

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV 1970



CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

AZ 1970. ÉVRE

SZERKESZTETTE

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT
CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK
ORSZÁGOS VÁLASZTMÁNYA

371080

GONDOLAT KIADÓ
BUDAPEST 1969

771028

KTÖRÖLVE

14.604 / 1970

14.604 / 1970 ✓

CSILLAGÁSZATI ADATOK
AZ 1970. ÉVRE

Az I—XVI. táblázatokat összeállította
a TIT Hajdú-Bihar Megyei Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével
(Debrecen)

I. JANUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
h m	h m	h m	h m	h m	h m				
1	Cs	(1)	1	7 32	11 47	16 03	0 06	11 17	
2	P		2	7 32	11 48	16 04	1 17	11 34	
3	Sz		3	7 32	11 49	16 05	2 34	11 55	
4	V		4	7 32	11 49	16 06	3 55	12 24	
5	H	2	5	7 32	11 50	16 07	5 18	13 05	
6	K		6	7 32	11 50	16 09	6 34	14 02	
7	Sz		7	7 31	11 51	16 10	7 38	15 18	● 21 36
8	Cs		8	7 31	11 51	16 11	8 26	16 45	
9	P		9	7 31	11 51	16 12	9 00	18 16	
10	Sz		10	7 30	11 52	16 13	9 25	19 44	
11	V		11	7 30	11 52	16 14	9 45	21 08	
12	H	3	12	7 29	11 52	16 16	10 03	22 28	
13	K		13	7 29	11 53	16 17	10 19	23 44	
14	Sz		14	7 29	11 53	16 18	10 36	—	) 14 18
15	Cs		15	7 28	11 54	16 20	10 55	1 01	
16	P		16	7 27	11 54	16 21	11 17	2 16	
17	Sz		17	7 27	11 54	16 22	11 45	3 29	
18	V		18	7 26	11 55	16 24	12 21	4 38	
19	H	4	19	7 25	11 55	16 25	13 07	5 40	
20	K		20	7 24	11 55	16 27	14 04	6 31	
21	Sz		21	7 23	11 56	16 28	15 08	7 11	
22	Cs		22	7 22	11 56	16 30	16 19	7 42	○ 13 55
23	P		23	7 21	11 56	16 31	17 25	8 06	
24	Sz		24	7 20	11 56	16 32	18 32	8 25	
25	V		25	7 19	11 56	16 34	19 39	8 41	
26	H	5	26	7 18	11 57	16 35	20 46	8 55	
27	K		27	7 17	11 57	16 37	21 53	9 09	
28	Sz		28	7 16	11 57	16 38	23 03	9 22	
29	Cs		29	7 15	11 57	16 40	—	9 38	
30	P		30	7 14	11 57	16 41	0 16	9 57	(15 39
31	Sz		31	7 13	11 58	16 43	1 33	10 21	

Hold: 8-án 11^h-kor földközélen
22-én 21^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látzó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...587,5	6 40 55,338	18 44	—23 03	16 17	12 36	— 6 20
588,5	6 44 51,891	18 49	22 59	16 18	13 22	12 06
589,5	6 48 48,447	18 53	22 53	16 17	14 12	17 33
590,5	6 52 45,006	18 57	22 47	16 17	15 06	22 18
591,5	6 56 41,569	19 02	22 41	16 17	16 06	25 58
592,5	7 00 38,136	19 06	22 34	16 17	17 11	28 02
593,5	7 04 34,704	19 11	22 27	16 17	18 18	28 08
594,5	7 08 31,271	19 15	22 20	16 17	19 26	26 08
595,5	7 12 27,836	19 19	22 12	16 17	20 31	22 13
596,5	7 16 24,397	19 24	22 03	16 17	21 31	16 51
597,5	7 20 20,953	19 28	21 54	16 17	22 27	10 34
598,5	7 24 17,507	19 32	21 45	16 17	23 19	— 3 53
599,5	7 28 14,058	19 37	21 35	16 17	0 08	+ 2 48
600,5	7 32 10,611	19 41	21 25	16 17	0 57	9 09
601,5	7 36 07,165	19 45	21 14	16 17	1 45	14 55
602,5	7 40 03,721	19 50	21 03	16 17	2 35	19 52
603,5	7 44 00,280	19 54	20 52	16 17	3 27	23 50
604,5	7 47 56,841	19 58	20 40	16 17	4 20	26 38
605,5	7 51 53,403	20 02	20 28	16 17	5 14	28 08
606,5	7 55 49,965	20 07	20 15	16 17	6 09	28 17
607,5	7 59 46,528	20 11	20 02	16 17	7 02	27 06
608,5	8 03 43,089	20 15	19 49	16 17	7 54	24 42
609,5	8 07 39,648	20 19	19 35	16 17	8 43	21 14
610,5	8 11 36,204	20 24	19 21	16 16	9 30	16 56
611,5	8 15 32,758	20 28	19 07	16 16	10 14	11 58
612,5	8 19 29,311	20 32	18 52	16 16	10 58	6 34
613,5	8 23 25,862	20 36	18 37	16 16	11 40	+ 0 53
614,5	8 27 22,412	20 40	18 22	16 16	12 23	— 4 55
615,5	8 31 18,963	20 44	18 06	16 16	13 08	10 38
616,5	8 35 15,516	20 48	17 50	16 16	13 55	16 04
617,5	8 39 12,072	20 53	—17 33	16 16	14 46	—20 56

Föld: 1-6n napközben

I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változása	
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(5)	32	7 11	11 58	16 45	2 52	10 55		
2	H	6	33	7 10	11 58	16 46	4 10	11 42		
3	K		34	7 09	11 58	16 48	5 19	12 46		
4	Sz		35	7 08	11 58	16 49	6 18	14 07		
5	Cs		36	7 06	11 58	16 51	6 54	15 38		
6	P		37	7 05	11 58	16 52	7 23	17 09	● 08 13	
7	Sz		38	7 03	11 58	16 54	7 46	18 37		
8	V		39	7 02	11 58	16 55	8 06	20 01		
9	H	7	40	7 00	11 58	16 57	8 22	21 23		
10	K		41	6 59	11 58	16 58	8 40	22 42		
11	Sz		42	6 57	11 58	17 00	8 58	—		
12	Cs		43	6 56	11 58	17 01	9 10	0 00		
13	P		44	6 54	11 58	17 03	9 46	1 17	) 05 10
14	Sz		45	6 52	11 58	17 05	10 19	2 29		
15	V		46	6 51	11 58	17 06	11 03	3 34		
16	H	8	47	6 49	11 58	17 08	11 56	4 29		
17	K		48	6 48	11 58	17 09	12 58	5 13		
18	Sz		49	6 45	11 58	17 11	14 05	5 45		
19	Cs		50	6 44	11 58	17 13	15 13	6 11		
20	P		51	6 42	11 58	17 15	16 12	6 31		
21	Sz		52	6 40	11 58	17 16	17 30	6 48	○ 09 19	
22	V		53	6 38	11 58	17 18	18 37	7 03		
23	H	9	54	6 37	11 57	17 19	19 45	7 16		
24	K		55	6 35	11 57	17 21	20 54	7 30		
25	Sz		56	6 33	11 57	17 22	22 05	7 45		
26	Cs		57	6 31	11 57	17 24	23 20	8 03		
27	P		58	6 29	11 57	17 25	—	8 24		
28	Sz		59	6 28	11 57	17 27	0 37	8 53		

Hold: 6-án 0^h-kor földközelen
18-án 23^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 618,5	8 43 08,631	20 57	-17 17	16 15	15 42	-24 53
619,5	8 47 05,193	21 01	17 00	16 15	16 43	27 32
620,5	8 51 01,758	21 05	16 42	16 15	17 48	28 28
621,5	8 54 58,324	21 09	16 25	16 15	18 55	27 24
622,5	8 58 54,888	21 13	16 07	16 15	20 00	24 20
623,5	9 02 51,448	21 17	15 49	16 15	21 03	19 32
624,5	9 06 48,004	21 21	15 30	16 15	22 01	13 29
625,5	9 10 44,556	21 25	15 11	16 14	22 56	- 6 43
626,5	9 14 41,106	21 29	14 52	16 14	23 48	+ 0 16
627,5	9 18 37,655	21 33	14 33	16 14	0 39	7 02
628,5	9 22 34,206	21 37	14 14	16 14	1 29	13 15
629,5	9 26 30,759	21 41	13 54	16 14	2 20	18 38
630,5	9 30 27,315	21 45	13 34	16 13	3 12	23 00
631,5	9 34 23,873	21 49	13 14	16 13	4 06	26 10
632,5	9 38 20,432	21 53	12 54	16 13	5 00	28 00
633,5	9 42 16,993	21 56	12 33	16 13	5 55	28 29
634,5	9 46 13,553	22 00	12 12	16 13	6 49	27 36
635,5	9 50 10,111	22 04	11 51	16 13	7 41	25 29
636,5	9 54 06,668	22 08	11 30	16 12	8 31	22 15
637,5	9 58 03,223	22 12	11 09	16 12	9 18	18 08
638,5	10 01 59,775	22 16	10 47	16 12	10 03	13 17
639,5	10 05 56,325	22 20	10 25	16 12	10 47	7 56
640,5	10 09 52,874	22 23	10 04	16 11	10 30	+ 2 14
641,5	10 13 49,422	22 27	9 42	16 11	12 13	- 3 35
642,5	10 17 45,970	22 31	9 20	16 11	12 57	9 22
643,5	10 21 42,520	22 35	8 57	16 11	13 43	14 52
644,5	10 25 39,072	22 39	8 35	16 11	14 33	19 50
645,5	10 29 35,628	22 42	- 8 12	16 10	15 26	-23 59

I. MÁRCIUS

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	nyug-szik	kel	nyug-szik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(9)	60	6 26	11 56	17 28	1 54	9 33	(03 33
2	H	10	61	6 24	11 56	17 30	3 05	10 29	
3	K		62	6 22	11 56	17 31	4 03	11 40	
4	Sz		63	6 20	11 56	17 33	4 48	13 04	
5	Cs		64	6 18	11 56	17 34	5 21	14 33	
6	P		65	6 16	11 55	17 35	5 47	16 01	
7	Sz		66	6 14	11 55	17 37	6 07	17 28	● 18 43
8	V		67	6 12	11 55	17 38	6 25	18 51	
9	H	11	68	6 10	11 55	17 40	6 43	20 14	
10	K		69	6 08	11 54	17 41	7 00	21 36	
11	Sz		70	6 06	11 54	17 43	7 21	22 55	
12	Cs		71	6 04	11 54	17 45	7 46	—	
13	P		72	6 03	11 53	17 46	8 13	0 12	) 22 16
14	Sz		73	6 00	11 53	17 48	8 57	1 22	
15	V		74	5 59	11 53	17 49	9 47	2 22	
16	H	12	75	5 56	11 53	17 51	10 47	3 10	
17	K		76	5 55	11 52	17 52	11 53	3 47	
18	Sz		77	5 52	11 52	17 54	13 01	4 15	
19	Cs		78	5 50	11 52	17 55	14 10	4 37	
20	P		79	5 49	11 51	17 56	15 18	4 55	
21	Sz		80	5 46	11 51	17 58	16 26	5 10	
22	V		81	5 45	11 51	17 59	17 34	5 24	
23	H	13	82	5 42	11 51	18 01	18 43	5 38	○ 02 53
24	K		83	5 40	11 50	18 02	19 55	5 53	
25	Sz		84	5 38	11 50	18 03	21 09	6 10	
26	Cs		85	5 36	11 50	18 05	22 26	6 30	
27	P		86	5 34	11 49	18 06	23 43	6 57	
28	Sz		87	5 32	11 49	18 07	—	7 33	
29	V		88	5 30	11 49	18 09	0 56	8 22	
30	H	14	89	5 28	11 48	18 10	1 57	9 27	(12 05
31	K		90	5 26	11 48	18 12	2 45	10 44	

Hold: 6-án 11^h-kor földközelen
18-án 13^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 646,5	10 33 32,186	22 46	-7 50	16 10	16 24	-26 58
647,5	10 37 28,747	22 50	7 27	16 10	17 26	28 26
648,5	10 41 25,310	22 54	7 04	16 10	18 30	28 05
649,5	10 45 21,872	22 57	6 41	16 09	19 34	25 51
650,5	10 49 18,431	23 01	6 18	16 09	20 36	21 51
651,5	10 53 14,986	23 05	5 55	16 09	21 35	16 24
652,5	10 57 11,538	23 08	5 31	16 09	22 31	9 56
653,5	11 01 08,086	23 12	5 08	16 08	23 24	- 2 58
654,5	11 05 04,634	23 16	4 45	16 08	0 16	+ 4 03
655,5	11 09 01,182	23 20	4 21	16 08	1 08	10 42
656,5	11 12 57,732	23 23	3 58	16 08	2 00	16 38
657,5	11 16 54,285	23 27	3 34	16 07	2 53	21 33
658,5	11 20 50,841	23 31	3 10	16 07	3 47	25 15
659,5	11 24 47,399	23 34	2 47	16 07	4 43	27 35
660,5	11 28 43,958	23 38	2 23	16 07	5 39	28 30
661,5	11 32 40,516	23 42	1 59	16 06	6 33	28 00
662,5	11 36 37,074	23 45	1 36	16 06	7 26	26 12
663,5	11 40 33,630	23 49	1 12	16 06	8 17	23 16
664,5	11 44 30,184	23 53	0 48	16 05	9 05	19 23
665,5	11 48 26,736	23 56	0 25	16 05	9 50	14 43
666,5	11 52 23,285	24 00	-0 01	16 05	10 35	9 29
667,5	11 56 19,833	0 03	+0 23	16 05	11 18	+ 3 51
668,5	12 00 16,380	0 07	0 46	16 04	12 01	- 2 01
669,5	12 04 12,927	0 11	1 10	16 04	12 45	7 53
670,5	12 08 09,476	0 14	1 34	16 04	13 32	13 32
671,5	12 12 06,027	0 18	1 57	16 04	14 21	18 42
672,5	12 16 02,581	0 22	2 21	16 03	15 14	23 05
673,5	12 19 59,138	0 25	2 44	16 03	16 10	26 21
674,5	12 23 55,698	0 29	3 08	16 03	17 11	28 10
675,5	12 27 52,259	0 33	3 31	16 02	18 13	28 17
676,5	12 31 48,820	0 36	+3 54	16 02	19 16	-26 37

