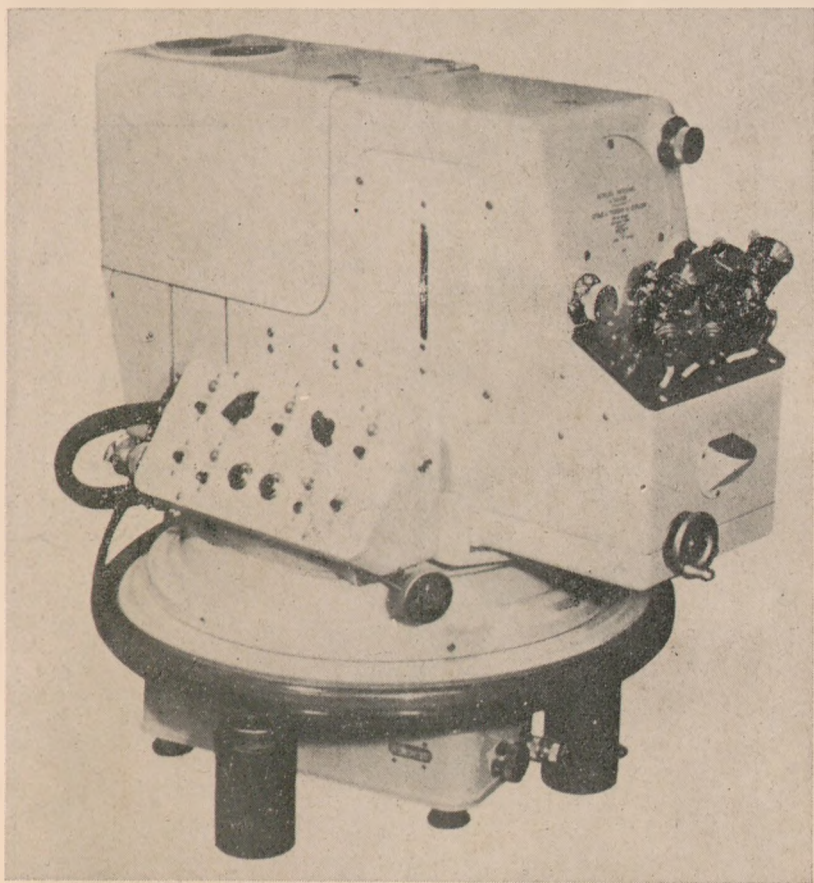


55. ábra. Régi típusú zenitteleszkóp



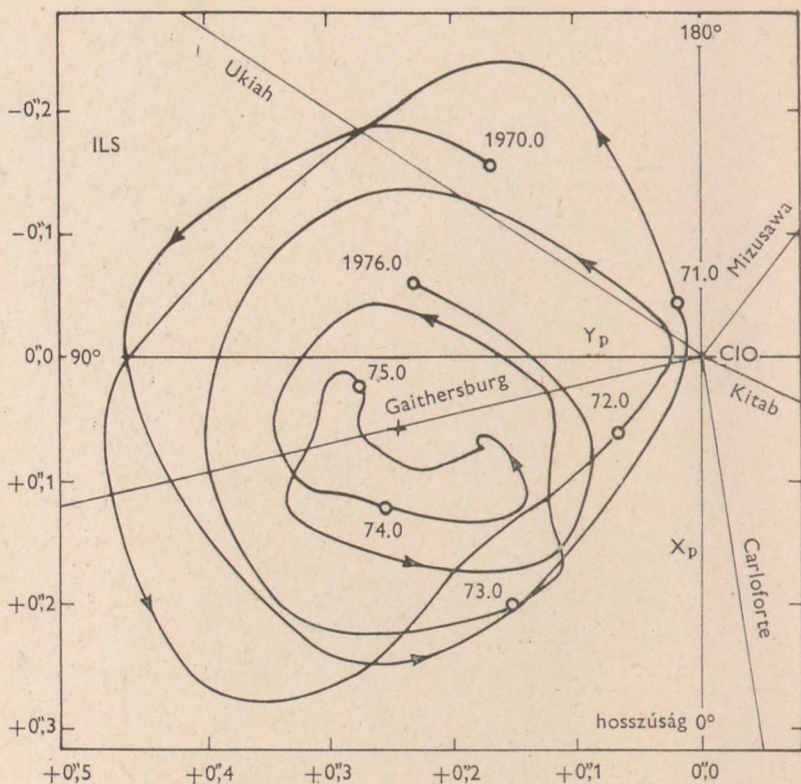
küszöbök ki. A PZT és a nagy pontosságú időmérés együttesen teremtették meg annak lehetőségét, hogy a pólusmozgás a megfigyelő hely hosszúságváltozásából is meghatározható legyen. A műszerrel egy éjszakai megfigyelés alapján a szélesség  $0.055''$ , a hosszúság  $0.0045$  sec pontossággal adható meg. A mizusawai obszervatórium 1972-ben felállított modern konstrukciójú PZT-jének adatai:  $25$  cm-es objektív átmérő és  $354$  cm-es fókusz távolság.

A Nemzetközi Geofizikai Év (1957) hatására a pólusmozgás iránti megélénkült érdeklődés új műszer kifejlesztését eredményezte. A *Danjon-asztrólabium* (56. ábra) előnye, hogy szemben az előző két műszerrel, használata funda-



56. ábra. Danjon asztrólabium, a pólusmozgás klasszikus meghatározásának modern műszere

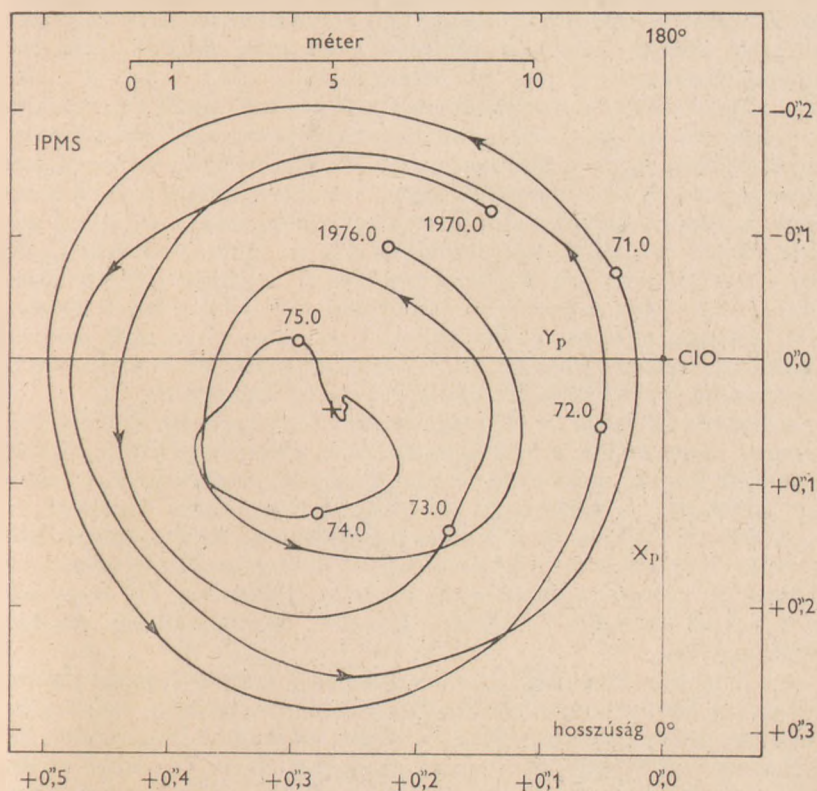
mentális csillagok megfigyelésén alapul, és a megfigyelési eredmények személyi hibáktól mentesek. A *PZT*-hez hasonlóan mindkét koordináta mérhető vele. Működési elve a következő: az állomás szélességétől maximum  $\pm 30^\circ$ -kal különböző deklinációjú csillag fénye részben egy higany felszínre, részben egy  $60^\circ$ -os prizmára esik. A keletkező két kép csak akkor esik egybe, ha a csillag zenittávolsága éppen  $30^\circ$ . A coincencia időpontját egy kronográf automatikusan feljegyzi. A megfigyelendő csillagokat 20, egyenként 28 csillagot tartalmazó csoportba osztották. Egy éjszaka folyamán általában két csoportot figyelnek meg. Az elérhető pontosság  $0.04''$ – $0.1''$  ill.  $3$ – $7$  msec, a légköri viszonyoktól függően.



57/a. ábra. Póluspálya az 1970.0–1976.0 időszakra az ILS mérései szerint

A megfigyelésekkel nyert nyers adatokon számos korrekciót végeznek. A cél az, hogy a mérésekből maximálisan eltávolítsák a helyi hatásokat (refrakció, árapály, meteorológiai tényezők stb).

Az *ILS*, *IPMS* és a *BIH* állomások többnyire az ismertetett három műszer valamelyikét használják. Bár a műszerfejlesztés napjainkban sem áll meg, mégsem várható, hogy a klasszikus műszerek és módszerek a különböző szolgálatok által adott póluspályák eltéréséből (lásd az 57a, b ábrát) számítható 0.04"-es (1.2 m) hibát lényegesen csökkenteni fogják.



57/b. ábra. Póluspályák az 1970.0–1976.0 időszakra az IPMS mérései szerint

## 2.4 Modern eljárások

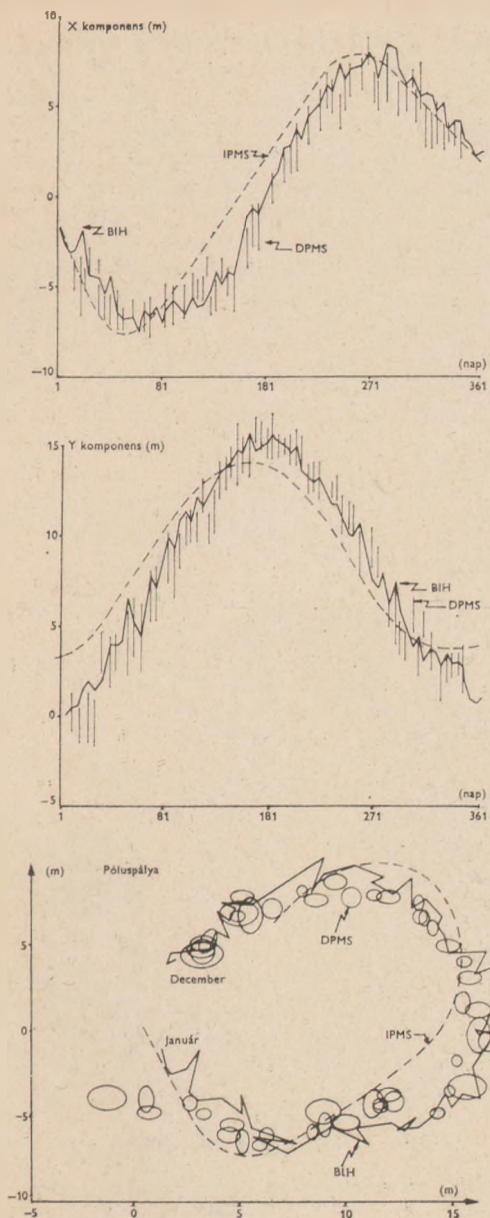
A műholdak megjelenését követően az űrtechnika robbanásszerű fejlődése szükségszerűen új eljárásokat hívott létre a pólusmozgás megfigyelésében is. A 60-as évek közepén, a kozmikus geodézia nagykorúvá válásával (a Doppler-és lézeres műhold-követő hálózatok kialakításával) nyilvánvaló lett, hogy a kozmikus geodéziai hálózatok koordinátáinak további javításához nem elegendő a klasszikus szolgálatok által a pólusmozgásra adott időbeli felbontás, a távolabbi célokat tekintve pedig a pontosság sem. Az egységes geodéziai világhálózat kialakításában betöltött fontos szerepe miatt a pólusmozgás megfigyelése gyakorlati jelentőségűvé vált.

A lézeres műhold-követés során a műholdon elhelyezett tükrön reflektálódott lézer impulzus futási idejéből a műhold-állomás távolságra lehet következtetni. A Doppler-elven alapuló módszer alkalmazása esetén a műhold fedélzetén levő igen stabil frekvencián sugárzó rádióadó frekvenciájának az állomáson mérhető csúszását integrálják egy adott időtartamra, melyből a műhold-állomás távolság megváltozása számítható ki.

A műhold-követés eredményeképpen a pályazavarok, továbbá a műhold és a megfigyelő hálózat koordinátarendszereit összekapcsoló transzformáció paramétereinek egyre jobb ismerete lehetővé teszi az állomás koordináták egyre pontosabb meghatározását. Amennyiben a transzformáció valamely tagja (a pólusmozgás is az) nem ismert kellő pontossággal, eltérés lesz a műhold-állomás vektor (ill. megváltozása) valódi és mért értéke között, ami pedig hibát okoz az állomás koordinátákban és a műhold pályaelemeiben. Ezek a látszólagos, pályaelem ill. koordináta változások adnak lehetőséget a pólusmozgás műholdas követésére. Az a cél, hogy a kozmikus geodéziai rendszerek, megteremtve saját, nagy felbontású pólus-figyelő szolgálatukat, függetlenedjenek a klasszikus hálózatok nyújtotta eredményektől.

Az Egyesült Államok *DPMS* (újabb nevén *DMA*) szervezete 1970 óta rendszeresen meghatározza a pólus koordinátákat a poláris pályájú navigációs műholdak Doppler-es követése alapján. Kezdetben az állomás koordinátákban jelentkező, egy csillagnapos periódusú látszólagos hibát használták fel, majd 1971 óta 18 állomás megfigyelései alapján kétnaponként együtt számítják a póluskoordinátákat a pályaelemekkel. Az 1971-re vonatkozó pólus koordináták és a póluspálya látható az 58. ábrán. Az ellipszisek a „két napos megoldás”-okból öt napos időközökre számított póluskoordináták standard hibáit mutatják.

Az időjárástól függetlenül és automatikusan végezhető Doppler mérések egyidejűleg két frekvencián (150 és 400 MHz) történnek, hogy az ionosféra hullámterjedésre gyakorolt hatását korrigálni lehessen. A kereskedelmi forgalomban levő Doppler-vevők mérési pontossága 10 cm. A penci *Kozmikus Geodéziai Observatóriumban* felállított Doppler-készülék fényképe látható



58. ábra. Póluskoordináták és póluspálya az 1971. évre klasszikus és modern megfigyelések alapján