Föld: 21-én 1^h 57^m-kor tavasz kezdete (KözEI)

I. ÁPRILIS

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	nyug-szik	kel	nyug-szik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(14)	91	5 24	11 48	18 13	3 21	12 09	
2	Cs		92	5 22	11 48	18 14	3 48	13 35	
3	P		93	5 20	11 47	18 16	4 09	14 59	
4	Sz		94	5 18	11 47	18 17	4 28	16 22	
5	V		95	5 16	11 47	18 19	4 45	17 44	
6	H	15	96	5 14	11 46	18 20	5 03	19 06	● 05 09
7	K		97	5 12	11 46	18 21	5 22	20 27	
8	Sz		98	5 10	11 46	18 23	5 45	21 47	
9	Cs		99	5 08	11 46	18 24	6 14	23 03	
10	P		100	5 06	11 45	18 25	6 51	—	
11	Sz		101	5 04	11 45	18 27	7 38	0 09	
12	V	102	5 02	11 45	18 28	8 35	1 03		
13	H	16	103	5 00	11 44	18 30	9 40	1 45	) 16 44
14	K		104	4 58	11 44	18 31	10 47	2 16	
15	Sz		105	4 57	11 44	18 32	11 56	2 41	
16	Cs	106	4 54	11 44	18 34	13 04	3 00		
17	P	107	4 52	11 44	18 36	14 12	3 16		
18	Sz	108	4 51	11 43	18 37	15 19	3 31		
19	V	109	4 49	11 43	18 39	16 28	3 45		
20	H	17	110	4 48	11 43	18 40	17 39	3 59	
21	K		111	4 45	11 43	18 42	18 54	4 15	○ 17 21
22	Sz		112	4 43	11 42	18 43	20 11	4 35	
23	Cs		113	4 42	11 42	18 44	21 30	5 00	
24	P		114	4 40	11 42	18 46	22 46	5 33	
25	Sz	115	4 38	11 42	18 47	23 51	6 19		
26	V	116	4 37	11 42	18 48	—	7 20		
27	H	18	117	4 35	11 42	18 50	0 43	8 34	
28	K		118	4 33	11 41	18 51	1 22	9 56	(18 18
29	Sz		119	4 32	11 41	18 52	1 52	11 20	
30	Cs		120	4 30	11 41	18 54	2 14	12 42	

Hold: 3-án 12^h-kor földközélen
 15-én 7^h-kor földtávolban
 30-án 5^h-kor földközélen

H Ó N A P

0 ^h világitőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 677,5	12 35 45,380	0 40	+ 4 18	16 02	20 17	-- 23 14
678,5	12 39 41,936	0 44	4 41	16 02	21 15	18 24
679,5	12 43 38,488	0 47	5 04	16 01	22 10	12 28
680,5	12 47 35,038	0 51	5 27	16 01	23 03	-- 5 50
681,5	12 51 31,585	0 54	5 50	16 01	23 54	+ 1 04
682,5	12 55 28,133	0 58	6 13	16 00	0 45	7 51
683,5	12 59 24,682	1 02	6 35	16 00	1 37	14 08
684,5	13 03 21,235	1 05	6 58	16 00	2 30	19 34
685,5	13 07 17,790	1 09	7 20	16 00	3 25	23 51
686,5	13 11 14,348	1 13	7 43	15 59	4 22	26 46
687,5	13 15 10,907	1 16	8 05	15 59	5 19	28 13
688,5	13 19 07,467	1 20	8 27	15 59	6 15	28 12
689,5	13 23 04,026	1 24	8 49	15 59	7 09	26 48
690,5	13 27 00,584	1 27	9 11	15 58	8 01	24 12
691,5	13 30 57,139	1 31	9 32	15 58	8 50	20 35
692,5	13 34 53,693	1 35	9 54	15 58	9 36	16 10
693,5	13 38 50,244	1 39	10 15	15 58	10 21	11 07
694,5	13 42 46,793	1 42	10 36	15 57	11 04	+ 5 37
695,5	13 46 43,341	1 46	10 57	15 57	11 47	-- 0 10
696,5	13 50 39,890	1 50	11 18	15 57	12 31	6 03
697,5	13 54 36,439	1 53	11 39	15 56	13 17	11 50
698,5	13 58 32,991	1 57	11 59	15 56	14 06	17 13
699,5	14 02 29,545	2 01	12 19	15 56	14 59	21 54
700,5	14 06 26,103	2 05	12 39	15 56	15 56	25 32
701,5	14 10 22,664	2 08	12 59	15 55	16 56	27 44
702,5	14 14 19,227	2 12	13 18	15 55	17 59	28 15
703,5	14 18 15,790	2 16	13 38	15 55	19 02	26 58
704,5	14 22 12,351	2 20	13 57	15 55	20 03	23 59
705,5	14 26 08,910	2 24	14 16	15 54	21 00	19 32
706,5	14 30 05,465	2 27	+ 14 35	15 54	21 55	-- 14 00

I. MÁJUS

DÁTUM	A. HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEIT)					
				Budapesten					A HOLD fényváltásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	P	(18)	121	4 28	11 41	18 55	2 33	14 03	
2	Sz		122	4 27	11 41	18 56	2 50	15 23	
3	V		123	4 25	11 41	18 58	3 08	16 42	
4	H		124	4 23	11 41	18 59	3 25	18 03	
5	K		125	4 22	11 41	19 00	3 46	19 23	● 15 51
6	Sz		126	4 20	11 41	19 02	4 12	20 40	
7	Cs		127	4 19	11 40	19 03	4 46	21 52	
8	P		128	4 17	11 40	19 04	5 29	22 53	
9	Sz		129	4 16	11 40	19 06	6 22	23 40	
10	V		130	4 15	11 40	19 07	7 25	—	
11	H	20	131	4 13	11 40	19 08	8 32	0 15	
12	K		132	4 12	11 40	19 10	9 41	0 42	
13	Sz		133	4 10	11 40	19 11	10 50	1 03	) 11 26
14	Cs		134	4 09	11 40	19 13	11 57	1 21	
15	P		135	4 08	11 40	19 13	13 04	1 36	
16	Sz		136	4 06	11 40	19 15	14 11	1 50	
17	V		137	4 05	11 40	19 16	15 21	2 04	
18	H	21	138	4 04	11 40	19 18	16 33	2 20	
19	K		139	4 03	11 40	19 19	17 50	2 38	
20	Sz		140	4 02	11 40	19 20	19 10	3 00	
21	Cs		141	4 01	11 41	19 21	20 28	3 31	○ 04 38
22	P		142	3 59	11 41	19 22	21 40	4 12	
23	Sz		143	3 58	11 41	19 24	22 38	5 09	
24	V		144	3 57	11 41	19 25	23 23	6 22	
25	H	22	145	3 57	11 41	19 26	23 55	7 43	
26	K		146	3 56	11 41	19 27	—	9 08	
27	Sz		147	3 55	11 41	19 28	0 19	10 32	(23 32
28	Cs		148	3 54	11 41	19 29	0 39	11 52	
29	P		149	3 53	11 41	19 30	0 56	13 10	
30	Sz		150	3 52	11 41	19 31	1 13	14 28	
31	V		151	3 52	11 42	19 32	1 31	15 46	

Hold: 13-án 03^h-kor földtávolban
25-én 09^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^b világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
707,5	14 34 02,017	2 31	+ 14 53	15 54	22 47	— 7 43
708,5	14 37 58,567	2 35	15 11	15 54	23 37	— 1 04
709,5	14 41 55,116	2 39	15 29	15 53	0 27	+ 5 35
710,5	14 45 51,667	2 43	15 47	15 53	1 18	11 55
711,5	14 49 48,220	2 47	16 04	15 53	2 10	17 35
712,5	14 53 44,776	2 50	16 21	15 53	3 04	22 16
713,5	14 57 41,335	2 54	16 38	15 53	4 00	25 42
714,5	15 01 37,896	2 58	16 55	15 52	4 57	27 42
715,5	15 05 34,458	3 02	17 11	15 52	5 55	28 12
716,5	15 09 31,020	3 06	17 27	15 52	6 50	27 14
717,5	15 13 27,580	3 10	17 43	15 52	7 43	25 00
718,5	15 17 24,139	3 14	17 58	15 51	8 33	21 41
719,5	15 21 20,695	3 18	18 14	15 51	9 21	17 30
720,5	15 25 17,249	3 22	18 28	15 51	10 05	12 40
721,5	15 29 13,801	3 25	18 43	15 51	10 49	7 21
722,5	15 33 10,352	3 29	18 57	15 51	11 32	+ 1 43
723,5	15 37 06,903	3 33	19 11	15 50	12 15	— 4 06
724,5	15 41 03,454	3 37	19 25	15 50	13 00	9 53
725,5	15 44 60,007	3 41	19 38	15 50	13 48	15 25
726,5	15 48 56,563	3 45	19 51	15 50	14 40	20 23
727,5	15 52 53,122	3 49	20 03	15 50	15 36	24 25
728,5	15 56 49,684	3 53	20 16	15 50	16 37	27 07
729,5	16 00 46,249	3 57	20 27	15 49	17 41	28 09
730,5	16 04 42,815	4 01	20 39	15 49	18 45	27 18
731,5	16 08 39,380	4.05	20 50	15 49	19 48	24 38
732,5	16 12 35,941	4 09	21 01	15 49	20 47	20 26
733,5	16 16 32,499	4 13	21 11	15 49	21 43	15 04
734,5	16 20 29,054	4 18	21 22	15 48	22 35	8 57
735,5	16 24 25,606	4 22	21 31	15 48	23 25	— 2 27
736,5	16 28 22,158	4 26	21 40	15 48	0 14	+ 4 06
737,5	16 32 18,710	4 30	+ 21 49	15 48	1 03	+ 10 23

I. JÚNIUS

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	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	23	152	3 51	11 42	19 33	1 50	17 05		
2	K		153	3 50	11 42	19 34	2 13	18 22		
3	Sz		154	3 50	11 42	19 35	2 43	19 35		
4	Cs		155	3 49	11 42	19 36	3 22	20 40	● 03 21	
5	P		156	3 49	11 42	19 36	4 12	21 32		
6	Sz		157	3 48	11 43	19 37	5 11	22 12		
7	V		158	3 48	11 43	19 38	6 18	22 43		
8	H	24	159	3 48	11 43	19 39	7 26	23 06		
9	K		160	3 47	11 43	19 39	8 36	23 25		
10	Sz		161	3 47	11 43	19 40	9 43	23 41		
11	Cs		162	3 47	11 44	19 41	10 40	23 55		
12	P	163	3 47	11 44	19 41	11 56	—	☾ 05 07		
13	Sz	164	3 46	11 44	19 42	13 03	0 09			
14	V	165	3 46	11 44	19 42	14 13	0 23			
15	H	25	166	3 46	11 44	19 43	15 27	0 40		
16	K		167	3 46	11 45	19 44	16 44	1 00		
17	Sz		168	3 46	11 45	19 44	18 04	1 27		
18	Cs	169	3 46	11 45	19 44	19 21	2 03			
19	P	170	3 46	11 45	19 45	20 27	2 54	○ 13 28		
20	Sz	171	3 46	11 45	19 45	21 17	4 01			
21	V		172	3 47	11 46	19 45	21 55	5 22		
22	H	26	173	3 47	11 46	19 45	22 23	6 50		
23	K		174	3 47	11 46	19 45	22 44	8 16		
24	Sz		175	3 47	11 46	19 46	23 03	9 40		
25	Cs		176	3 47	11 47	19 46	23 19	11 00		
26	P		177	3 48	11 47	19 46	23 37	12 08	☾ 05 01	
27	Sz	178	3 49	11 47	19 46	23 55	13 36			
28	V	179	3 49	11 47	19 46	—	14 54			
29	H	27	180	3 49	11 47	19 45	0 17	16 11		
30	K		181	3 50	11 48	19 45	0 44	17 24		

Hold: 9-én 21^h-kor földtávolban
21-én 19^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^h világitőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 738,5	16 36 15,264	4 34	+ 21 58	15 48	1 54	+ 16 06
739,5	16 40 11,821	4 38	22 06	15 48	2 47	20 58
740,5	16 44 08,331	4 42	22 14	15 48	3 42	24 44
741,5	16 48 04,944	4 46	22 22	15 47	4 38	27 09
742,5	16 52 01,507	4 50	22 29	15 47	5 35	28 05
743,5	16 55 58,071	4 54	22 35	15 47	6 32	27 34
744,5	16 59 54,634	4 59	22 42	15 47	7 26	25 41
745,5	17 03 51,195	5 03	22 47	15 47	8 17	22 40
746,5	17 07 47,753	5 07	22 53	15 47	9 05	18 43
747,5	17 11 44,310	5 11	22 58	15 47	9 51	14 04
748,5	17 15 40,864	5 15	23 03	15 47	10 34	8 55
749,5	17 19 37,417	5 19	23 07	15 47	11 17	+ 3 25
750,5	17 23 33,969	5 23	23 11	15 46	11 59	- 2 16
751,5	17 27 30,521	5 27	23 14	15 46	12 43	7 59
752,5	17 31 27,075	5 32	23 17	15 46	13 29	13 32
753,5	17 35 23,631	5 36	23 20	15 46	14 19	18 40
754,5	17 39 20,190	5 40	23 22	15 46	15 13	23 03
755,5	17 43 16,752	5 44	23 24	15 46	16 13	26 17
756,5	17 47 13,318	5 48	23 25	15 46	17 16	27 57
757,5	17 51 09,885	5 52	23 26	15 46	18 22	27 45
758,5	17 55 06,452	5 57	23 27	15 46	19 27	25 36
759,5	17 59 03,016	6 01	23 27	15 46	20 29	21 42
760,5	18 02 59,576	6 05	23 26	15 46	21 27	16 28
761,5	18 06 56,133	6 09	23 26	15 46	22 22	10 20
762,5	18 10 52,686	6 13	23 25	15 46	23 13	- 3 46
763,5	18 14 49,238	6 17	23 23	15 46	0 03	+ 2 51
764,5	18 18 45,791	6 22	23 21	15 46	0 52	9 13
765,5	18 22 42,345	6 26	23 19	15 45	1 42	15 02
766,5	18 26 38,902	6 30	23 16	15 45	2 34	20 03
767,5	18 30 35,462	6 34	+ 23 13	15 45	3 27	+ 24 01

Föld: 21-én 20^h 43^m-kor nyár kezdete (KözEI)

I. JÚLIUS

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

Hold: 7-én 13^h-kor földtávolban
19-én 23^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 768,5	18 34 32,024	6 38	+ 23 09	15 45	4 23	+ 26 43
769,5	18 38 28,587	6 42	23 05	15 45	5 19	28 00
770,5	18 42 25,151	6 46	23 01	15 45	6 15	27 51
771,5	18 46 21,714	6 51	22 56	15 45	7 10	26 19
772,5	18 50 18,275	6 55	22 51	15 45	8 02	23 34
773,5	18 54 14,835	6 59	22 45	15 45	8 51	19 50
774,5	18 58 11,392	7 03	22 40	15 45	9 37	15 21
775,5	19 02 07,946	7 07	22 33	15 45	10 21	10 19
776,5	19 06 04,499	7 11	22 26	15 45	11 04	+ 4 55
777,5	19 10 01,051	7 15	22 19	15 45	11 46	- 0 41
778,5	19 13 57,603	7 19	22 12	15 45	12 28	6 19
779,5	19 17 54,155	7 23	22 04	15 45	13 13	11 51
780,5	19 21 50,710	7 27	21 56	15 46	14 00	17 02
781,5	19 25 47,267	7 31	21 47	15 46	14 52	21 37
782,5	19 29 43,827	7 36	21 38	15 46	15 48	25 16
783,5	19 33 40,391	7 40	21 28	15 46	16 49	27 33
784,5	19 37 36,957	7 44	21 19	15 46	17 54	28 07
785,5	19 41 33,523	7 48	21 09	15 46	19 00	26 44
786,5	19 45 30,088	7 52	20 58	15 46	20 04	23 26
787,5	19 49 26,649	7 56	20 47	15 46	21 05	18 31
788,5	19 53 23,206	8 00	20 36	15 46	22 03	12 27
789,5	19 57 19,759	8 04	20 25	15 46	22 57	- 5 45
790,5	20 01 16,311	8 08	20 13	15 46	23 48	+ 1 07
791,5	20 05 12,861	8 12	20 00	15 46	0 39	7 45
792,5	20 09 09,414	8 16	19 48	15 46	1 30	13 51
793,5	20 13,05,969	8 20	19 35	15 46	2 21	19 08
794,5	20 17 02,527	8 23	19 22	15 46	3 15	23 22
795,5	20 20 59,087	8 27	19 08	15 47	4 10	26 20
796,5	20 24 55,648	8 31	18 54	15 47	5 06	27 56
797,5	20 28 52,211	8 35	18 40	15 47	6 02	28 05
798,5	20 32 48,772	8 39	+ 18 26	15 47	6 56	+ 26 52

Föld: 4-6n naptávolban

I. AUGUSZTUS

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	nyug-szik	kel	nyug-szik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(31)	213	4 21	11 50	19 19	3 03	19 15	
2	V		214	4 22	11 50	19 18	4 12	19 35	● 06 58
3	H	32	215	4 23	11 50	19 16	5 21	19 53	
4	K		216	4 25	11 50	19 15	6 28	20 08	
5	Sz		217	4 26	11 50	19 13	7 34	20 22	
6	Cs		218	4 27	11 50	19 12	8 39	20 35	
7	P		219	4 28	11 50	19 10	9 46	20 50	
8	Sz		220	4 30	11 50	19 09	10 54	21 06	
9	V		221	4 31	11 49	19 07	12 05	21 26	
10	H	33	222	4 32	11 49	19 06	13 19	21 52	) 09 50
11	K		223	4 34	11 49	19 04	14 35	22 28	
12	Sz		224	4 35	11 49	19 02	15 48	23 18	
13	Cs		225	4 36	11 49	19 01	16 51	—	
14	P		226	4 37	11 49	18 59	17 40	0 24	
15	Sz		227	4 39	11 48	18 57	18 18	1 45	
16	V		228	4 40	11 48	18 56	18 47	3 14	
17	H	34	229	4 41	11 48	18 54	19 09	4 44	○ 04 15
18	K		230	4 43	11 48	18 52	19 28	6 13	
19	Sz		231	4 45	11 48	18 50	19 46	7 38	
20	Cs		232	4 46	11 47	18 49	20 05	9 02	
21	P		233	4 47	11 47	18 47	20 25	10 24	
22	Sz		234	4 48	11 47	18 45	20 50	11 45	
23	V		235	4 50	11 47	18 42	21 20	13 04	(21 34
24	H	35	236	4 50	11 46	18 41	22 00	14 16	
25	K		237	4 52	11 46	18 39	22 49	15 19	
26	Sz		238	4 53	11 46	18 37	23 48	16 10	
27	Cs		239	4 55	11 45	18 36	—	16 49	
28	P		240	4 56	11 45	18 34	0 54	17 19	
29	Sz		241	4 57	11 45	18 32	2 02	17 42	
30	V		242	4 59	11 45	18 30	3 11	18 01	
31	H	36	243	5 00	11 44	18 28	4 18	18 16	● 23 01

Hold: 3-án 23^h-kor földtávolban
 17-én 08^h-kor földközélen
 31-én 02^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...799,5	20 36 45,333	8 43	+ 18 11	15 47	7 49	+ 24 24
800,5	20 40 41,891	8 47	17 56	15 47	8 38	20 53
801,5	20 44 38,446	8 51	17 41	15 47	9 25	16 33
802,5	20 48 35,000	8 55	17 25	15 47	10 09	11 38
803,5	20 52 31,551	8 59	17 09	15 47	10 52	6 17
804,5	20 56 28,101	9 02	16 53	15 48	11 34	+ 0 44
805,5	21 00 24,651	9 06	16 36	15 48	12 16	- 4 54
806,5	21 04 21,201	9 10	16 19	15 48	13 00	10 25
807,5	21 08 17,753	9 14	16 03	15 48	13 45	15 38
808,5	21 12 14,307	9 18	15 45	15 48	14 34	20 20
809,5	21 16 10,864	9 21	15 28	15 48	15 27	24 14
810,5	21 20 07,424	9 25	15 10	15 49	16 25	26 58
811,5	21 24 03,986	9 29	14 52	15 49	17 27	28 12
812,5	21 28 00,550	9 33	14 31	15 49	18 31	27 38
813,5	21 31 57,114	9 37	14 15	15 49	19 36	25 09
814,5	21 35 53,674	9 40	13 57	15 49	20 38	20 54
815,5	21 39 50,231	9 44	13 38	15 49	21 38	15 14
816,5	21 43 46,784	9 48	13 19	15 50	22 34	8 36
817,5	21 47 43,333	9 51	12 59	15 50	23 28	- 1 33
818,5	21 51 39,882	9 55	12 40	15 50	0 20	+ 5 27
819,5	21 55 36,431	9 59	12 20	15 50	1 13	11 59
820,5	21 59 32,983	10 03	12 00	15 50	2 06	17 44
821,5	22 03 29,538	10 06	11 40	15 51	3 00	22 24
822,5	22 07 26,096	10 10	11 20	15 51	3 56	25 47
823,5	22 11 22,655	10 14	11 00	15 51	4 52	27 44
824,5	22 15 19,216	10 17	10 38	15 51	5 48	28 14
825,5	22 19 15,775	10 21	10 18	15 51	6 44	27 19
826,5	22 23 12,334	10 25	9 57	15 52	7 36	25 08
827,5	22 27 08,890	10 28	9 35	15 52	8 26	21 52
828,5	22 31 05,444	10 32	9 14	15 52	9 14	17 43
829,5	22 35 01,996	10 36	+ 8 53	15 52	9 59	+ 12 55

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	nyug-szik	kel	nyug-szik		
				h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(36)	244	5 01	11 44	18 26	5 25	18 30		
2	Sz		245	5 03	11 44	18 24	6 31	18 43		
3	Cs		246	5 04	11 43	18 22	7 37	18 57		
4	P		247	5 06	11 43	18 20	8 44	19 13		
5	Sz		248	5 07	11 43	18 18	9 54	19 31		
6	V		249	5 08	11 42	18 16	11 06	19 55		
7	H	37	250	5 10	11 42	18 14	12 21	20 26		
8	K		251	5 11	11 42	18 12	13 33	21 09	) 20 38
9	Sz		252	5 12	11 41	18 10	14 38	22 06		
10	Cs		253	5 14	11 41	18 08	15 32	23 19		
11	P		254	5 15	11 41	18 06	16 13	—		
12	Sz		255	5 16	11 40	18 04	16 45	0 42		
13	V		256	5 17	11 40	18 02	17 09	2 10		
14	H	38	257	5 19	11 40	18 00	17 29	3 38		
15	K		258	5 20	11 39	17 58	17 48	5 05	○ 12 10	
16	Sz		259	5 21	11 39	17 56	18 07	6 30		
17	Cs		260	5 23	11 39	17 54	18 27	7 56		
18	P		261	5 24	11 38	17 52	18 50	9 20		
19	Sz		262	5 25	11 38	17 49	19 19	10 43		
20	V		263	5 27	11 37	17 47	19 56	12 00		
21	H	39	264	5 28	11 37	17 45	20 43	13 09		
22	K		265	5 29	11 37	17 43	21 39	14 06	(10 42	
23	Sz		266	5 31	11 36	17 41	22 44	14 49		
24	Cs		267	5 32	11 36	17 39	23 52	15 22		
25	P		268	5 33	11 36	17 37	—	15 47		
26	Sz		269	5 35	11 35	17 35	1 01	16 09		
27	V		270	5 36	11 35	17 33	2 08	16 23		
28	H	40	271	5 38	11 35	17 31	3 15	16 38		
29	K		272	5 39	11 34	17 29	4 22	16 52		
30	Sz		273	5 40	11 34	17 27	5 27	17 06	● 15 32	

Hold: 14-én 18^h-kor földközélen
27-én 09^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^b világitidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^b -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 830,5	22 38 58,546	10 39	+ 8 31	15 52	10 42	+ 7 39
831,5	22 42 55,094	10 43	8 09	15 53	11 24	+ 2 07
832,5	22 46 51,642	10 46	7 47	15 53	12 06	- 3 32
833,5	22 50 48,190	10 50	7 25	15 53	12 49	9 06
834,5	22 54 44,739	10 54	7 03	15 53	13 34	14 23
835,5	22 58 41,290	10 57	6 41	15 54	14 21	19 12
836,5	23 02 37,847	11 01	6 19	15 54	15 12	23 16
837,5	23 06 34,401	11 05	5 56	15 54	16 08	26 18
838,5	23 10 30,961	11 08	5 34	15 54	17 06	27 59
839,5	23 14 27,522	11 12	5 11	15 55	18 08	28 03
840,5	23 18 24,083	11 15	4 48	15 55	19 11	26 20
841,5	23 22 20,643	11 19	4 25	15 55	20 12	22 53
842,5	23 26 17,199	11 22	4 03	15 55	21 12	17 53
843,5	23 30 13,752	11 26	3 40	15 56	22 09	11 42
844,5	23 34 10,301	11 30	3 17	15 56	23 04	- 4 49
845,5	23 38 06,848	11 33	2 54	15 56	23 57	+ 2 20
846,5	23 42 03,396	11 37	2 30	15 56	0 50	9 15
847,5	23 45 59,946	11 40	2 07	15 57	1 44	15 31
848,5	23 49 56,498	11 44	1 44	15 57	2 40	20 47
849,5	23 53 53,054	11 48	1 21	15 57	3 37	24 45
850,5	23 57 49,612	11 51	0 57	15 57	4 35	27 14
851,5	0 01 46,171	11 54	0 34	15 58	5 32	28 11
852,5	0 05 42,731	11 58	+ 0 11	15 58	6 29	27 39
853,5	0 09 39,288	12 02	- 0 13	15 58	7 23	25 46
854,5	0 13 35,845	12 06	0 36	15 58	8 14	22 45
855,5	0 17 32,399	12 09	0 59	15 59	9 02	18 50
856,5	0 21 28,950	12 13	1 23	15 59	9 47	14 12
857,5	0 25 25,500	12 16	1 46	15 59	10 30	9 03
858,5	0 29 22,048	12 20	2 10	15 59	11 13	+ 3 34
859,5	0 33 18,595	12 24	- 2 33	16 00	11 55	- 2 04

Föld: 23-án 11^b 50^m-kor ósz kezdete (KözEI)

I. OKTÓBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fényváltásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(40)	274	5 42	11 34	17 25	6 34	17 21	
2	P		275	5 43	11 33	17 23	7 44	17 39	
3	Sz		276	5 44	11 33	17 21	8 56	18 00	
4	V		277	5 46	11 33	17 19	10 10	18 29	
5	H	41	278	5 47	11 32	17 17	11 23	19 07	
6	K		279	5 49	11 32	17 15	12 30	19 59	
7	Sz		280	5 50	11 32	17 13	13 26	21 05	
8	Cs		281	5 52	11 32	17 11	14 10	22 22	) 05 43
9	P		282	5 53	11 31	17 09	14 44	23 45	
10	Sz		283	5 55	11 31	17 07	15 10	—	
11	V		284	5 56	11 31	17 05	15 32	1 10	
12	H	42	285	5 57	11 30	17 03	15 51	2 35	
13	K		286	5 59	11 30	17 01	16 09	3 59	
14	Sz		287	6 00	11 30	16 59	16 28	5 23	○ 21 21
15	Cs		288	6 02	11 30	16 57	16 50	6 48	
16	P		289	6 03	11 30	16 56	17 18	8 13	
17	Sz		290	6 04	11 29	16 54	17 50	9 35	
18	V		291	6 06	11 29	16 52	18 34	10 50	
19	H	43	292	6 07	11 29	16 50	19 28	11 54	
20	K		293	6 09	11 29	16 48	20 31	12 43	
21	Sz		294	6 10	11 29	16 47	21 39	13 21	
22	Cs		295	6 12	11 28	16 45	22 48	13 50	(03 47
23	P		296	6 13	11 28	16 43	23 57	14 11	
24	Sz		297	6 15	11 28	16 41	—	14 29	
25	V		298	6 16	11 28	16 40	1 04	14 44	
26	H	44	299	6 17	11 28	16 38	2 10	14 59	
27	K		300	6 19	11 28	16 36	3 15	15 13	
28	Sz		301	6 20	11 28	16 34	4 22	15 27	
29	Cs		302	6 22	11 28	16 32	5 32	15 45	
30	P		303	6 23	11 28	16 31	6 43	16 05	● 07 28
31	Sz		304	6 25	11 28	16 30	7 58	16 32	