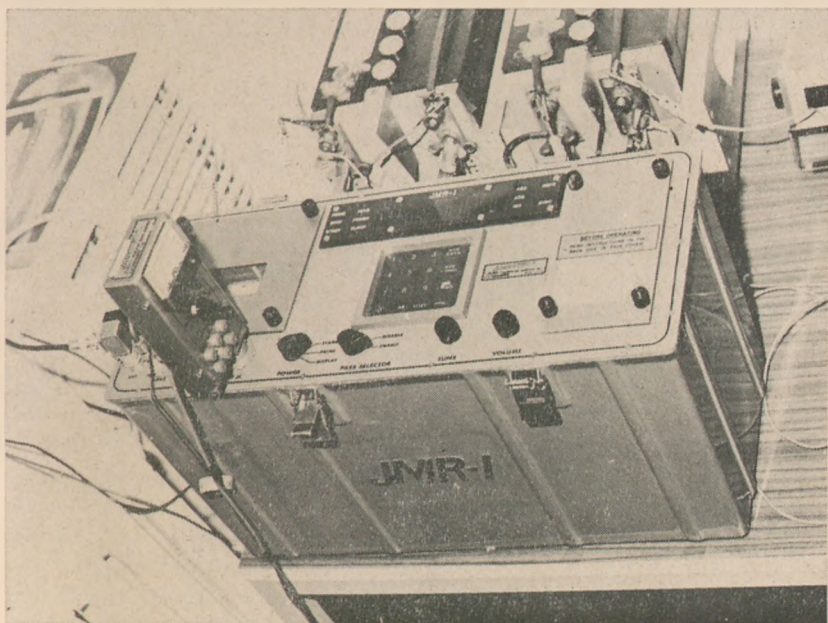


59/a. ábra. A KGO Doppler vevője

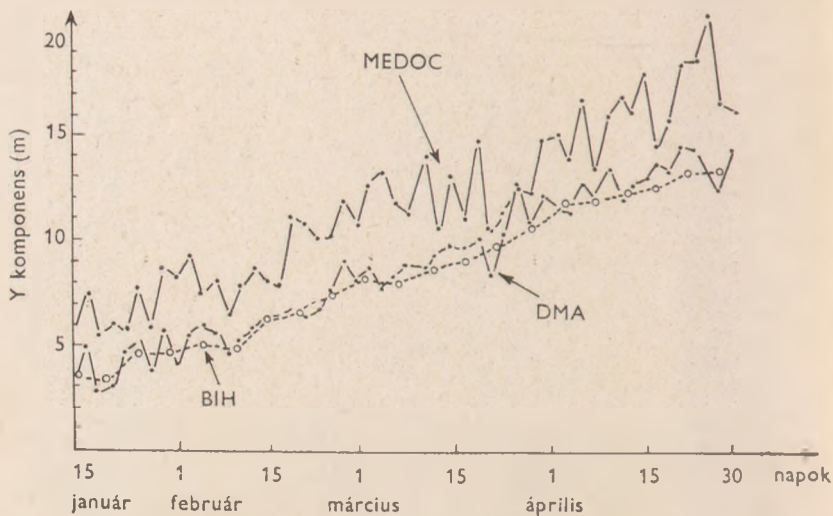
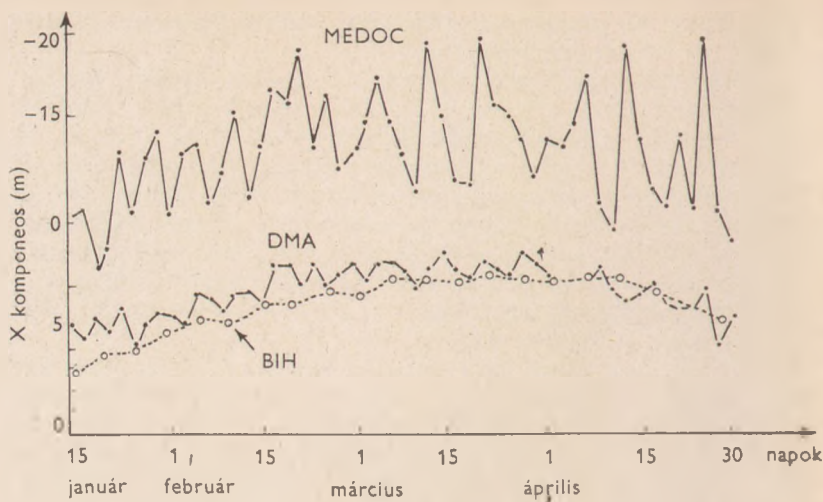
az 59a, b ábrán. Az obszervatórium terveiben szerepel a pólusmozgás meridián-síkba eső összetevőjének vizsgálata.

1977 januárjában egy francia rendszer is megkezdte (egyelőre kísérleti) működését. A *MEDOC (Motion of the Earth through Doppler Observing Campaign)* hálózat végső kiépítésében 20, globálisan elosztott Doppler állomásból fog állni. Fő feladata egy szolgálat alapjainak lefektetése, és annak megállapítása, hogy az egyes hálózatok eredményei közti szisztematikuss elérések mennyire és hogyan függenek az alkalmazott számítási eljárásoktól. A 60. ábrán a pólusmozgásra többszöri javítás után kapott eredmények láthatók. Főleg az  $x$  komponensben feltűnő a másik két meghatározáshoz viszonyított eltérés. A szisztematikussnak látszó különbözőség valószínűleg a hálózatok alapadatainak eltéréseiből adódik.

Lézeres pólusmozgás követő hálózat ez idáig nem alakult ki, bár egy 1970-es kísérlet felmérte a korántsem lebecsülendő lehetőségeket. A *BE—C* műhold látszólagos inklináció változásaiból határozták meg a pólusmozgásnak az észlelési hely meridiánsíkjába eső összetevőjét. A lézer impulzus futási idejénél korrekcióba vették az impulzus alak torzulását, a légköri hatásokat (nyomás, hőmérséklet és magassági szög függvényében) és a műhold tömegközéppont



59/b. A KGO Doppler vevője



60. ábra. Az 1977-ben kezdődött MEDOC kísérlet

körüli forgását. Kimutatták az árapály hatások pontos ismeretének szükségességét. Az eredmények alapján bebizonyosodott, hogy egyetlen állomás lézeres követéssel 6 órás felbontással, méteresnél jobb pontossággal képes a pólusmozgás meghatározására.

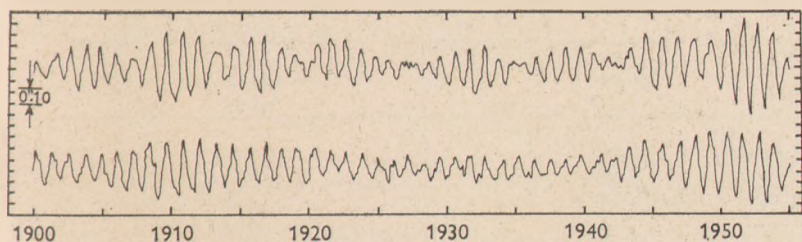


A Holdon elhelyezett lézer-tükör, valamint a rádiócsillagászat *VLBI* módszere szintén újabb, igen pontos megfigyelési lehetőségeket szolgáltattak. A konkrét eredmények azonban még váratnak magukra.

### 3. A pólusmozgás fizikája

A pólusmozgás kimutatása utáni években *Chandler*, amerikai csillagász régebbi csillagászati eredményekben is megtalálta a jelenséget. Kimutatta, hogy az két domináns periódusból — egy 12 és egy 14 hónaposból — tevődik össze. Az utóbbit tiszteletére *Chandler-periódusnak* nevezték el. Alig néhány hónappal *Chandler* bejelentése után *Newcomb* már elméleti magyarázattal szolgált: a 14 hónapos periódusú összetevő a Föld szabad nutációja. Az Euler periódus-tól való eltérést a Föld rugalmas (nem tökéletesen merev) viselkedése okozza. Az éves komponens viszont hasonló periódusú, globális meteorológiai jelenségek (pl. légtömeg-mozgások) következménye. A szabad nutációtól való megkülönböztetés miatt itt a *kényszer nutáció* elnevezés használatos.

Az 57. ábrán látható, hogy a pólus a két domináns periódus együttes hatására az óramutató járásával ellentétes irányban, többé-kevésbé szabályos spirális pályán mozog. A spirálok hatévenként ismétlődnek, a két frekvencia miatt kialakuló „lebegés” következtében. A 61. ábrán a pólusmozgás *x* komponense



61. ábra. A pólusmozgás *X* komponense. Az alsó görbe az éves periódus eltávolításával készült

látható 55 éves időszakra. A felső görbén jól kivehető az amplitúdó hatéves lüktetése. Az alsó görbe az éves periódus leválasztásával jött létre, így a *Chandler* komponens amplitúdó változását mutatja. Ennek interpretálására a következő fejezetben fogunk visszatérni.

A pólusingadozásra vonatkozó mérési adatok feldolgozását igen sokan, sokféle módszerrel elvégezték. Az idők folyamán — főleg a *Chandler* komponenssel kapcsolatban — számos vita alakult ki. Ennek kapcsán egy igen fontos

tényt kell hangsúlyozni: ha spektrumanalízist végzünk, mindig előre tudnunk kell, hogy kb. mi az, amit keresünk. Másképpen szólva: a fizikai és a matematikai modell nem lehet egymásnak ellentmondó. Ha fizikailag egyetlen szabad nutációs periódus indokolt, akkor egy több komponensű matematikai modell hiába illeszkedik jobban a megfigyelési eredményekre, mégsem fogadható el, mert fizikailag nem értelmezhető. (Megfelelően sok paraméterrel mindig tökéletes illeszkedést lehetne elérni).

A több komponensű szabad nutációt elsősorban a változó Chandler-amplitúdó magyarázatára javasolták. Az ilyen modelleknek azonban nincs fizikai alapjuk. Vita és meghatározás tárgyát egyedül az egyetlen Chandler-periódus hossza képezheti. A 15. táblázatban néhány, különböző hosszúságú adatsorra készült feldolgozás eredményét foglaljuk össze.

Az éves periódussal kapcsolatban elég nagy egyetértés uralkodik: évről évre jól reprezentálható a greenwichi meridiánba eső  $0.09'' \pm 0.02''$  félnagy tengelyű ellipszissel (62. ábra).

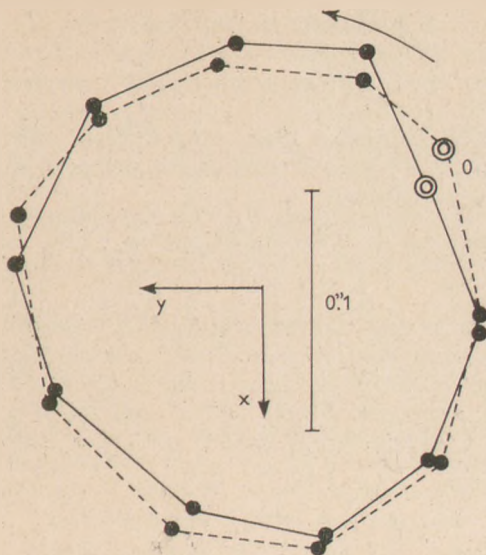
Már a század elején felfigyeltek arra, hogy a hatévenként számított középpólus helyzetek nem esnek egybe. Akkortájt azonban még mindenki mérési hibára gondolt. Miután az *ILS* megfigyelések gyarapodásával a középpólus driftje egyre határozottabbá vált, a szekuláris pólusmozgást (pólusvándorlást)

15. táblázat

A Chandler-periódus hossza különböző szerzők szerint

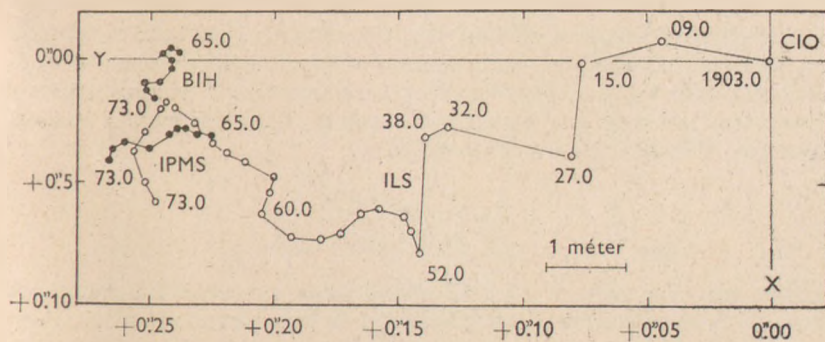
Szerző	Periódus (nap)
Chandler (1891)	428
Jeffreys (1940)	439
Rudnick (1956)	435,75
	432,1
Walker és Young (1957)	különböző értékek 430,6 és 470,1 között
Munk és MacDonald (1960)	430,3
Jeffreys (1968)	436,5
	433,2

realitásként kellett elfogadni. Az 57. ábra póluspályái már teljesen a *CIO*-n kívül futnak. A 63. ábrán látható, hogy a középpólus 70 év alatt 7.5 m-t mozdult el Kanada felé. Ekkora érték már aligha tudható be a mérési hibáknak!