Hold: 13-án 2^h-kor földközélen
24-én 23^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világitdőkör						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...860,5	0 37 15,142	12 27	-2 56	16 00	12 38	- 7 42
861,5	0 41 11,690	12 31	3 20	16 00	13 23	13 06
862,5	0 45 08,241	12 34	3 43	16 01	14 10	18 04
863,5	0 49 04,794	12 38	4 06	16 01	15 00	22 19
864,5	0 53 01,350	12 41	4 29	16 01	15 54	25 36
865,5	0 56 57,908	12 45	4 52	16 01	16 52	27 36
866,5	1 00 54,469	12 49	5 15	16 02	17 52	28 04
867,5	1 04 51,030	12 53	5 38	16 02	18 53	26 53
868,5	1 08 47,590	12 56	6 01	16 02	19 53	24 02
869,5	1 12 44,147	13 00	6 24	16 03	20 51	19 41
870,5	1 16 40,701	13 04	6 47	16 03	21 47	14 07
871,5	1 20 37,251	13 07	7 09	16 03	22 41	7 40
872,5	1 24 33,800	13 11	7 32	16 03	23 34	- 0 45
873,5	1 28 30,347	13 15	7 54	16 04	0 26	+ 6 12
874,5	1 32 26,896	13 18	8 17	16 04	1 20	12 47
875,5	1 36 23,448	13 22	8 39	16 04	2 16	18 33
876,5	1 40 20,004	13 26	9 01	16 05	3 13	23 09
877,5	1 44 16,562	13 30	9 23	16 05	4 12	26 18
878,5	1 48 13,123	13 33	9 45	16 05	5 11	27 51
879,5	1 52 09,683	13 37	10 06	16 05	6 10	27 49
880,5	1 56 06,243	13 41	10 28	16 06	7 05	26 20
881,5	2 00 02,801	13 45	10 50	16 06	7 58	23 37
882,5	2 03 59,357	13 48	11 11	16 06	8 47	19 55
883,5	2 07 55,911	13 52	11 32	16 06	9 34	15 29
884,5	2 11 52,462	13 56	11 53	16 07	10 18	10 29
885,5	2 15 49,012	14 00	12 14	16 07	11 00	+ 5 06
886,5	2 19 45,561	14 04	12 34	16 07	11 43	- 0 28
887,5	2 23 42,110	14 08	12 54	16 07	12 25	6 06
888,5	2 27 38,659	14 11	13 14	16 08	13 10	11 35
889,5	2 31 35,211	14 15	13 34	16 08	13 57	16 43
890,5	2 35 31,765	14 19	-13 54	16 08	14 47	-21 13

I. NOVEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	V	(44)	305	6 27	11 28	16 27	9 12	17 08	
2	H	45	306	6 28	11 28	16 26	10 22	17 55	
3	K		307	6 30	11 28	16 24	11 22	18 58	
4	Sz		308	6 31	11 28	16 23	12 09	20 11	
5	Cs		309	6 33	11 28	16 21	12 46	21 32	
6	P		310	6 35	11 28	16 20	13 13	22 54	) 13 47
7	Sz		311	6 36	11 28	16 19	13 36	—	
8	V		312	6 38	11 28	16 17	13 55	0 16	
9	H	46	313	6 39	11 28	16 16	14 13	1 37	
10	K		314	6 41	11 28	16 15	14 31	2 58	
11	Sz		315	6 42	11 28	16 14	14 50	4 20	
12	Cs		316	6 44	11 28	16 12	15 14	5 43	
13	P		317	6 45	11 28	16 11	15 45	7 06	○ 08 28
14	Sz		318	6 47	11 28	16 10	16 23	8 25	
15	V		319	6 48	11 29	16 09	17 14	9 36	
16	H	47	320	6 50	11 29	16 08	18 15	10 37	
17	K		321	6 51	11 29	16 07	19 22	11 14	
18	Sz		322	6 53	11 29	16 05	20 32	11 49	
19	Cs		323	6 54	11 29	16 04	21 42	12 14	
20	P		324	6 56	11 30	16 03	22 49	12 33	
21	Sz		325	6 58	11 30	16 03	23 56	12 49	(0 13
22	V		326	6 59	11 30	16 02	—	13 04	
23	H	48	327	7 00	11 30	16 01	1 01	13 18	
24	K		328	7 02	11 31	16 00	2 08	13 32	
25	Sz		329	7 03	11 31	15 59	3 15	13 49	
26	Cs		330	7 04	11 31	15 58	4 26	14 08	
27	P		331	7 06	11 32	15 58	5 40	14 32	
28	Sz		332	7 07	11 32	15 57	6 55	15 05	● 22 14
29	V		333	7 08	11 32	15 56	8 08	15 49	
30	H	49	334	7 09	11 33	15 56	9 13	16 48	

Hold: 9-én 21^h-kor földközélen
21-én 19^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^b viláigidőkor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő ($\lambda = 0^{\text{h}}$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
... 891,5	2 39 28,322	14 23	—14 14	16 08	15 41	—24 47
892,5	2 43 24,882	14 27	14 33	16 09	16 38	27 06
893,5	2 47 21,444	14 31	14 52	16 09	17 38	27 55
894,5	2 51 18,007	14 35	15 11	16 09	18 39	27 05
895,5	2 55 14,569	14 39	15 29	16 09	19 39	24 36
896,5	2 59,11,129	14 43	15 48	16 09	20 37	20 40
897,5	3 03 07,686	14 47	16 06	16 10	21 32	15 31
898,5	3 07 04,239	14 51	16 23	16 10	22 24	9 31
899,5	3 11 00,790	14 55	16 41	16 10	23 16	— 2 57
900,5	3 14 57,340	14 59	16 58	16 10	0 07	+ 3 47
901,5	3 18 53,891	15 03	17 15	16 11	0 59	10 20
902,5	3 22 50,444	15 07	17 32	16 11	1 52	16 18
903,5	3 26 47,000	15 11	17 48	16 11	2 49	21 20
904,5	3 30 43,560	15 15	18 04	16 11	3 47	25 04
905,5	3 34 40,122	15 19	18 19	16 12	4 47	27 16
906,5	3 38 36,686	15 23	18 35	16 12	5 47	27 49
907,5	3 42 33,249	15 27	18 50	16 12	6 45	26 49
908,5	3 46 29,810	15 32	19 05	16 12	7 39	24 28
909,5	3 50 26,370	15 36	19 19	16 13	8 30	21 02
910,5	3 54 22,927	15 40	19 33	16 13	9 18	16 47
911,5	3 58 19,482	15 44	19 47	16 13	10 03	11 56
912,5	4 02 16,034	15 48	20 00	16 13	10 46	6 41
913,5	4 06 12,586	15 52	20 13	16 13	11 28	+ 1 12
914,5	4 10 09,137	15 57	20 25	16 14	12 11	— 4 23
915,5	4 14 05,689	16 01	20 38	16 14	12 54	9 53
916,5	4 18 02,242	16 05	20 49	16 14	13 40	15 07
917,5	4 21 58,798	16 09	21 01	16 14	14 30	19 50
918,5	4 25 55,357	16 14	21 12	16 14	15 23	23 43
919,5	4 29 51,919	16 18	21 22	16 14	16 20	26 28
920,5	4 33 48,483	16 22	—21 33	16 15	17 21	—27 43

I. DECEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					
				Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyug-szik	kel	nyug-szik	
h m		h m		h m		h m		h m	
1	K	(49)	335	7 11	11 33	15 55	10 06	18 00	
2	Sz		336	7 12	11 34	15 55	10 46	19 20	
3	Cs		337	7 13	11 34	15 54	11 17	20 43	
4	P		338	7 14	11 34	15 54	11 40	22 05	
5	Sz		339	7 15	11 35	15 54	12 00	23 25	) 21 36
6	V	50	340	7 17	11 35	15 53	12 18	—	
7	H		341	7 18	11 36	15 53	12 37	0 44	
8	K		342	7 19	11 36	15 53	12 54	2 03	
9	Sz		343	7 20	11 36	15 53	13 15	3 23	
10	Cs		344	7 21	11 37	15 53	13 43	4 44	
11	P	51	345	7 22	11 37	15 53	14 17	6 04	
12	Sz		346	7 22	11 38	15 53	15 02	7 17	○ 22 03
13	V		347	7 23	11 38	15 53	15 59	8 20	
14	H		348	7 24	11 39	15 53	17 04	9 09	
15	K		349	7 25	11 39	15 53	18 14	9 47	
16	Sz	52	350	7 26	11 40	15 54	19 26	10 15	
17	Cs		351	7 27	11 40	15 54	20 34	10 36	
18	P		352	7 27	11 41	15 54	21 42	10 54	
19	Sz		353	7 28	11 41	15 54	22 47	11 09	
20	V		354	7 28	11 42	15 55	23 52	11 22	(22 09
21	H	53	355	7 29	11 42	15 55	—	11 37	
22	K		356	7 29	11 43	15 55	0 53	11 52	
23	Sz		357	7 30	11 43	15 56	2 06	12 10	
24	Cs		358	7 30	11 44	15 57	3 18	12 31	
25	P		359	7 31	11 44	15 58	4 33	13 00	
26	Sz	53	360	7 31	11 45	15 58	5 47	13 39	
27	V		361	7 31	11 45	15 59	6 57	14 34	
28	H		362	7 32	11 46	16 00	7 56	15 40	● 11 43
29	K		363	7 32	11 46	16 01	8 42	17 00	
30	Sz		364	7 32	11 47	16 01	9 17	18 25	
31	Cs		365	7 32	11 47	16 02	9 44	19 50	

Hold: 5-én 7^h-kor földközélen
 19-én 16^h-kor földtávolban
 31-én 11^h-kor földközélen

HÓNAP

0 ^h világitókor						
Júlián dátum 2440...	Csillagidő (λ = 0 ^h nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
... 921,5	4 37 45,049	16 27	—21 42	16 15	18 23	— 27 17
922,5	4 41 41,614	16 31	21 52	16 15	19 24	25 09
923,5	4 45 38,177	16 35	22 01	16 15	20 23	21 27
924,5	4 49,34,737	16 40	22 09	16 15	21 19	16 30
925,5	4 53 31,294	16 44	22 17	16 15	22 12	10 40
926,5	4 57 27,847	16 48	22 25	16 16	23 03	— 4 18
927,5	5 01 24,400	16 53	22 32	16 16	23 53	+ 2 16
928,5	5 05 20,952	16 57	22 39	16 16	0 44	8 42
929,5	5 09 17,506	17 01	22 46	16 16	1 35	14 41
930,5	5 13 14,064	17 06	22 51	16 16	2 29	19 52
931,5	5 17 10,624	17 10	22 57	16 16	3 26	23 56
932,5	5 21 07,187	17 15	23 02	16 16	4 25	26 37
933,5	5 25 03,752	17 19	23 07	16 16	5 24	27 44
934,5	5 28 60,317	17 23	23 11	16 17	6 23	27 15
935,5	5 32 56,881	17 28	23 14	16 17	7 19	25 19
936,5	5 36 53,444	17 32	23 17	16 17	8 12	22 12
937,5	5 40 50,003	17 37	23 20	16 17	9 01	18 08
938,5	5 44 46,560	17 41	23 22	16 17	9 47	13 25
939,5	5 48 43,115	17 45	23 24	16 17	10 31	8 16
940,5	5 52 39,669	17 50	23 25	16 17	11 13	+ 2 51
941,5	5 56 36,221	17 54	23 26	16 17	11 55	— 2 40
942,5	6 00 32,774	17 59	23 27	16 17	12 38	8 09
943,5	6 04 29,328	18 03	23 27	16 17	13 23	13 25
944,5	6 08 25,884	18 08	23 26	16 17	14 10	18 16
945,5	6 12 22,443	18 12	23 25	16 17	15 02	22 27
946,5	6 16 19,004	18 17	23 23	16 17	15 57	25 38
947,5	6 20 15,569	18 21	23 21	16 17	16 57	27 27
948,5	6 24 12,135	18 25	23 19	16 17	18 00	27 38
949,5	6 28 08,702	18 30	23 16	16 17	19 03	26 00
950,5	6 32 05,267	18 34	23 12	16 17	20 04	22 39
951,5	6 36 01,829	18 39	—23 09	16 17	21 03	—17 53

Föld: 22-én 7^h 36^m-kor tél kezdete (KözEI)