- 1962.0 – 67.0
- 1968.0 – 71.0

62. ábra. A pólusmozgás éves periódusú összetevője



63. ábra. A szekuláris pólusmozgás (pólusvándorlás)

#### 4. A pólusmozgás geofizikai háttere

##### 4.1 A Chandler periódus és a Föld rugalmasságának kapcsolata

Ha a rugalmas alakváltozásra képes Föld forgását nem a tehetetlenségi főtengely körül végzi, a fellépő  $W$  másodrendű potenciál az  $R$  sugarú Föld középpontjától  $r$  távolságra egy

$$V = k \frac{R^5}{r^5} W$$

deformációs potenciált hoz létre. Az összefüggésben szereplő  $k$  állandó a Föld rugalmasságára jellemző *Love-féle szám*. Értéke elméleti számítások és árapály mérések szerint 0.3 körüli. (Tökéletesen merev Földre  $k = 0$  lenne.)

A forgási deformációnak a Föld szabad nutációjára gyakorolt hatása matematikailag jól leírható. A  $T_C$  Chandler periódusra a következő kifejezés adódik:

$$T_C = T_E \frac{1+K}{1-KT_E}$$

melyben  $T_E = 305$  nap — az Euler periódus, míg  $K = \frac{k\omega^2 R^2}{3GA}$  állandó ( $\omega$  a

Föld forgássebessége,  $G$  a gravitációs állandó).

Az Euler- és a Chandler-periódus hányadosa kapcsolatba hozható a Föld lapultságával ( $f = 1/298.25$ ), továbbá a centrifugális és a gravitációs gyorsulás egyenlítői értékének hányadosával ( $q = 1/288.37$ ):

$$\frac{T_E}{T_C} = 1 - k \frac{q}{2f - q}$$

E két utóbbi kifejezés igen jelentős, mert függetlenül a Föld belső felépítésére vonatkozó bármilyen hipotézistől, kapcsolatot teremt mérhető mennyiségek és a Föld rugalmas viselkedésére jellemző  $k$ , *Love-szám* között. Más rugalmassági paraméterek számításához viszont már konkrét Föld-modellre van szükség. Homogén Föld esetére a nyírási modulust a

$$\mu = \frac{1}{19} \rho g R \frac{3-2k}{k}$$

formula adja meg, melyben  $\rho$  a Föld átlagsűrűsége,  $g$  az egyenlítői gravitációs gyorsulás. A 16. táblázatban a közölt összefüggések alapján néhány szóba jöhető  $k$  értékhez tartozó Chandler periódust és effektív nyírási modulust tüntettünk fel.

A Chandler periódus és a Föld rugalmassági adatainak kapcsolata

$k$	0	0,25	0,26	0,27	0,29	0,32
$T_C$ (nap)	305	415	421	428	440	462
$\mu$ ( $10^{11}$ cgs)	$\infty$	18,6	17,7	16,9	15,5	13,7

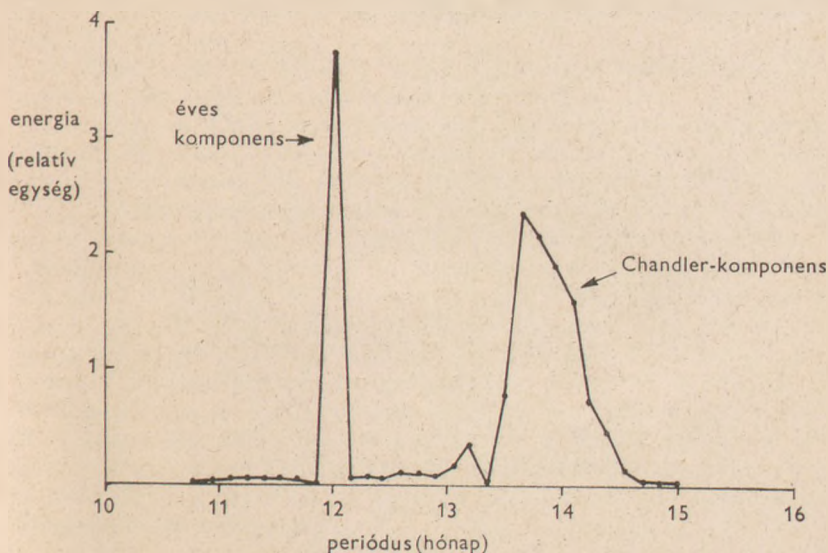
A táblázatból látható, hogy a szabad nutáció periódusa annál hosszabb, minél kevésbé merev a bolygó. A  $k = 0,27 - 0,29$ -hez tartozó 428 és 440 nap közötti Chandler periódus felel meg legjobban a pólusingadozás megfigyeléséből számított értéknek.

#### 4.2 A szabad nutáció gerjesztése és csillapítása

Az Euler elmélet szerint, ha egy merev bolygón létrejött a szabad nutáció, akkor fenntartásához semmiféle mechanizmusra nincs szükség. Láttuk, hogy a Föld nem tökéletesen merev test, tehát rá ez a megállapítás nem érvényes.

A Föld számára a minimális mozgási energiájú állapot az alaktengely körüli forgás. Ettől eltérő helyzet esetén olyan belső tömegátrendeződések indulnak meg, melyek a két tengely egybejtését fogják eredményezni.

A Chandler komponens sávszélességéből (64. ábra) becsülhető csillapítási idő (ennyi idő alatt „kellene” az eredeti amplitúdónak  $e$ -ed részére csökkenni)

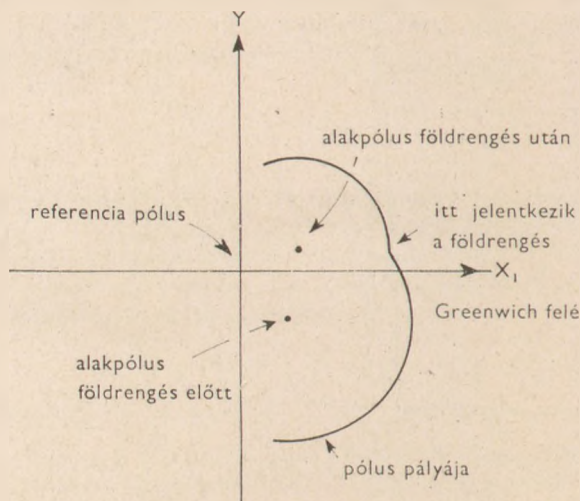


64. ábra. A pólusingadozás energiájának frekvencia szerinti eloszlása. Az  $x$  tengelyen a periódus hónapokban van megadva

10 és 30 év közötti érték. Az *ILS* ennél jóval hosszabb megfigyelési periódusa azt bizonyítja, hogy léteznie kell valamilyen gerjesztő folyamatnak, mely a pólusingadozás ismeretlen módon disszipálódó energiáját pótolja. E két probléma jelenti a témakör legnagyobb kérdőjeleit, amelyek terén a legutóbbi időkig csak kevés előrehaladás történt.

A lehetséges disszipációs és gerjesztési folyamatokra az irodalom a következő jelenségeket sorakoztatja fel: a disszipációt okozhatja az óceánoknak az aljzathoz viszonyított relatív mozgásából származó súrlódása, a köpeny anyagának konvektív mozgása során fellépő rugalmatlan deformáció, továbbá viszkózus ill. elektromágneses kölcsönhatás a köpeny-mag határon. A gerjesztés eredhet az évestől eltérő periódusú atmosféra-beli változásokból, az óceántömegek átrendeződéséből, a földrengésekből, és itt is szerepel a köpeny-mag elektromágneses csatolása. A felsorolt lehetőségek mindegyikét többször felvetették, majd újra elutasították. A nagy bizonytalanságot az okozza, hogy a feltevések általában más módon nem ellenőrizhetők, továbbá a számításokhoz szükséges fizikai paraméterek értékei (a köpeny és a mag viszkozitása, rugalmassági jellemzői stb.) igen vitatottak.

- A 64. ábrán bemutatott széles Chandler csúcs kétféleképpen magyarázható:
- folyamatos gerjesztésű, időben változó sajátfrekvenciájú mechanikai rendszerrel (*Chandler, Melchior, Nicolini*);
  - rögzített frekvenciájú, rendszertelen gerjesztésű, csillapított mechanikai rendszerrel (*Jeffreys, Munk és MacDonald*).



65. ábra. Földrengés hatása a pólusmozgásra

Az első lehetőséget azonnal el is vethetjük, ugyanis valószínűtlen, hogy a Föld fizikai állapota néhány éven belül olyan mértékben megváltozzon, hogy az a Chandler periódus  $\pm 4\%$ -os változását eredményezze.

Marad tehát a rendszertelen gerjesztés feltételezése. A hatvanas évek végétől kezdődően e téren igen biztató eredmények születnek. *Smylie* és *Mansinha* kanadai geofizikusok bebizonyították, hogy nagy földrengések hatására a póluspályában törések jönnek létre. A földrengést követő tömegátrendeződéssre válaszként, a pólusmozgás megváltozott amplitúdóval, a megváltozott helyzetű alaktengely körül fog folytatódni (65. ábra). A folyamathoz szükséges tömegelmozdulás azonban jóval nagyobb, amint azt addig a szeizmológusok gondolták. Az ellentmondás termékenyítőleg hatott a szeizmológiára, és számos, korábban elfogadott nézetet módosítottak.

Egy részletesebb vizsgálat különösen jó korrelációt talált a hetes magnitúdónál nagyobb, mélyfészű (70 km-nél mélyebb hipocentrumú) földrengések évenkénti száma, és a Chandler-amplitúdó között. E tényből arra lehet következtetni, hogy a pólusingadozás gerjesztése a földrengések közvetítésével lemeztectonikai folyamatok következménye.

*Barta György* szerint a földrengés  $\rightarrow$  póluselmozdulás folyamatlánc elé ki-váltó okként a Föld szögsebességének szekuláris lassulását kell helyoznunk. A lassulási folyamat eredményeként a kéregben felgyülemlett mechanikai feszültségek a földrengések és horizontális kéregmozgások révén kiegyenlítődnek. A földrengések viszont az előbbieken vázolt módon befolyásolhatják a Chandler-ingadozást.

Míndezek alapján kijelenthető, hogy a Föld forgási rendellenességei és a tektonikai folyamatok nem választhatók el egymástól.

E témában az utóbbi idők legjelentősebb eredménye két amerikai szeizmológus, *O'Connell* és *Dziewonski* nevéhez fűződik. Az 1900 és 1970 között kipattant, 7.8-nél nagyobb magnitúdójú földrengések felhasználásával szintetikus pólusmozgást számítottak. A Chandler-amplitúdó időbeli változására kapott eredmény nagyon jól egyezik az *ILS* megfigyelésekből számítottal.

Kimutatták, hogy a földrengések kumulatív hatására csökkenhet és növekedhet is a Chandler-amplitúdó, tehát mind a gerjesztés, mind a csillapítás jelentős részben szeizmikus eredetű. Hangsúlyozzák, hogy nem szükségszerű a korreláció a földrengés időpontja és a póluspálya törése között, mivel a rengést gyakran több héttel megelőzhetik és követhetik is igen jelentős momentumú, ún. *aszeizmikus* események. Jelentős elméleti eredményük továbbá annak kimutatása, hogy a rendszertelen gerjesztésű harmonikus oszcillátor csillapítása spektruma alapján nem adható meg helyesen. Ezzel a megállapítással talán megoldódik a Chandler-komponens túlzottan rövidnek tűnő csillapítási idejének problémája.

### 4.3 A szekuláris pólusmozgás

Nem foglalkoztunk még a középpólus driftjének fizikai magyarázatával. Erre a kérdésre azonban nem tudunk határozott választ adni. A Föld tömegeloszlásában lezajló minden, jelentősebb változás megváltoztatja a középpólus helyzetét. A véletlen fluktuációk összegeződésének statisztikus elmélete alapján nem kizárt, hogy a driftért is a földrengések tehetők felelőssé. A szekuláris pólusmozgás határozott iránya alapján más magyarázatok is felmerültek, mint például a sarki jégtömegek fokozatos olvadása, vagy az Ausztrália irányában excentrikus helyzetű földmag India, felé történő mozgása.

A lemeztekonika elméletéből ismeretes, hogy a Föld-felszín mobilis táblái egymáshoz képest  $cm/év$  nagyságrendű sebességgel mozognak. A 63. ábrán viszont az látszik, hogy a szekuláris pólusmozgás sebessége kb.  $10 cm/év$ . A két sebesség összemérhetőségéből az következik, hogy meghatározásuk kizárólag együtt lehetséges! A kontinensek driftjének és a szekuláris pólusmozgásnak a szétválasztására már több elképzelés született. A napjainkban rendelkezésre álló megfigyelési anyag azonban e célra — pontatlansága és rossz földrajzi eloszlása miatt — nem megfelelő.

## 5. A fejlődés várható útja

A geodézia és a geofizika igényli a pólusmozgás minél jobb időbeli felbontású, nagy pontosságú megfigyelését. Elérhetőnek látszik a póluskoordináták fél- naponkénti,  $cm$ -es pontossággal történő meghatározása. Bár a klasszikus mérési eljárásoktól ilyen eredmény nem várható, még sokáig szükség lesz rájuk. A különféle, alapvetően eltérő hibaforrásokkal rendelkező megfigyelési és feldolgozási módszerekkel kapott póluspályák összehasonlítása segíthet az egyes eljárások szisztematikus hibáinak felderítésében. Ezért igen hasznos, ha egy geodinamikai obszervatórium klasszikus és modern módszerrel is végez pólusmozgás követést. A jó példával *Mizusawa*, az *IPMS* központja jár elől: a 3 féle klasszikus műszer mellett Doppleres vizsgálatokat is végeznek (részt vesznek a *MEDOC* kísérletben is), és lézer beállítását is tervezik.

A pólusmozgás megfigyelésére a geodinamika által támasztott igényeket a modern módszerek fogják kielégíteni. A jelenlegi Doppler műholdak aktív élettartama meglehetősen rövid (4—6 év), így az optimális megoldást valószínűleg a gyakorlatilag korlátlan ideig „élő” geodinamikai műholdak és a Hold-lézer fogják nyújtani.

A geodinamikai műholdak — az első kettő a *Starlette* és a *Lageos* — nagy magasságban keringő, kis méretű, igen tömör gömbök (ágyugolyó holdak), melyekre a légköri fékeződésből és a gravitációs tér bizonytalanságaiból származó perturbációk nagyon kicsik, tehát pályájuk nagy pontossággal ismert. A holdakat bevonó nagy visszaverő képességű sarokreflektorok a beérkező



lézerfényt a beesési iránytól mindössze néhány ívmásodperc eltéréssel tükrözik vissza. A geodinamikai műholdaknál a Hold-lézerhez hasonlóan nagy problémát jelent a megfelelő teljesítményű impulzus sorozatot kibocsátani képes lézer kifejlesztése. A geodinamikai holdak sorában a Starlette és a Lageos 1000 ill. 5700 km-es magasságukkal várhatóan csak a kezdetet jelentik. Az Egyesült Államok 1979-ben egy 30 000 km-es pályamagasságú geodinamikai műhold felbocsátását tervezi.

A cm-es mérési pontosság elérése esetén egy lézeres világhálózat egy évtized alatt képes lenne a szekuláris pólusmozgás és a lemeztektonikai mozgások szétválasztására. Ezáltal megvalósíthatóvá válna egy nagy pontosságú, geodinamikai koordinátarendszer felállítása. A pólusmozgás finomszerkezetének ismerete pedig elősegítené a jelenséget befolyásoló felszíni, és felszín alatti folyamatok jobb megértését.

## CSILLAGÁSZATI VONATKOZÁSÚ SZAVAK ÉRTELMEZÉSÉRŐL ÉS ÍRÁSMÓDJÁRÓL

Ma, az űrkutatás korában hazánkban is, a különféle ismeretterjesztő közleményekben, folyóiratokban, a napi sajtóban, a televízió és rádió adásaiban egyre gyakrabban szerepelnek csillagászati és csillagászati vonatkozású űrkutatási fogalmak és kifejezések. Tehát egyre inkább a köznyelv részeivé válnak az idevágó szakkifejezések. Ez a Magyar Tudományos Akadémia Csillagászati Bizottságát arra indította, hogy megvizsgálja a szakterületébe vágó szavak és kifejezések értelmezése és helyesírása terén fennálló helyzetet. Mivel a nem szakember számára jelenleg hazánkban elsődlegesen a **MAGYAR ÉRTELMEZŐ KÉZISZÓTÁR** és az **IDEGEN SZAVAK ÉS KIFEJEZÉSEK SZÓTÁRA** nyújt tájékoztatást, ezért az ezekben szereplő vonatkozó címszavak alatt található magyarázatokat vizsgáltuk át. Ezen munkával kapcsolatban szükségszerűen felmerült a szaktudományi helyesírás és a köznyelvi helyesírás összehangolásának igénye is.