II. A NAP forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái 0^h világidőkor

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
	°	°	°		°	°	°
I. 1	+ 2,2	-3,0	267,2	VII. 5	- 1,1	+ 3,3	345,5
6	- 0,2	3,6	201,3	10	+ 1,2	3,8	279,3
11	2,6	4,2	135,5	15	3,5	4,3	213,1
16	5,0	4,7	69,7	20	5,7	4,8	147,0
21	7,3	5,1	3,8	25	7,8	5,2	80,8
26	9,5	5,6	298,0	30	9,9	5,6	14,7
31	11,7	6,0	232,2	VIII. 4	11,9	6,0	308,6
II. 5	13,7	6,3	166,3	9	13,8	6,3	242,4
10	15,6	6,6	100,5	14	15,6	6,6	176,3
15	17,3	6,8	34,7	19	17,2	6,8	110,2
20	19,0	7,0	328,8	24	18,8	7,0	44,2
25	20,4	7,2	263,0	29	20,2	7,1	338,1
III. 2	21,7	7,2	197,1	IX. 3	21,5	7,2	272,1
7	22,9	7,3	131,2	8	22,7	7,3	206,0
12	23,9	7,2	65,3	13	23,7	7,2	140,0
17	24,7	7,1	359,4	18	24,5	7,2	74,0
22	25,4	7,0	293,5	23	25,2	7,0	8,0
27	25,9	6,8	227,6	28	25,8	6,9	302,0
IV. 1	26,2	6,5	161,6	X. 3	26,1	6,6	236,0
6	26,3	6,3	95,7	8	26,3	6,3	170,1
11	26,3	5,9	29,7	13	26,3	6,0	104,1
16	26,1	5,5	323,7	18	26,1	5,6	38,1
21	25,7	5,1	257,6	23	25,8	5,2	332,2
26	25,1	4,7	191,6	28	25,2	4,8	266,3
V. 1	24,3	4,2	125,5	XI. 2	24,5	4,3	200,3
6	23,3	3,7	59,4	7	23,5	3,8	134,4
11	22,2	3,1	353,3	12	22,3	3,2	68,5
16	20,9	2,6	287,2	17	21,0	2,6	2,6
21	19,4	2,0	221,0	22	19,5	2,0	296,7
26	17,8	1,4	154,9	27	17,8	1,4	230,8
31	16,0	0,8	88,7	XII. 2	15,9	0,8	164,9
VI. 5	14,1	-0,2	22,6	7	13,9	+0,1	99,0
10	12,1	+0,4	316,4	12	11,7	-0,5	33,1
15	10,0	1,0	250,2	17	9,5	1,2	327,2
20	7,8	1,6	184,0	22	7,2	1,8	261,3
25	5,6	2,2	117,8	27	4,8	2,4	195,5
30	- 3,3	+ 2,8	51,6	I. 1	+ 2,3	-3,0	129,6

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

III. A HOLDKORONG sugara
0^h világidőkor

I. 1	15 14	IV. 1	16 14	VII. 3	15 00	X. 1	14 54
4	15 59	4	16 22	6	14 46	4	15 14
7	16 38	7	16 01	9	14 46	7	15 43
10	16 37	10	15 23	12	15 08	10	16 15
13	15 59	13	14 54	15	15 50	13	16 31
16	15 18	16	14 47	18	16 30	16	16 13
19	14 53	19	15 03	21	16 36	19	15 31
22	14 43	22	15 29	24	16 05	22	14 57
25	14 45	25	15 53	27	15 27	25	14 45
28	15 03	28	16 07	30	15 00	28	14 55
31	15 38	V. 1	16 10	VIII. 2	14 45	31	15 17
II. 3	16 22	4	15 57	5	14 43	XI. 3	15 41
6	16 44	7	15 29	8	14 58	6	16 02
9	16 21	10	15 00	11	15 32	9	16 16
12	15 34	13	14 47	14	16 18	12	16 10
15	14 58	16	14 59	17	16 44	15	15 41
18	14 43	19	15 29	20	16 25	18	15 06
21	14 46	22	16 01	23	15 41	21	14 47
24	15 00	25	16 14	26	15 04	24	14 54
27	15 26	28	16 08	29	14 45	27	15 19
III. 2	16 01	31	15 50	IX. 1	14 43	30	15 48
5	16 32	VI. 3	15 26	4	14 53	XII. 3	16 05
8	16 30	6	15 02	7	15 18	6	16 08
11	15 53	9	14 47	10	15 57	9	16 00
14	15 10	12	14 52	13	16 34	12	15 40
17	14 47	15	15 21	16	16 37	15	15 12
20	14 47	18	16 01	19	16 00	18	14 50
23	15 02	21	16 26	22	15 16	21	14 49
26	15 25	24	16 19	25	14 49	24	15 13
29	15 50	27	15 52	28	14 44	27	15 50
		30	15 23			30	16 17

IV. Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége

Dátum	Merkur		Vénusz		Mars		Jupiter		Szaturnusz	
	r	m	r	m	r	m	r	m	r	m
I. 1	0,89	-0,1	1,70	-3,4	1,58	+1,0	5,74	-1,5	8,80	+0,5
	16	0,67	+2,2	1,71	-3,5	1,68	+1,1	5,51	-1,6	9,04	+0,6
II. 1	0,91	+0,3	1,71	-3,5	1,80	+1,3	5,25	-1,7	9,31	+0,6
	16	1,14	0,0	1,70	-3,4	1,90	+1,4	5,02	-1,7	9,55	+0,6
III. 1	1,28	-0,2	1,69	-3,4	2,00	+1,5	4,83	-1,8	9,73	+0,6
	16	1,36	-1,0	1,67	-3,4	2,10	+1,6	4,65	-1,9	9,92	+0,6
IV. 1	1,26	-1,4	1,63	-3,4	2,20	+1,7	4,51	-2,0	10,07	
	16	0,92	0,0	1,58	-3,3	2,29		4,44	-2,0	10,16
V. 1	0,62	+2,1	1,52	-3,4	2,38		4,45	-2,0	10,19	
	16	0,57	+2,5	1,45	-3,4	2,45		4,52	-2,0	10,17
VI. 1	0,75	+1,0	1,36	-3,4	2,52		4,65	-1,9	10,09	
	16	1,03	-0,1	1,26	-3,5	2,57		4,83	-1,8	9,97	+0,5
VII. 1	1,29	-1,5	1,16	-3,5	2,62		5,04	-1,7	9,80	+0,5
	16	1,30	-1,0	1,05	-3,6	2,65		5,27	-1,6	9,59	+0,5
VIII. 1	1,13	0,0	0,93	-3,7	2,66		5,51	-1,6	9,34	+0,5
	16	0,92	+0,6	0,81	-3,8	2,66		5,73	-1,5	9,10	+0,4
IX. 1	0,69	+1,3	0,68	-4,0	2,65		5,95	-1,4	8,84	+0,3
	16	0,67	+2,4	0,56	-4,2	2,62		6,12	-1,3	8,61	+0,3
X. 1	1,02	-0,5	0,45	-4,3	2,57	+2,0	6,25	-1,3	8,41	+0,1
	16	1,34	-1,0	0,36	-4,3	2,51	+2,0	6,35	-1,3	8,26	0,0
XI. 1	1,44	-0,9	0,28	-3,6	2,43	+2,0	6,40	-1,2	8,17	-0,1
	16	1,39	-0,5	0,27	-3,4	2,34	+1,9	6,39	-1,2	8,16	-0,1
XII. 1	1,21	-0,4	0,32	-4,2	2,24	+1,9	6,34	-1,3	8,21	0,0
	16	0,89	+0,1	0,41	-4,4	2,13	+1,8	6,24	-1,3	8,33	+0,1

r: csillagászati egységekben; m: magnitúdókban

V. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 4	29	114	100	7	90	37
14	1	169	100	4	91	36
24	28	116	100	1	91	34
II. 3	56	83	100	3	92	33
13	72	63	100	7	93	31
23	82	50	99	10	94	30
III. 5	90	37	99	13	94	28
15	97	21	98	17	95	26
25	100	5	97	20	96	24
IV. 4	88	41	96	24		
14	54	85	94	28		
24	24	124	93	31		
V. 4	3	161	91	35		
14	2	164	89	40		
24	16	134	86	44		
VI. 3	34	109	84	48		
13	54	85	81	52		
23	78	55	78	57		
VII. 3	98	16	74	61		
13	96	22	71	66		
23	84	48	67	70		
VIII. 2	71	66	63	75		
12	58	81	59	80		
22	42	99	54	86		
IX. 1	21	126	49	91		
11	2	166	43	98		
21	16	133	37	105		
X. 1	61	77	30	114	99	12
11	90	36	22	125	99	14
21	99	11	12	139	98	16
31	100	5	4	156	98	18
XI. 10	98	18	0	174	97	20
20	93	30	3	159	97	22
30	84	47	11	141	96	23
XII. 10	65	72	21	126	95	25
20	26	119	29	115	95	27
30	1	166	37	105	94	29

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada;

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

VI. A MARS és JUPITER centrálmeridiánjának

DÁTUM		MARS	JUPITER	
		°	°	°
Január	2	305,2	I. 132,5	II. 187,1
	6	265,4	43,9	68,0
	10	225,6	315,3	308,9
	14	185,9	226,8	189,8
	18	146,1	138,3	70,8
	22	106,3	49,9	311,9
	26	66,5	321,5	193,0
Február	30	26,8	233,1	74,1
	3	347,0	144,8	315,2
	7	307,3	56,6	196,5
	11	267,6	328,4	77,7
	15	228,0	240,2	319,0
	19	188,4	152,1	200,4
	23	148,8	64,0	81,8
Március	27	109,2	335,9	323,2
	3	69,7	247,9	204,7
	7	30,3	159,9	86,2
	11	350,9	72,0	327,7
	15	311,5	344,1	209,3
	19	272,2	256,2	90,9
	23	232,9	168,3	332,5
Április	27	193,6	80,5	214,1
	31	154,4	352,6	95,7
	4		264,8	337,4
	8		177,0	219,0
	12		89,1	100,7
	16		1,3	342,3
	20		273,4	223,9
Május	24		185,5	105,5
	28		97,6	347,1
	2		9,7	228,6
	6		281,7	110,1
	10		193,7	351,6
	14		105,6	233,0
	18		17,5	114,4
Június	22		289,3	355,7
	26		201,1	236,9
	30		112,8	118,1
	3		24,4	359,2
	7		296,0	240,3
	11		207,6	121,3
	15		119,0	2,3
19		30,4	243,2	
23		301,8	124,0	
27		213,1	4,8	

A megadott planetografikus hosszúságok a bolygók forgási tengelyével definiált koordinátákat adják meg.

planetografikus hosszúsága 0^h világidőkor

DÁTUM		MARS	JUPITER	
		°	°	°
Július	1		I. 124,3	II. 245,5
	5		35,5	126,2
	9		306,6	6,8
	13		217,7	247,3
	17		128,8	127,9
	21		39,7	8,3
	25		310,7	248,8
	29		221,6	129,2
Augusztus	2		132,5	9,5
	6		43,3	249,8
	10		314,1	130,1
	14		224,9	10,4
	18		135,7	250,7
	22		46,4	130,9
	26		317,1	11,1
	30		227,8	251,2
Szeptember	3		138,5	131,4
	7		49,2	11,6
	11		319,9	251,7
	15		230,5	131,8
	19		141,1	12,0
	23		51,8	252,1
	27		322,4	132,2
Október	1	160,7	233,1	12,3
	5	121,4	143,7	252,4
	9	82,2	54,3	132,5
	13	43,0	325,0	12,7
	17	3,8	235,6	252,8
	21	324,7	146,3	132,9
	25	285,5	56,9	13,1
	29	246,3	327,6	253,2
November	2	207,1	238,3	133,4
	6	168,0	149,0	13,6
	10	128,9	59,7	253,8
	14	89,8	330,5	134,0
	18	50,7	241,2	14,2
	22	11,6	152,0	254,5
	26	332,6	62,8	134,8
	30	293,6	333,6	15,1
December	4	254,6	244,5	255,4
	8	215,6	155,3	135,8
	12	176,7	66,2	16,1
	16	137,8	337,2	250,5
	20	98,9	243,1	137,0
	24	60,0	159,1	17,4
	28	21,2	70,1	257,9

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

VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Január		Február	
	A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán	keleti oldalán	nyugati oldalán	keleti oldalán
	3 ^a		1 ^a	
1	-1	3· 2· -4	-3·4	1·2
2	3·2·	1· -4	-4·3·1	2·
3	-3 -1	-4	2·	1· -4 -3
4	-3	2· 4·		-3·4
5	2·	-1·3 4·	1·	2·3· -4
6	2 1·	-3 4·	2·	-1 -4
7		-1· 2 4· 3·	3· -2 1·	4·
8	-1	4· 3· 2·	-3	-2·1 4·
9	3·2·4·	1·	-3·1	2· 4·
10	4· -3 -1 -2		2·	1· -34·
11	4· -3	1· -2	-2·14·	
12	-4 2·	-3	4·	-2 3·
13	-4 -2 1·	-3	4·	3· -1
14	-4	-1· 2 3·	4· 3· -2 1·	
15	-4 1·	3·2·	-4 -3	-2·1
16	2· 3· -4	1·	-4 -3·1	2·
17	3· -1·2	-4	-4 2·	-31·
18	-3	1· -2 -4	-4 -2·1	3
19		2· -4	-4	-2 3·
20	-2 1·	-3 -4		2·3· -4
21		-1·2 3· 4·	3· -2 1·	-4
22	1·	3· 2· 4·	-3	-2·1 -4
23	2·3·	-1 4·	-31·	2· -4
24	3· -1·2	4·	2·	-3 1· 4·
25	-3	4· 1· -2	-2 -1	-3 4·
26	4· -1	2·		1· -234·
27	4· -2	-3		2·43·
28	4·	-1·2·3	2·3·4·	
29	4· 1·	2 3·		
30	-4 2·3·	-1		
31	-4 3· -21·			

VIII. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség	
I. 1	2 11	v	3	a	II. 2	5 28	k	3	f	
	4 26	k	3	e		5 47	k	2	a	
3	4 05	k	1	f	3	6 04	k	1	f	
	5 40	v	2	m		3 18	k	1	a	
4	4 36	v	1	e	4 32	k	1	e		
	6 08	v	3	a	5 29	v	1	a		
10	3 17	k	2	f	4	3 54	v	1	m	
	5 48	k	1	f		5 26	v	2	m	
11	3 10	k	1	a	5	1 09	v	1	e	
	4 22	k	1	e		6	2 38	v	3	e
	5 21	v	1	a	10	5 12	k	1	a	
	6 32	v	1	e		11	2 25	k	1	f
12	3 00	v	2	e	2 57		k	2	f	
	3 47	v	1	m	5 45		v	1	m	
17	5 53	k	2	f	12	0 51	k	1	e	
18	5 03	k	1	a		1 51	v	1	a	
	6 17	k	1	e		3 01	v	1	e	
19	2 19	k	1	f	13	0 06	v	2	a	
	2 39	k	3	m		0 13	v	1	m	
	3 07	k	2	e		1 53	v	3	a	
	3 13	v	2	a		2 22	v	2	e	
	4 49	v	3	m		4 29	k	3	e	
	5 35	v	2	e	18	4 18	k	1	f	
	5 41	v	1	m		5 32	k	2	f	
26	1 31	k	3	f	19	1 34	k	1	a	
	3 15	k	2	a		2 42	k	1	e	
	3 58	v	3	f		3 45	v	1	a	
	4 12	k	1	f		4 51	v	1	e	
	5 41	k	2	e	20	2 22	k	2	e	
	5 45	v	2	a		2 39	v	2	a	
27	1 25	k	1	a		3 29	k	3	a	
	2 39	k	1	e	4 48	v	2	e		
	3 36	v	1	a	5 50	v	3	a		
	4 49	v	1	e	23	23 52	v	3	m	
28	2 02	v	1	m		26	3 27	k	1	a
	2 52	v	2	m			4 31	k	1	e
					5 38		v	1	a	
					27	0 39	k	1	f	
						2 41	k	2	a	
						3 51	v	1	m	
						4 46	k	2	e	
						5 12	v	2	a	

VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Március				Április							
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó							
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán					
	23 ^b				21 ^b							
1	4	3	1	2	4	2	1	3				
2	4		2	-1	4	1	2	3				
3	4		2 1		4	2	3	1				
4	4			1 2	3	4	3	2 1				
5		4	1	2 3	4	3	1	2				
6		2	4 3	1	4	3	1	2				
7		3	2		4	2		3				
8		3	1	4 2		4	2	1	3			
9			3 2	-1	4		1	4	2 3			
10		2	1	3	4		2	3	1 4			
11				2 1	3	4		2 3	1	4		
12			1	2	3	4		3	1	2	4	
13		2	3	1	4		3	1	2		4	
14	3	2	1	4		2	3	1		4		
15		3		4	2		2		3	4		
16			4 3	-1			1		2 3	4		
17		4	2 1	3					1 3	4		
18	4			2 1	3		2 3	1	4			
19	4		1	2	3		3 4		2 1			
20	4		2	1			4	3	1	2		
21		4	3	2 1			4	2	3	1		
22			4 3		2		4		2	1	3	
23		3	4	2	1		4		1	2	3	
24		2	1	4	3		4			1 2	3	
25				2 1	4 3		2	4 1 3				
26			1	2	3	4		3		2	4	1
27			2	3	1	4		3	1	2		4
28		3	2 1			4		2	3	1		4
29		3		1	2	4		2	1	3		4
30			3	2		4				2	3	4
31			2	1	3	4						

VIIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
III. 2	23 41	v	3	f	IV. 1	21 07	k	2	f
3	1 35	k	3	m	2	0 36	v	2	m
	3 28	v	3	m		4	3 16	k	3	a
6	2 32	k	1	f	6		1 52	k	1	a
	5 14	k	2	a		2 15	k	1	e
	5 38	v	1	m		23 02	k	1	f
7	21 00	k	1	f	7	1 32	v	1	m
8	0 02	k	2	f		4 43	k	2	a
	0 05	v	1	m		22 32	v	1	a
	4 30	v	2	m		22 50	v	1	e
	21 22	v	1	e	8	23 43	k	2	f
10	1 16	k	3	f		9	2 52	v	2	m
	3 38	v	3	f	10	20 32	v	2	a
	5 08	k	3	m		21 00	v	2	e
14	1 42	k	1	a	14	21 04	k	3	f
	2 33	k	1	e		22 15	k	1	a
15	22 22	v	1	a		22 25	k	1	e
	23 09	v	1	e		23 49	v	3	m
16	22 38	k	2	e	15	0 26	v	1	a
	23 34	v	2	a		0 34	v	1	e
20	22 28	k	3	e		21 42	v	1	m
21	0 15	v	3	e	16	2 18	k	2	f
22	22 04	k	1	a	17	20 33	k	2	a
	22 46	k	1	e		20 47	k	2	e
23	0 16	v	1	a		23 06	v	2	a
	0 55	v	1	e		23 14	v	2	e
	22 03	v	1	m	22	0 09	k	1	e
	23 36	k	2	a		0 09	k	1	a
24	0 55	k	2	e		1 03	k	3	f
	2 07	v	2	a		2 18	v	1	c
	3 21	v	2	e	21 17	k	1	m	
25	22 19	v	2	m	23 28	v	1	f	
27	23 18	k	3	a	23	20 44	v	1	e
28	1 37	v	3	a		20 48	v	1	a
	1 51	k	3	e	24	23 00	k	2	e
	3 38	v	3	e		23 08	k	2	a
30	21 08	k	1	f	26	20 48	v	2	f
	23 48	v	1	m	29	23 00	k	1	m
31	2 09	k	2	a	30	20 19	k	1	e
	3 11	k	2	e		20 32	k	1	a
	21 06	v	1	e		22 29	v	1	e
				22 43		v	1	a	

VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Május				Június			
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán	
	21 ^a				21 ^b			
1			2· 1 3· 4·		3· 1·		·2 ·4	
2	2· 1· 3·		4·	·3		2· 1·	·4	
3	3·		·1 4·	·21· 3			4·	
4	·3 ·1		4· 2·			1· 3· 4·		
5	4· 2· 3		1·		·1	2· 4· 3·		
6	4· ·2· 1		·3		2·	1· 4· 3·		
7	4·		1· ·2 ·3		·2 4· 3·			
8	4·		2· 3·		4· 3· 1·	·2		
9	·4 2· 1·	3·		4· ·3		·1 2·		
10	·4 3· 2·	·1		4· 2· 1· 3				
11	3· 4· 1·	2·		·4 ·2		·1 3		
12	·3· 42·	1·		·4 ·1		2· 3·		
13	·2 ·1	·3· 4		·4 2·		1· 3·		
14		1· 2 ·3· 4		·2 43· 1				
15		2· 3· 4		3·		·41· 2		
16	2· 1·	3· 4		·3		·12· 4		
17	3· 2·	·1 4·		2· 1· 3		4		
18	·3 1·	2· 4·		·2		·1· 3 4		
19	·3	1· 4·		·1		2· 3· 4·		
20	·2 ·1	·34·		2·		1· 3· 4·		
21		·21· 3		·2 13·		4·		
22	4· 1·	2· 3·		3·		1· 24·		
23	4· 2·	3·		·3		4· 2·		
24	4· 3· 2·	·1		4· 2· 31·				
25	·4 3· 1·	·2		4· ·2		·1 3		
26	·4 ·3	2· 1·		4· 1·		·2 3		
27	·4 2· 1·			4·		2· 1· 3·		
28	·4	·21· 3		·4 ·2· 1		3·		
29	·1· 4	2· 3·		·4 3·		·21·		
30	2·	1· 3· 4		3· 4· 1		2·		
31	·23·	4·						

VIIIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
V. 2	1 14	k	2	e	VI. 2	23 33	k	2	e
	1 42	k	2	a		1 20	k	2	a
	21 26	v	3	a	3	21 13	k	3	m
3	23 23	v	2	f		23 28	v	3	m
7	0 44	k	1	m	4	0 55	k	3	f
	22 04	k	1	e		23 03	v	2	f
	22 26	k	1	a	6	23 36	k	1	e
8	0 13	v	1	e	7	0 33	k	1	a
	0 37	v	1	a		1 46	v	1	e
	21 45	v	1	f		23 52	v	1	f
9	21 31	k	3	e	8	21 11	v	1	a
	23 08	k	3	a	10	1 56	k	2	e
	23 31	v	3	e	11	0 46	k	3	m
10	22 31	k	2	m		21 01	k	2	m
14	23 49	k	1	e	12	1 38	v	2	f
15	0 21	k	1	a	14	1 25	k	1	e
	20 55	k	1	m		21 15	v	3	a
	23 39	v	1	f		22 31	k	1	m
16	20 25	v	1	e	15	1 46	v	1	f
	21 00	v	1	a		20 57	k	1	a
17	0 51	k	3	e		22 02	v	1	e
18	0 48	k	2	m		23 06	v	1	a
19	21 24	v	2	e	18	23 26	k	2	m
	22 42	v	2	a	20	22 24	v	2	a
22	1 34	k	1	e	21	23 02	k	3	a
	2 15	k	1	a	22	0 22	k	1	m
	22 41	k	1	m		21 43	k	1	e
23	1 33	v	1	f		22 52	k	1	a
	20 44	k	1	a		23 53	v	1	e
	22 11	v	1	e	23	22 10	v	1	f
	22 54	v	1	a	27	22 27	k	2	a
26	21 12	k	2	e		22 37	v	2	e
	22 45	k	2	a	28	22 05	k	3	a
	23 43	v	2	e	29	23 35	k	1	e
27	20 56	k	3	f					
	23 12	v	3	f					
30	0 28	k	1	m					
	21 48	k	1	e					
	22 39	k	1	a					
	23 58	v	1	e					
31	0 48	v	1	a					
	21 57	v	1	f					

VIIa. A Jupiter-holdak helyzetei (KözEI-ben)

Nap	Július			December						
	A holdak a bolygó									
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán			
	21 ^b			6 ^b						
1	-32-4	1-			1-	2-	-4	-3		
2	-2		-1	3	4	-2	1-	-43-		
3		1-	-2	-3	-4	-1	-2	3-	-4	
4			2-	1-	3-	4	1-	2-	-4	
5	-2	-1	3-		4	3-	2-	1-	4-	
6		3-	1-		4-	-3	2	1-	4-	
7	3-	-1	2-		4-	-3	-2	4-		
8	-3	2-		4-		1-	2	4-	3	
9	-2		-134-			2-	4-	-1	3-	
10	1-	4-	-2	-3		4-	-1	3-		
11		4-	2-	1	3-	4-	3-	1-	2-	
12	4-	2-	-1	3-		4-	3-	-12-		
13	4-	3-	1-			-4	-3	-2	1-	
14	-4	3-	-1	2-		-4	-3	-2		
15	-4	-3	2-	1-		-4	1-	2-	-3	
16	-4	-2				-42-	-1	-3		
17		-41-	-2	-3		1-	-42	3-		
18		-4	-12-	3-		-1	-4	-2		
19	2-	1-	3-	4		3-	-1	-4		
20		3-	-2	1-	-4	-3	-2	1-	-4	
21	3-	-1	2-	-4		-3	1	-2	-4	
22	-3	2-	1-		-4			1-	-32-	4-
23		-2	-3		4-	2-		-3	4-	
24		1-	-2	-3	4-	1-	2	3	4-	
25			-12-	4	3-			3-	-14-	2
26		2-	1-	4	3-	3-	1-	4-	2-	
27		4	3-	-2	1-	-34-	-2	1-		
28		4	3-	-1	-2	4-	-3	-1	-2	
29	4-	3-	1-			4-		1-	3	2-
30	4-	-2	-3	1		-4	2-	-3		
31	-4		-2	-3		-4	-21-	3-		

VIIb. A Jupiter-holdak jelenségei (KözEI-ben)

Dátum	h m		Hold	Jelenség	Dátum	h m		Hold	Jelenség
VII. 1	21 24	v	1	a	XII. 15	6 09	v	1	a
4	22 34	k	2	e		6 45	v	1	e
6	22 41	v	2	f	19	6 21	v	2	e
8	21 10	k	1	a	22	5 53	k	1	a
	22 05	v	1	e		6 35	k	1	e
	23 18	v	1	a	23	6 07	v	1	m
9	20 51	k	3	f		25	6 26	k	3	a
	23 05	v	3	f	26	5 03	k	2	a
15	21 49	k	1	e		6 33	k	2	e
	23 05	k	1	a	30	5 07	k	1	f
16	22 02	v	3	m		31	5 14	v	1	e
	22 25	v	1	f					
20	22 46	k	2	m					
22	22 10	v	2	a					
23	20 51	k	1	m					
24	20 22	v	1	e					
	21 36	v	1	a					
27	21 08	v	3	a					
	22 13	k	2	a					
29	22 16	v	2	e					
	20 08	k	1	a					
31	21 23	k	1	a					
	22 18	v	1	e					

k vagy *v* betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: *f* = fogyatkozás van (a Jupiter-hold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), *m* = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), *e* = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), *a* = a hold „fekete” árnyéka vetítődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).

VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum		MERKUR			VÉNUSZ			MARS		
		RA	D	látászó sugara	RA		látászó sugara	RA	D	látászó sugara
		h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
I.	1	20 05	-20 51	3,76	18 19	-23 38	4,95	22 56	- 7 43	2,96
	6	20 07	19 19	4,36	18 47	23 28	4,94	23 09	6 12	2,90
	11	19 49	18 35	4 88	19 14	23 00	4 93	23 23	4 40	2,84
	16	19 22	18 42	4,98	19 41	22 14	4,92	23 37	3 07	2,78
	21	19 03	19 19	4 65	20 08	21 11	4,91	23 50	1 34	2,72
	26	19 00	20 05	4,18	20 34	19 52	4,91	0 04	- 0 01	2,67
	31	19 09	20 44	3,75	21 00	18 19	4,91	0 17	+ 1 31	2,61
II.	5	19 27	21 04	3,41	21 25	16 33	4,92	0 30	3 03	2,56
	10	19 51	20 59	3,15	21 50	14 36	4,92	0 44	4 33	2,51
	15	20 17	20 24	2,95	22 14	12 28	4,93	0 57	6 02	2,47
	20	20 46	19 19	2,80	22 38	10 12	4,94	1 11	7 30	2,42
	25	21 16	17 41	2,68	23 01	7 49	4,96	1 24	8 55	2,38
III.	2	21 47	15 31	2,59	23 25	5 21	4,98	1 38	10 18	2,34
	7	22 19	12 49	2,52	23 47	2 50	5,00	1 51	11 38	2,30
	12	22 52	9 35	2,47	0 10	-0 17	5,03	2 05	12 56	2,26
	17	23 25	5 51	2,45	0 33	+2 17	5,06	2 19	14 11	2,22
	22	24 00	-1 38	2,47	0 55	4 50	5,09	2 32	15 22	2 19
	27	0 36	+2 57	2,52	1 18	7 20	5,13	2 46	16 29	2,16
IV.	1	1 12	7 40	2,65	1 41	9 47	5,17	3 00	17 33	2,13
	6	1 48	12 10	2,86	2 05	12 07	5,22	3 14	18 33	2,10
	11	2 21	16 00	3,18	2 28	14 20	5,27	3 28	19 29	2,07
	16	2 47	18 48	3,62	2 52	16 25	5,33	3 43	20 20	2,04
	21	3 06	20 28	4,16	3 17	18 19	5,39	3 57	21 06	2,02
	26	3 16	20 58	4,77	3 42	20 01	5,46	4 11	21 48	1,99
V.	1	3 17	20 19	5,37	4 07	21 30	5 54	4 26	22 25	1,97
	6	3 10	18 41	5,83	4 33	22 45	5,62	4 40	22 57	1,95
	11	3 00	16 30	6,02	4 59	23 43	5,72	4 55	23 24	1,93
	16	2 51	14 25	5,90	5 25	24 25	5,82	5 10	23 46	1,91
	21	2 47	13 01	5,54	5 52	24 49	5,92	5 24	24 03	1,89
	26	2 49	12 33	5,06	6 18	24 56	6,04	5 39	24 15	1,87
	31	2 59	13 02	4,56	6 44	24 24	6,17	5 53	24 21	1,86
VI.	5	3 14	14 17	4,09	7 11	24 16	6,31	6 08	24 22	1,85
	10	3 35	16 06	3,67	7 36	23 30	6,46	6 22	24 19	1,83
	15	4 02	18 14	3,31	8 02	22 27	6,63	6 37	24 10	1,82
	20	4 35	20 28	3,01	8 27	21 10	6,80	6 51	23 56	1,81
	25	5 13	22 28	2,78	8 51	19 39	7,00	7 05	23 38	1,80
	30	5 58	+23 50	2,61	9 14	+17 56	7,21	7 19	+23 15	1,79

és látszó sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ			
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	
I.	1	14 02	— 11 09	16,00	2 03	+ 9 49	8,47	12 33	— 2 48	1,88
	6	14 05	11 22	16,21	2 03	9 51	8,40	12 33	2 49	1,89
	11	14 07	11 33	16,44	2,03	9 53	8,32	12 33	2 49	1,89
	16	14 09	11 43	16,68	2 03	9 56	8,25	12 33	2 49	1,90
	21	14 11	11 52	16,93	2 04	10 00	8,17	12 33	2 48	1,91
	26	14 13	11 59	17,18	2 05	10 05	8,10	12 33	2 47	1,92
	31	14 14	12 05	17,45	2 05	10 11	8,03	12 33	2 45	1,93
II.	5	14 15	12 09	17,72	2 06	10 18	7,96	12 33	2 43	1,94
	10	14 16	12 12	17,99	2 08	10 26	7,89	12 32	2 40	1,94
	15	14 16	12 13	18,27	2 09	10 34	7,82	12 32	2 37	1,95
	20	14 16	12 13	18,55	2 10	10 43	7,76	12 31	2 33	1,96
	25	14 16	12 11	18,82	2 12	10 52	7,70	12 31	2 29	1,96
III.	2	14 16	12 08	19,09	2 14	11 02	7,65	12 30	2 25	1,97
	7	14 15	12 03	19,35	2 15	11 13	7,60	12 29	2 20	1,97
	12	14 14	11 57	19,60	2 17	11 23	7 55	12 28	2 16	1,97
	17	14 13	11 49	19,83	2 19	11 35	7,51	12 28	2 11	1,98
	22	14 11	11 40	20,04	2 21	11 46	7,47	12 27	2 06	1,98
	27	14 10	11 30	20,23	2 24	11 58	7,44	12 26	2 00	1,98
IV.	1	14 08	11 19	20,39	2 26	12 10	7,41	12 25	1 55	1,98
	6	14 05	11 07	20,52	2 28	12 22	7,38	12 25	1 50	1,98
	11	14 03	10 55	20,62	2 31	12 34	7,36	12 24	1 45	1,98
	16	14 01	10 42	20,68	2 33	12 46	7,34	12 23	1 41	1,97
	21	13 58	10 29	20,72	2 35	12 59	7,33	12 22	1 36	1,97
	26	13 56	10 16	20,71	2 38	13 11	7,32	12 22	1 32	1,97
V.	1	13 53	10 03	20,67	2 40	13 23	7,32	12 21	1 28	1,96
	6	13 51	9 51	20,60	2 43	13 34	7,32	12 20	1 24	1,95
	11	13 49	9 39	20,49	2 45	13 46	7,32	12 20	1 21	1,95
	16	13 47	9 29	20,35	2 48	13 57	7,33	12 19	1 18	1,94
	21	13 45	9 19	20,19	2 50	14 08	7,34	12 19	1 16	1,93
	26	13 43	9 11	20,00	2 53	14 19	7,36	12 19	1 14	1,93
	31	13 42	9 04	19,79	2 55	14 30	7,38	12 18	1 13	1,92
VI.	5	13 41	8 58	19,57	2 58	14 40	7,41	12 18	1 12	1,91
	10	13 40	8 54	19,33	3 00	14 49	7,44	12 18	1 11	1,90
	15	13 39	8 52	19,07	3 02	14 58	7,47	12 18	1 12	1,89
	20	13 39	8 51	18,81	3 05	15 07	7,51	12 18	1 12	1,89
	25	13 39	8 52	18,55	3 07	15 15	7,56	12 18	1 14	1,88
	30	13 39	— 8 55	18,29	3 09	+ 15 23	7,60	12 19	— 1 15	1,87

VIII. A szabad szemmel látható bolygók koordinátái

Dátum	MERKUR			VÉNUSZ			MARS			
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	
	h m	° ′	″	h m	° ′	″	h m	° ′	″	
VII.	5	6 45	+24 12	2,53	9 37	+16 02	7,44	7 33	+22 47	1,78
	10	7 32	23 26	2,51	10 00	13 58	7,68	7 47	22 15	1,78
	15	8 16	21 39	2,55	10 21	11 46	7,95	8 01	21 39	1,77
	20	8 56	19 08	2,63	10 42	9 28	8,25	8 14	21 00	1,76
	25	9 31	16 09	2,75	11 03	7 04	8,57	8 28	20 16	1,76
	30	10 02	12 56	2,90	11 23	4 37	8,92	8 41	19 29	1,76
VIII.	4	10 30	9 39	3,08	11 43	+ 2 08	9,31	8 54	18 38	1,76
	9	10 54	6 25	3,29	12 02	- 0 23	9,73	9 07	17 44	1,76
	14	11 14	3 23	3,54	12 21	2 53	10,20	9 20	16 48	1,76
	19	11 30	+ 0 43	3,83	12 40	5 22	10,71	9 32	15 49	1,76
	24	11 41	- 1 26	4,18	12 58	7 48	11,28	9 45	14 47	1,76
	29	11 46	2 46	4,57	13 16	10 10	11,92	9 57	13 43	1,76
IX.	3	11 43	2 55	4,96	13 33	12 27	12,63	10 10	12 36	1,77
	8	11 32	- 1 35	5,23	13 50	14 37	13,42	10 22	11 28	1,78
	13	11 15	+ 1 08	5,19	14 07	16 40	14,31	10 34	10 18	1,78
	18	11 02	4 11	4,78	14 23	18 33	15,31	10 46	9 07	1,79
	23	11 00	6 07	4,16	14 38	20 17	16,44	10 58	7 55	1,80
	28	11 12	6 12	3,56	14 51	21 49	17,71	11 09	6 41	1,81
X.	3	11 36	4 31	3,10	15 03	23 07	19,15	11 21	5 28	1,82
	8	12 05	+ 1 37	2,79	15 13	24 11	20,76	11 33	4 11	1,84
	13	12 36	- 1 53	2,58	15 20	24 58	22,55	11 44	2 55	1,85
	18	13 07	5 34	2,45	15 24	25 25	24,47	11 56	1 39	1,87
	23	13 39	9 11	2,38	15 24	25 27	26,46	12 08	+ 0 23	1,89
	28	14 10	12 36	2,33	15 20	25 00	28,38	12 19	- 0 54	1,91
XI.	2	14 41	15 44	2,32	15 13	24 02	29,99	12 31	2 10	1,93
	7	15 12	18 32	2,33	15 02	22 33	31,05	12 43	3 25	1,95
	12	15 43	20 56	2,36	14 51	20 40	31,32	12 54	4 40	1,98
	17	16 15	22 56	2,42	14 41	18 37	30,74	13 06	5 54	2,00
	22	16 48	24 26	2,50	14 34	16 43	29,44	13 18	7 07	2,03
	27	17 20	25 25	2,62	14 30	15 08	27,69	13 30	8 19	2,06
XII.	2	17 51	25 50	2,80	14 31	14 01	25,73	13 42	9 30	2,09
	7	18 21	25 40	3,04	14 34	13 23	23,76	13 54	10 39	2,13
	12	18 45	24 55	3,39	14 41	13 11	21,89	14 06	11 46	2,17
	17	19 00	23 45	3,88	14 51	13 21	20,18	14 18	12 51	2,21
	22	18 58	22 25	4,46	15 03	13 48	18,64	14 30	13 54	2,25
	27	18 37	21 12	4,90	15 18	14 28	17,28	14 43	14 54	2,29
I.	1	18 09	-20 23	4,86	15 34	-15 17	16,07	14 55	15 52	2,34

és látszó sugara 0^h világidőkor

Dátum	JUPITER			SZATURNUSZ			URÁNUSZ		
	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara	RA	D	látszó sugara
	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"	h m	° ' "	"
VII. 5	13 39	-8 59	18,02	3 11	+15 30	7,65	12 19	-1 18	1,86
10	13 40	9 05	17,76	3 12	15 37	7,71	12 19	1 21	1,85
15	13 41	9 12	17,50	3 14	15 43	7,76	12 20	1 24	1,84
20	13 42	9 21	17,24	3 16	15 48	7,82	12 20	1 28	1,84
25	13 44	9 31	17,00	3 17	15 53	7,89	12 21	1 32	1,83
30	13 46	9 42	16,76	3 19	15 57	7,95	12 22	1 36	1,82
VIII. 4	13 48	9 55	16,53	3 20	16 01	8,02	12 22	1 41	1,81
9	13 50	10 08	16,31	3 21	16 03	8,09	12 23	1 47	1,81
14	13 52	10 22	16,11	3 22	16 06	8,17	12 24	1 53	1,80
19	13 55	10 38	15,91	3 22	16 07	8,24	12 25	1 59	1,80
24	13 58	10 55	15,72	3 23	16 08	8,32	12 26	2 05	1,79
29	14 01	11 12	15,55	3 23	16 08	8,39	12 27	2 12	1,79
IX. 3	14 04	11 30	15,39	3 23	16 08	8,47	12 28	2 18	1,78
8	14 07	11 48	15,24	3 23	16 07	8,55	12 29	2 25	1,78
13	14 11	12 07	15,10	3 23	16 05	8,62	12 30	2 33	1,78
18	14 14	12 27	14,97	3 23	16 02	8,69	12 31	2 40	1,78
23	14 18	12 46	14,85	3 22	15 59	8,76	12 33	2 47	1,77
28	14 22	13 06	14,75	3 22	15 56	8,83	12 34	2 55	1,77
X. 3	14 26	13 26	14,66	3 21	15 51	8,89	12 35	3 02	1,77
8	14 30	13 46	14,58	3 20	15 47	8,95	12 36	3 10	1,77
13	14 34	14 07	14,51	3 18	15 42	9,00	12 37	3 17	1,77
18	14 38	14 27	14,46	3 17	15 36	9,04	12 38	3 24	1,78
23	14 42	14 47	14,42	3 16	15 30	9,08	12 39	3 32	1,78
28	14 46	15 07	14,38	3 14	15 24	9,11	12 41	3 39	1,78
XI. 2	14,51	15 27	14,37	3 13	15 18	9 13	12 42	3 45	1,79
7	14 55	15 46	14,36	3 11	15 12	9,14	12 43	3 52	1,79
12	14 59	16 05	14,36	3 10	15 05	9,15	12 44	3 58	1,79
17	15 04	16 23	14,38	3 08	14 59	9,14	12 45	4 04	1,80
22	15 08	16 42	14,41	3 06	14 53	9,13	12 46	4 10	1,81
27	15 13	17 00	14,45	3 05	14 47	9,11	12 46	4 15	1 81
XII. 2	15 17	17 17	14,51	3 03	14 42	9,08	12 47	4 20	1,82
7	15 21	17 33	14,58	3 02	14 37	9,04	12 48	4 25	1,83
12	15 26	17 49	14,66	3 01	14 32	8,99	12 49	4 29	1,83
17	15 30	18 05	14,75	2 59	14 28	8,94	12 49	4 32	1,84
22	15 34	18 19	14,85	2 58	14 25	8,88	12 50	4 35	1,85
27	15 38	18 33	14,97	2 57	14 23	8,82	12 50	4 38	1,86
I. 1	15 42	-18 46	15,10	2 57	+14 21	8,75	12 50	-4 40	1,87