A fentiekben vázolt kérdésekkel a Csillagászati Bizottság nyelvészek bevonásával és segítségével 1975 óta több ízben foglalkozott. A Bizottság tagjaitól beérkezett észrevételeket Ponori Thewrewk Aurél bizottsági tag vezetésével egy szűkebb munkabizottság részletesen megvitatta, összegezte és javaslatai alapján alakult ki a Csillagászati Bizottság állásfoglalása, melyet röviden összefoglalva az alábbiakban ismertetünk.

Az akadémiai Helyesírási Bizottságnak szabályként javasoltuk, hogy a Nap, Föld, Hold, Naprendszer, Tejútrendszer, Galaxis, Világegyetem szavakat a csillagászati, űrkutatási stb. témájú szövegekben, vagy ha az értelem megkívánja, tulajdonnévként nagy kezdőbetűvel kell írni; a Naprendszer nagybolygóinak nevét pedig fonetikusán, azaz Merkúr, Vénusz, Mars, Jupiter, Uránusz, Szaturnusz, Neptunusz, Plútó. A kisbolygók és csillagok nevével továbbra is a latinus írásmódot célszerű megtartani, sőt általában a csillagképekénél is. (Ugyanis aránylag kevés csillagképnek van használatos magyar elnevezése.) A csillagképek neveit, ezek három vagy négy betűs rövidítéseit, sőt a néhány két szóból álló elnevezés mindegyik szavát külön-külön is, mind a latinus, mind a magyar változatban nagy kezdőbetűvel kell írni.

Egyébként megjegyezhetjük, hogy ezen szabályok kimondása csupán általa-

nosan is elfogadottá tenné a gyakorlatban már amúgy is elterjedt írásmódot, amit a Csillagászati Évkönyv jelen kötetében is használunk.

A következőkben az Akadémiai Kiadónál 1972-ben megjelent MAGYAR ÉRTELMEZŐ KÉZISZÓTÁR és az IDEGEN SZAVAK ÉS KIFEJEZÉSEK SZÓTÁRA 1973-ban, illetve 1978-ban megjelent kiadásainak címszavai közül azokat soroljuk fel, amelyeknek meghatározása szakmai szempontból annyira kifogásolható, illetve hibás, hogy az esetleges újabb kiadásokban javításuk elengedhetetlen. Az itt közölt szótár-részekben — amennyiben csak lehetett — igyekeztünk megtartani az eredeti fogalmazásokat (még a használt szavakat is), és csupán a legszükségesebb változtatásokat eszközöltük. Ezt mutatja az is, hogy 5 címszó, amely mindkét szótárban előfordul és mindkét szótárban kiigazítást igényel, nem azonos megfogalmazásban szerepel a két javított változatban. Az eredeti szöveg azon részei (szavai), amelyek az itteni meghatározásokból kimaradtak vagy teljesen helytelenek, vagy feleslegesek. Az általunk végzett minden egyéb módosításra, minden betoldott szóra *dült betűs* szedéssel hívjuk fel a figyelmet. Mindenesetre az itt közölt meghatározásokkal szakmai szempontból már elfogadhatóan helyettesíthetők a szótárakban található idézett címszavak meghatározásai.

## AZ 1972-BEN KIADOTT „MAGYAR ÉRTELMEZŐ KÉZISZÓTÁR” CÍMSZAVAIBÓL:

- aberráció 2.** A csillagok látszólagos *elmozdulása a Föld napkörüli keringése és a fény véges sebessége miatt (évi ~).*
- állatöv** *Az égbolton látszó nappálya mentén levő, 12 csillagképre osztott öveget; zodiákus.*
- árapály** *A tengernek a Hold és a Nap tömegvonzása miatt váltakozó áradása és apadása.*
- csillagász** *Csillagászattal foglalkozó kutató.*
- csillagév** *A Föld egyszeri Nap körüli keringésének az állócsillagokhoz viszonyított ideje (sziderikus év).*
- Csillagváros** *Az a telep, ahol a szovjet űrhajósokat képezik.*
- éggömb 1.** *Képzelt gömb, melynek középpontjában a megfigyelő áll, és amelynek mintegy a felületén látjuk az égitesteket.* **2.** *Gömb alakú csillagtérkép.*
- erupció 3.** *Napkitörés. Bizonyos csillagok hirtelen fényességnövekedése.*
- fedélzet 2.** *Repülőgépeknek, űreszköznek az a része, amelyben a hasznos teher (műszer, esetleg ember) foglal helyet.*
- fedés 5.** *Egy égitestnek egy másik által történő eltakarása.*
- fellő 2.** *Rakétát, űreszközt hajtóművének beindításával magasba röpít; (helyesen:) felbocsát.*

**fényváltozás** A bolygók és a Hold megvilágításának a keringésből adódó szakaszos váltakozása; bizonyos típusú csillagok fényességének változása.

**helyi idő:** Vhol a Nap és a tavaszpont delelésétől számított idő (valódi idő és középidő, ill. csillagidő).

**holdhónap** Lásd: hónap

**holdtölte** Az a kb 29 és  $\frac{1}{2}$  naponként ismétlődő jelenség, hogy a Holdnak a Földre néző oldalát a Nap teljesen megvilágítja.

**hónap 1.** Az év kb. tizenketted része, mint külön névvel megjelölt naptári egység. **3.** A Hold valamihez viszonyított keringési ideje. Például: holdtöltétől holdtöltéig számított kb. 29 és  $\frac{1}{2}$  nap, a szinódikus hónap.

**hordozórakéta** Űreszközöket pályájukra juttató rakéta.

**hosszúság 2. földrajzi**  $\sim$  : A Föld valamely hosszúsági körének v. ezen egy pontnak a kezdő délkörtől mért, szögmértékben vagy időmértékben kifejezett távolsága.

**hosszúsági 2.  $\sim$  kör:** A Föld felületén a tájékozódás segítésére felvett, a sarkokon átmenő körök egyike.

**időzóna** Az a földrajzi terület, amelyen belül a polgári idő azonos.

**inklináció 3.** Bolygó vagy üstökös pályasíkjának a Földéhez képest való elhajlása; mesterséges hold pályasíkjának a földi egyenlítő síkjától való elhajlása.

**jegy 9.** Az állatövnek vmelyik csillagképpel jelölt része.

**kisbolygó** Naprendszerünk vmelyik 1000 km-nél kisebb átmérőjű bolygója.

**ködfolt 1.** Világító csillagközi gáz- v. porfelhő. **2.** (kiv) Csillagrendszer, extragalaxis.

**kráter 2.** Holdkráter, egyéb égitesteken levő kráter.

**kronológia 2.** A történelmi időszámítás tudománya. Régmúlt események időpontjainak meghatározásával foglalkozó tudomány.

**lépcsős 5.** Több  $\sim$  rakéta: t., fokozatosan leváló részből (lépcsőből) álló r.

**magasság 2.** Égitestnek a látóhatártól mért függőleges szögtávolsága.

**mellékbolygó** Vmely bolygó körül keringő kisebb égitest; hold.

**meteorraj** Csaknem azonos pályán mozgó meteorok csoportja.

**nagyságrend 2.** Vmely csillag fényességének bizonyos skála szerinti mértéke (magnitúdó).

**napéjegylenlőség** Az évnek az a napja (ált. márc. 21., szept. 23.) amikor a nappal és az éjszaka egyenlő hosszú, amikor a Nap az égi egyenlítőn (a tavaszponton, ill. az őszponton) halad át.

**napfoltmaximum** Az az állapot, amikor a napfoltok száma és összterülete egy napcikluson belül a legnagyobb.

**napfolttevékenység** A napfoltok számának, ill. összterületének időszakos kb. 11—12 év alatt végbemenő változásai.

**napforduló** Az évnek az a napja, amikor a nappal, ill. az éjszaka leghosszabb. (A Föld északi félgömbjén ált. jún. 21., ill. ált. dec. 21.) Az az időpont, amikor a Nap az égi egyenlítőtől a legnagyobb szögtávolságra van.

- oppozíció 3.** Külső bolygó helyzete, amelyben a *bolygó iránya* a Földről nézve a Nappal 180°-os szöget zár be; *szembenállás*.
- óriáscsillag** Nagy abszolút fényességű óriási állócsillag.
- parallaxis** *Az a szög, amely alatt egy égitestről nézve a Föld v. a földpálya sugara látszik.*
- rádióteleszkóp** *Rádiótávcső. Égitestek rádiósugárzását mérő és regisztráló készülék.*
- rakétalépcső** *Összetett rakéta külön hajtóművel felszerelt, üzemanyagának felhasználása után leváló része.*
- spirálköd** *Spirális alakú csillagrendszer, extragalaxis.*
- szextáns** *Csillagászati helymeghatározásra szolgáló szögmérő műszer.*
- szupernóva** *A nóvánál kb. 10 000-szer erősebben kifényesedő csillag.*
- tropikus 2.** *~ év: A Föld Nap körüli keringési ideje, tavasz kezdettől a következő tavasz kezdetéig a (Nap látszólagos keringése tavaszponttól — tavaszponttig)*
- űrállomás** *A Föld körül keringő, nagyobb mesterséges hold, amely sokféle feladat ellátására hosszabb ideig alkalmas, személyzettel, v. anélkül.*
- űrhajó** *Emberrel a fedélzeten közlekedő űreszköz.*
- űrkutató** *A világűrben (vagy legalább a Föld felülete felett, földi légköri hatásoktól mentes) űreszközökkel történő kutatás, ill. általában minden ezzel kapcsolatos tudományos kutatás.*
- űrlaboratórium** *A világűrben v. más égitesten működő műszerekkel felszerelt űreszköz.*
- űrszonda** *A világűr Földtől távolabb eső részeinek tanulmányozására felbocsátott űreszköz.*

### AZ 1973-BAN KIADOTT „IDEGEN SZAVAK ÉS KIFEJEZÉSEK SZÓTÁRA” CÍMSZAVAIBÓL:

- apoapszis** *(Helyesen:) apocentrum (lásd ott).*
- apocentrum** *A keringő égitest (pl. bolygó) pályájának a központi égitesttől legtávolabb levő pontja.*
- apolunium, aposzélium** *Holdtávol; a Hold körül keringő mesterséges hold pályájának a Holdtól legtávolabb levő pontja.*
- asztrofizikus** *Az asztrofizikával foglalkozó kutató.*
- azimut** *A csillagászati horizontális koordináta-rendszerben az a szög, amelyet az objektum felé mutató egyenes vízszintes vetülete a déli (vagy északi) iránnyal bezár.*
- cefeidák** *Rendszerint 1—50 napos periódusban szabályosan változó fényű, hőmérsékletű és radiális sebességű csillagok (tipikus képviselőjüknek, a Delta Cephei csillagnak a nevéből).*

- cirkumpoláris pálya** *(Nem használatos szókapcsolat.)* **cirkumpoláris égitest** Olyan égitest, amely az adott földrajzi szélességen sohasem nyugszik le.
- cölosztát** Két siktükörből álló rendszer, amely az égbolt egy részének, vagy például a Napnak a fényét állandóan egy irányba vetíti.
- ekvatoriál** *Ekvatoriális koordináta-rendszer szerint felállított* csillagászati távcső.
- emerzió 2.** Holdnak a bolygója mögül vagy árnyékából, illetve csillagnak a Hold (vagy valamely bolygó) mögül való kilépése.
- erupció 3.** Fénykitörés, napkitörés; fokozott korpuzskuláris, röntgen-, ibolyántúli- és rádiósugárzással járó heves átmeneti fényességnövekedés a Napon v. valamely csillagon.
- flokulusz 3.** A Nap kromoszférajában megjelenő fényesebb vagy sötétebb felhőszerű képződmény.
- gregorián(us) naptár** Gergely-naptár; XIII. Gergely pápa rendelete alapján 1582-ben javított, a 400-zal osztható évek szökőnapjait kiiktató naptár.
- héliofizika** *Az asztrofizikának a Nappal foglalkozó ága.*
- héliométer** *A Nap és a bolygók átmérőjének meghatározására v. kettőscsillagok szögtávolságának mérésére régebben használt lencsés távcső, amelynek objektívje két, elmozgatható félből áll.*
- immerzió 2.** Csillagnak a Hold (vagy valamely bolygó) mögé, ill. holdnak bolygója mögé v. annak árnyékába való belépése.
- inerciális navigáció** *Pörgettyűket és gyorsulásmérőket használó korszerű navigációs eljárás.*
- infrateleszkóp** *(Nem használatos szóösszetétel.)* **infravörös távcső** *Az égitestek infravörös sugárzását érzékelő eszköz.*
- intergalaktikus** *Csillagrendszerek (galaxisok) közötti.*
- konjunkció 1.** Együttállás; az a helyzet, amelyben két égitest a lehetséges legkisebb távolságra látszik egymástól az égbolton.
- kozmikus sugarak** *Igen nagy energiájú részecskesugárzás, amely a világűrön keresztül jut el bolygónkra.*
- kozmozgén** *Kozmikus eredetű.*
- kvadráns 2.** A csillagok horizont feletti magasságának mérésére és ezzel helymeghatározásra használt elavult szögmérő műszer.
- kvazár** *Csillagszerű rádióforrás az égbolton, amelynek színekében nagy vörösetlódás figyelhető meg.*
- Mars 2.** A Naprendszernek a Naptól számított negyedik, a Föld után következő bolygója.
- meridián 1.** Az éggömbnek az a főköre, amely a megfigyelési hely zenitjén, nadirján és az égi pólusokon halad át; délkör.
- meridionális 2.** Meridiánhoz, délkörhöz tartozó, vagy ilyen irányú.
- metagalaxis** *Az extragalaxisoknak feltételezett nagyobb rendszere, amelybe a mi Tejútrendszerünk is beletartozik; a Világegyetemnek általunk megfigyelhető része.*

**meteorikus 2.** *Kozmikus eredetű (por).*

**navigáció 2.** *A vízi, légi és űrbeli közlekedés tájékozódási módszereinek tudománya.*

**nutáció 1.** *A Föld forgástengelyének a Nap és a Hold vonzása miatt végbemenő kis mértékű ingadozása a Hold pályasíkjának forgása miatt.*

**okkultáció** Fedés; az a jelenség, amikor a Földről nézve egy égitest egy másik (természetes v. mesterséges) égitestet eltakar.

**oppozíció 4.** *Szembenállás; az a helyzet, amelyben a Földről nézve két égitest iránya egymással 180°-os szöget zár be.*

**paranaxis 2.** *Az a szög, amely alatt vmely égitestről nézve a Föld (napi p.) vagy a földpálya (évi p.) sugara látszik.*

**passzázsműszer** Egy csillag meridiánon való átmenete időpontjának megállapítására szolgáló távcső.

**penumbra** A napfolt külső, kevésbé sötét része.

**periapszis** (Helyesen:) pericentrum (lásd ott).

**perturbáció 2.** *Égitestek mozgásában más égitestek vonzása miatt mutatkozó zavaró hatás.*

**planetológia** A bolygók kutatásával foglalkozó tudományág.

**Polaris** (A csillagászatban:) Sarkcsillag.

**precesszió 1.** *A tavaszpont eltolódása az ekliptikán főleg a Nap és a Hold vonzása miatt, melyet a forgás következtében belapult Földre gyakorolnak.*

**pulzáció 2.** *Csillagok periodikus fény- és átmérőváltozása.*

**radiáns** Kisugárzási pont; *meteorraj v. csillaghalmaz tagjai látszólagos mozgásának kiindulási pontja.*

**rádióteleszkóp** *Rádiótávcső; nagyméretű antennával ellátott berendezés, a világtűrőből érkező rádiósugárzás felfogására.*

**Szaturusz** Naprendszerünknek második legnagyobb, a Naptól számított hatodik bolygója.

**stacionárius műhold** *Egyenlítői körpályára juttatott mesterséges hold, amelynek keringési ideje 1 nap, ezért keringése közben állandóan a földfelszínnek egy meghatározott pontja felett maradván álló helyzetűnek látszik.*

**szcintilláció 2.** *A csillagok fényének a légkör hatása miatti gyors és rendszeretlen fényesség-, szín- és irányváltozása.*

**ziderikus év** *Az az időtartam, amely alatt a Föld vmely állócsillaghoz viszonyítva egy teljes keringést végez a Nap körül (365 nap, 6 óra, 9 perc, 9 másodperc).*

**szinodikus hónap** *Két, egymást követő ugyanolyan holdfázis között eltelt idő (átlagosan 29 nap, 12 óra, 44 perc, 3 másodperc).*

**szupernóva** *Olyan csillag, amelynek fényessége a belsejében végbemenő folyamatok miatt hirtelen (néhány óra alatt) sokmilliószorosára növekszik, majd lassan (néhány év alatt) csökken, s a kitörés következtében a csillag anyagának nagy része szétszóródik a környező térbe.*

**teleszkóp 1.** *Csillagászati távcső.*

**thalasszoid/ok** A Hold felszínén található, *nagy kerek, medenceszerű* alakzatok, belsejükben sok kis kráter található.

**tropikus év** Két egymást követő tavaszi napéjegyenlőség közötti idő; *a naptár alapja (365 nap, 5 óra, 48 perc, 46 másodperc)*.

**zónaidő** Nemzetközileg elfogadott időszámítás, amelynek alapján a Földet a délkörök mentén *24 db 15°-os időzónára* osztották fel, *s egy zónán belül a polgári idő általában azonos a zóna közepén húzódó délkör helyi idejével; két szomszédos zóna ideje között egy óra az eltérés.*

A szóban forgó szótárakban előfordulnak az alábbi címszavak is: bolygóközi állomás, csillagködfojt, delta 2 és gamma 2 (az értelmezőben); továbbá az idegen szavak között az: asztrálméchanika, asztrometeorológia, deklinál 3, deklinométer 2, kollimáció, nátriumfelhő, orbitális repülés, thisbe, Vulcanus. Ezek legalábbis csillagászati szempontból mondva csinált, vagy nem használatos szavak, teljesen feleslegesek, ezért az értelmezéscikkekben előforduló hibák javításával nem is foglalkozunk.

Az állatövi csillagképek latin nevei közül 4 megtalálható az idegen szavak szótárában, a magyarázat azonban egyik esetben sem kifogástalan. A 12 állatövi csillagkép latin (és magyar) neve olyan sorrendben ahogy a csillagképek az égbolton nyugat-kelet irányban haladólag következnek: Aries (Kos), Taurus (Bika), Gemini (Ikrek), Cancer (Rák), Leo (Oroszlán), Virgo (Szűz), Libra (mérleg), Scorpius (Skorpió), Sagittarius (Nyíl), Capricornus (Bak), Aquarius (Vízöntő), Pisces (Halak).

A kisbolygók közül a 4 „nagy”, illetve legnagyobb közül csak a legkisebb, a Juno (felfedezési sorrend szerint a 3. számú) kerül említésre az idegen szavak szótárában. Pedig nemcsak a Juno, hanem a Ceres, Pallas és Vesta címszavak is előfordulnak, de anélkül, hogy utalás történne arra, hogy ezek az 1., 2. és 4. számú kisbolygó nevét is jelenthetik.

Véleményünk szerint kimaradt még a szótárakból néhány fontos címszó is. Például: a **polgári idő** (a mindennapi életben általánosan használt idő) és a **julián naptár** (a Julius Caesar által i. e. 46-ban bevezetett és 1582-ig általánosan használt naptár, amelyben minden negyedik év szökőév).

Végül megjegyezzük, hogy a különböző üreszközök megnevezéseire szolgáló idegen szavak értelmezéseiben is akadnak javítani valók.

Jelen közlemény fő célja, hogy a csillagászati írásos ismeretterjesztéshez egy-két konkrét esetben támpontul szolgáljon, és felhívja a figyelmet, hogy kívánatos a csillagászati vonatkozású szövegeket szakemberrel lektoráltatni.

*Dezső Loránt  
ifj. Kálmán Béla*



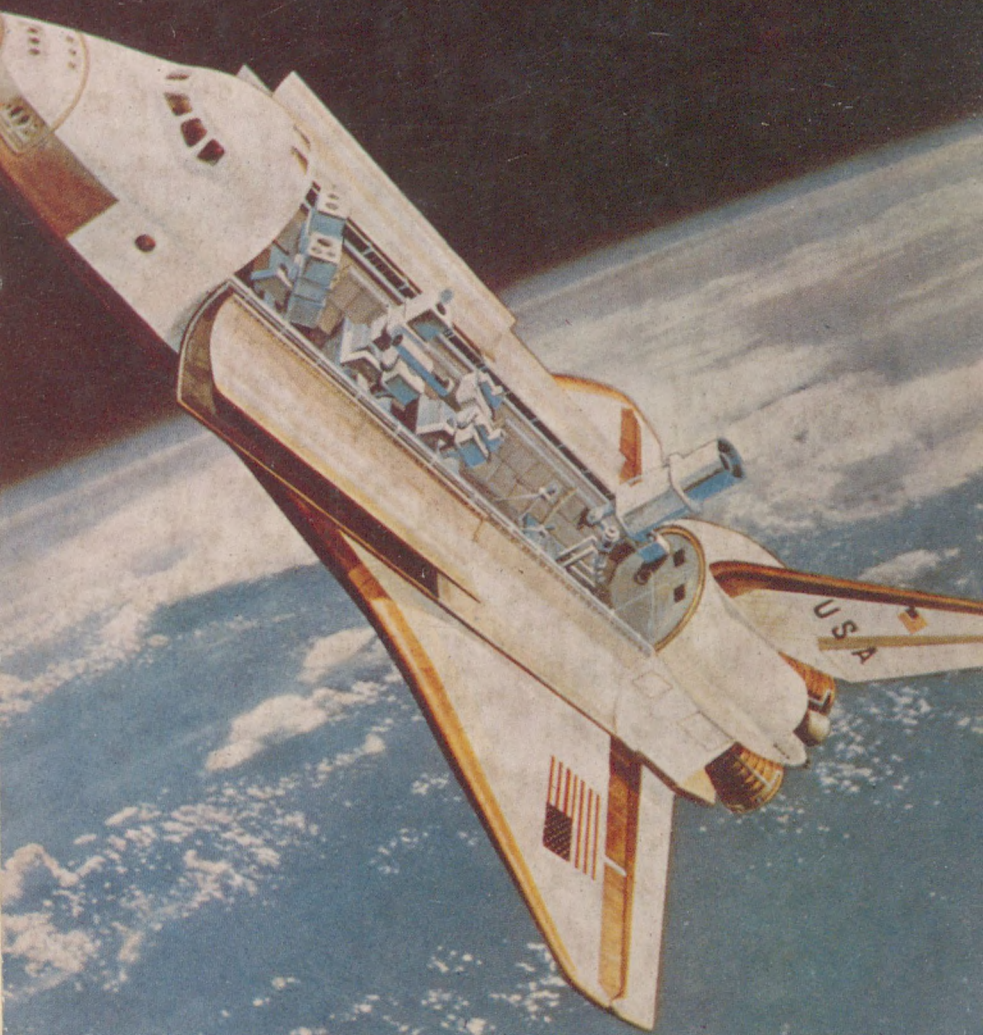
## TARTALOM

I. Táblázatok, grafikonok	
A Nap és a Hold kelte és fontosabb adatai .....	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának hé- liografikus koordinátái 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	28
A holdkorong sugara 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	29
A szabad szemmel látható bolygók adatai .....	30
Az Uránusz és Neptunusz adatai .....	37
Bolygók héliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 <sup>h</sup> világidőkor .....	38
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei .....	40
A Mars és a Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága és adatok a Szaturnusz gyűrűjére vonatkozólag .....	48
Bolygókorongok megvilágításának adatai .....	50
Magyarországról látható fényesebb nyílt halmazok .....	51
Csillagkatalógus (magnitúdóhatár 4,0) .....	52
A legerősebb rádióforrások .....	61
A tavaszi napéjgyenlőség utáni első holdtöltét követő (húsvéti) vasár- napok dátumai .....	62
Zenittávolság—nomogram .....	64
Kiegészítő tudnivalók a táblázatokhoz .....	66
A csillagos ég 1979-ben .....	67
II. Beszámolók	
Szeidl Béla: A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézeté- nek működése az 1977. évben .....	79
Almár Iván: A Kozmikus Geodéziai Observatórium működése az 1976— 1977 években .....	87
Ponori Thewrewk Aurél: A TIT Budapesti Uránia Csillagvizsgálója és Planetáriuma az 1977. évben .....	91
Kanyó Sándor: A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályok 1977. évi tevékenysége .....	101
III. Cikkek	
Ifj. Kálmán Béla: A csillagászat legújabb eredményei .....	113
Balázs Lajos: A közeli csillagok .....	127
Jankovics István: A csillagfejlődés kezdetei .....	141
Oláh Katalin: A BY Draconis típusú csillagok .....	162
Ludmány András: A Nap elektromágneses szinképe .....	173
Taracsák Gábor: A Szaturnusz bolygó .....	186
Szentesi György, Gedeon József, Sárhidai Gyula: Az űrhajózás új esz- köze: az űrrepülőgép .....	199
Büttner György: Pólusingadozás .....	224
Csillagászati vonatkozású szavak értelmezéséről és írásmódjáról (Dezső Lóránt, ifj. Kálmán Béla) .....	248

Kiadja a Gondolat, a TIT kiadója  
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója  
Felelős szerkesztő: Barlai Katalin  
Műszaki vezető: Kálmán Emil  
Műszaki szerkesztő: Radó Péter  
A borító- és kötésterv Radó Péter munkája  
Megjelent 10 200 példányban  
16 (A/5) ív + 8 oldal melléklet terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint készült  
78-3353 Pécsi Szikra Nyomda — F. v.: Szendrői György igazgató





33,— Ft