IX. Bolygók héliocentrikus ekliptikai

Dátum		MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
		l	b	l	b	l	b
		°	°	°	°	°	0,001°- ban
I.	4	54,4	+0,8	271,2	-0,9	102,9	-3
	14	116,5	+6,5	287,0	-1,7	113,1	-2
	24	167,8	+6,1	302,8	-2,5	123,3	-2
II.	3	205,5	+2,7	318,7	-3,0	133,5	-2
	13	235,8	-1,0	334,5	-3,3	143,6	-1
	23	263,5	-4,1	350,4	-3,4	153,7	-1
III.	5	292,2	-0,3	6,3	-3,2	163,7	0
	15	325,7	-6,9	22,2	-2,7	173,7	0
	25	9,4	-4,4	38,2	-2,1	183,7	0
IV.	4	67,0	+2,3	54,2	-1,3	193,5	+1
	14	128,1	+6,9	70,3	-0,3	203,4	+1
	24	176,4	+5,5	86,4	+0,6	213,1	+2
V.	4	212,1	+1,9	102,6	+1,5	222,8	+2
	14	241,5	-1,7	118,8	+2,3	232,5	+2
	24	269,1	-4,6	135,1	+2,9	242,1	+3
VI.	3	298,4	-6,6	151,3	+3,3	251,7	+3
	13	333,6	-6,8	167,6	+3,4	261,3	+3
	23	20,1	-3,3	183,8	+3,2	270,8	+3
VII.	3	79,8	+3,7	199,9	+2,8	280,4	+3
	13	139,2	+7,0	216,0	+2,2	289,9	+2
	23	184,4	+4,8	232,0	+1,4	299,5	+2
VIII.	2	218,4	+1,2	247,9	+0,5	309,0	+2
	12	247,2	-2,3	263,8	-0,4	318,6	+2
	22	274,8	-5,1	279,6	-1,4	328,2	+1
IX.	1	305,0	-6,8	295,4	-2,1	337,9	+1
	11	341,9	-6,4	311,2	-2,8	347,6	0
	21	31,3	-2,0	327,0	-3,2	357,3	0
X.	1	92,6	+4,9	342,9	-3,4	7,1	-1
	11	149,6	+6,9	358,8	-3,3	17,0	-1
	21	192,0	+4,1	14,7	-3,0	26,9	-1
	31	224,5	+0,4	30,7	-2,4	36,9	-2
	10	252,8	-3,0	46,7	-1,7	46,9	-2
XI.	20	280,6	-5,6	62,7	-0,8	57,0	-3
	30	311,7	-7,0	78,8	+0,2	67,1	-3
	10	350,8	-5,9	95,0	+1,1	77,2	-3
XII.	20	43,1	-0,6	111,2	+1,9	87,4	-3
	30	105,2	+5,9	127,4	+2,6	97,6	-3

koordinátái 0^h világitőkor

Dátum	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	l	b	l	b	l	b
	o	o	o	o	o	o
I. 4	21,6	-0,9	202,7	+1,3	37,6	-2,4
14	27,6	-0,7	203,4	+1,3	37,9	2,4
24	33,5	-0,5	204,2	+1,3	38,3	2,4
II. 3	39,3	-0,3	204,9	+1,3	38,7	2,4
13	45,0	-0,1	205,7	+1,3	39,0	2,4
23	50,6	0,0	206,4	+1,3	39,4	2,4
III. 5	56,1	+0,2	207,2	+1,2	39,7	2,4
15	61,5	+0,4	208,0	+1,2	40,1	2,4
25	66,9	+0,6	208,7	+1,2	40,4	2,4
IV. 4	72,1	+0,7	209,5	+1,2	40,8	2,4
14	77,2	+0,9	210,2	+1,2	41,2	2,4
24	82,3	+1,0	211,0	+1,2	41,5	2,4
V. 4	87,3	+1,1	211,7	+1,2	41,9	2,4
14	92,2	+1,3	212,5	+1,2	42,2	2,4
24	97,0	+1,4	213,3	+1,2	42,6	2,3
VI. 3	101,8	+1,5	214,0	+1,2	43,0	2,3
13	106,5	+1,6	214,8	+1,2	43,3	2,3
23	111,1	+1,6	215,6	+1,2	43,7	2,3
VII. 3	115,7	+1,7	216,3	+1,2	44,0	2,3
13	120,3	+1,8	217,1	+1,2	44,4	2,3
23	124,8	+1,8	217,8	+1,2	44,8	2,3
VIII. 2	129,3	+1,8	218,6	+1,1	45,1	2,3
12	133,7	+1,8	219,4	+1,1	45,5	2,3
22	138,1	+1,8	220,1	+1,1	45,9	2,3
IX. 1	142,5	+1,8	220,9	+1,1	46,2	2,3
11	146,9	+1,8	221,7	+1,1	46,6	2,3
21	151,3	+1,8	222,4	+1,1	46,9	2,3
X. 1	155,7	+1,8	223,2	+1,1	47,3	2,3
11	160,0	+1,7	223,9	+1,1	47,7	2,3
21	164,4	+1,7	224,7	+1,1	48,0	2,3
31	168,8	+1,6	225,5	+1,1	48,4	2,3
XI. 10	173,2	+1,5	226,2	+1,1	48,8	2,2
20	177,6	+1,4	227,0	+1,0	49,1	2,2
30	182,0	+1,4	227,8	+1,0	49,5	2,2
XII. 10	186,5	+1,3	228,6	+1,0	49,9	2,2
20	191,0	+1,1	229,3	+1,0	50,2	2,2
30	195,6	+1,0	230,1	+1,0	50,6	-2,2

X. A fényesebb csillagok

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
α And	2,1	0 06 49,9	+28 55 29	ν And	4,2	1 35 01,7	+41 15 22
β Cas	2,4	0 07 33,9	+58 59 04	51 And	3,8	1 36 08,4	+48 28 37
ε Phe	3,9	0 07 53,6	-45 54 47	α Eri	0,6	1 36 35,9	-57 23 20
γ Peg	2,9	0 11 41,3	+15 01 01	φ Per	4,2	1 41 46,1	+50 32 18
θ And	4,4	0 15 31,1	+38 30 54	τ Cet	3,6	1 42 40,4	-16 05 42
σ And	4,5	0 16 45,2	+36 37 09	ο Psc	4,5	1 43 48,4	+ 9 00 26
ι Cet	3,7	0 17 53,9	- 8 59 24	ζ Cet	3,9	1 49 58,7	-10 28 58
ζ Tuc	4,3	0 18 31,1	-65 03 04	α Tri	3,6	1 51 21,9	+29 26 00
β Hyi	2,9	0 24 12,0	-77 25 23	ε Cas	3,4	1 52 13,0	+63 31 24
κ Phe	3,9	0 24 43,8	-43 50 47	ψ Phe	4,4	1 52 26,6	-46 26 57
α Phe	2,4	0 24 48,2	-42 28 08	β Ari	2,7	1 52 58,7	+20 39 43
β Tuc	4,5	0 30 11,4	-63 07 51	χ Eri	3,7	1 54 47,5	-51 45 28
κ Cas	4,2	0 31 16,8	+62 45 59	α Hyi	3,0	1 57 49,5	-61 42 55
π And	4,5	0 35 16,3	+33 33 16	ν Cet	4,2	1 58 35,4	-21 13 21
ζ Cas	3,7	0 35 17,3	+53 43 55	α Psc	4,3	2 00 29,5	+ 2 37 10
ε And	4,5	0 36 57,9	+29 08 57	50 Cas	4,1	2 00 50,2	+72 16 38
δ And	3,5	0 37 43,1	+30 41 49	γ ¹ And	2,3	2 02 03,0	+42 11 32
α Cas	2,3	0 38 47,6	+56 22 23	α UMi	2,1	2 03 18,9	+89 07 34
η Phe	4,5	0 42 00,6	-57 37 39	α Ari	2,2	2 05 28,6	+23 19 17
β Cet	2,2	0 42 05,0	-18 09 04	β Tri	3,1	2 07 45,1	-34 50 46
ζ And	4,3	0 45 44,6	+24 06 15	ξ ¹ Cet	4,5	2 11 24,4	+ 8 42 25
δ Psc	4,5	0 47 07,4	+ 7 25 19	φ Eri	3,8	2 15 26,2	-51 39 02
η Cas	3,6	0 47 16,2	+57 39 25	γ Tri	4,1	2 15 31,4	+33 42 34
ν And	4,4	0 48 09,1	+40 54 57	ο Cet	2	2 17 49,7	- 3 06 47
γ Cas	Var	0 54 53,0	+60 33 17	δ Hyi	4,3	2 21 12,6	-68 47 44
μ And	3,9	0 55 04,9	+38 20 13	κ Eri	4,4	2 25 53,1	-47 50 17
α Sel	4,4	0 57 09,6	-29 31 10	ξ ² Cet	4,3	2 26 33,6	+ 8 19 35
ε Psc	4,4	1 01 23,0	+ 7 43 44	δ Cet	4,0	2 37 56,5	+ 0 12 00
43 H. Cep	4,5	1 04 18,5	+86 05 50	δ Eri	4,5	2 38 39,3	-43 01 11
β Phe	3,3	1 04 44,8	-46 52 45	ε Hyi	4,3	2 39 07,3	-68 23 42
η Cet	3,6	1 07 04,8	-10 20 27	ι Eri	4,1	2 39 29,0	-39 58 59
ζ Phe	4,1	1 07 07,6	-55 24 21	γ Cet	3,6	2 41 44,6	+ 3 06 37
φ And	4,3	1 07 45,1	+47 04 56	θ Per	4,2	2 42 08,4	+49 06 10
β And	2,4	1 08 02,7	+35 27 43	π Cet	4,4	2 42 41,6	-13 59 06
θ Cas	4,5	1 09 15,8	+54 59 27	μ Cet	4,4	2 43 19,0	+ 9 59 18
θ Cet	3,8	1 22 31,3	- 8 20 16	β For	4,5	2 47 50,1	-32 31 52
δ Cas	2,8	1 23 50,2	+60 04 48	41 Ari	3,7	2 48 12,8	+27 08 17
γ Phe	3,4	1 27 03,8	-43 28 18	η Per	3,9	2 48 29,7	+55 46 20
η Psc	3,7	1 29 52,4	+15 11 30	16 Per	4,3	2 48 40,9	+38 11 47
δ Phe	4,0	1 30 00,2	-49 13 42	τ Per	4,1	2 52 07,1	+52 38 28

koordinátái

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
η Eri	4,0	2 54 57,6	- 9 01 00	ξ Per	4,0	3 57 00,8	+35 42 22
θ Eri	3,4	2 57 07,4	-40 25 27	δ Ret	4,4	3 58 16,0	-61 29 04
α Cet	2,8	3 00 42,5	+ 3 58 23	λ Tau	3,9	3 59 00,9	+12 24 25
τ^3 Eri	4,2	3 01 04,1	-23 44 28	γ Ret	4,5	4 00 27,5	-62 14 34
γ Per	3,1	3 02 36,7	+53 23 25	ν Tau	3,9	4 01 33,5	+ 5 54 26
ρ Per		3 03 14,8	+38 43 31	37 Tau	4,5	4 02 55,1	+22 00 05
β Per		3 06 12,6	+40 50 29	λ Per	4,3	4 04 20,5	+50 16 18
ι Per	4,2	3 06 53,5	+49 30 01	48 Per	4,0	4 06 28,6	+47 38 03
κ Per	4,0	3 07 27,8	+44 44 42	σ^1 Eri	4,1	4 10 24,0	- 6 54 53
δ Ari	4,5	3 09 54,6	+19 36 52	μ Per	4,3	4 12 41,3	+48 20 05
α For	3,9	3 10 47,7	-29 06 16	α Hor	3,8	4 13 00,4	-42 22 03
16 Eri	3,9	3 18 10,9	-21 51 58	40 Eri	4,5	4 13 53,4	- 7 41 54
82 G. Eri	4,3	3 18 43,8	-43 11 01	μ Tau	4,3	4 13 54,2	+ 8 49 06
α Per	1,9	3 22 10,3	+49 45 21	α Ret	3,4	4 14 02,1	-62 32 55
α Tau	3,8	3 23 11,7	+ 8 55 28	γ Dor	4,4	4 15 14,3	-51 33 42
ξ Tau	3,7	3 25 32,4	+ 9 37 46	ε Ret	4,4	4 15 57,7	-59 22 26
2 H. Cam	4,4	3 26 37,5	+59 50 15	41 Eri	3,6	4 16 45,5	-33 52 14
σ Per	4,5	3 28 27,0	+47 53 35	γ Tau	3,9	4 18 05,0	+15 33 23
5 Tau	4,3	3 29 12,8	+12 50 06	δ Tau	3,9	4 21 12,1	+17 28 24
ε Eri	3,8	3 31 30,9	- 9 33 32	43 Eri	4,1	4 22 54,5	-34 05 08
τ^5 Eri	4,3	3 32 27,7	-21 43 57	κ Tau	4,4	4 23 34,7	+22 13 36
ψ Per	4,3	3 34 20,9	+48 05 40	68 Tau	4,2	4 23 45,1	+17 51 39
10 Tau	4,4	3 35 20,4	+ 0 18 27	ν Tau	4,4	4 24 30,5	+22 44 49
δ Per	3,1	3 40 46,8	+47 41 35	77 Tau	4,0	4 26 51,5	+15 53 49
δ Eri	3,7	3 41 48,6	- 9 51 50	ε Tau	3,6	4 26 51,7	+19 06 55
ρ Per	3,9	3 42 26,0	+32 11 40	θ^2 Tau	3,6	4 26 56,8	+15 48 20
17 Tau	3,8	3 43 05,4	+24 01 13	α Dor	3,5	4 33 20,8	-55 06 24
ν Per	3,9	3 43 08,9	+42 29 07	88 Tau	4,4	4 34 00,2	+10 06 02
19 Tau	4,4	3 43 25,1	+24 22 28	α Tau	1,1	4 34 11,8	+16 27 01
β Ret	3,8	3 43 49,0	-64 54 04	ν Eri	3,9	4 34 23,0	-30 37 22
20 Tau	4,0	3 44 02,2	+24 16 31	58 Per	4,5	4 34 36,4	+41 12 17
23 Tau	4,2	3 44 32,5	+23 51 22	ν Eri	4,1	4 34 49,1	- 3 24 45
τ^6 Eri	4,3	3 45 33,4	-23 20 14	90 Tau	4,3	4 36 28,7	+12 27 07
η Tau	3,0	3 45 41,8	+24 00 49	53 Eri	4,0	4 36 48,3	-14 21 42
27 Tau	3,8	3 47 22,5	+23 57 47	54 Eri	4,5	4 39 07,7	-19 43 41
γ Hyi	3,2	3 47 41,2	-74 19 53	α Cae	4,5	4 39 35,6	-41 55 13
g Eri	4,2	3 48 19,8	-36 17 25	τ Tau	4,3	4 40 26,5	-22 54 03
ζ Per	2,9	3 52 14,5	+31 47 45	μ Eri	4,2	4 44 00,0	- 3 18 30
ε Per	3,0	3 55 50,1	+39 55 30	π^3 Ori	3,3	4 48 12,6	+ 6 54 37
γ Eri	3,2	3 56 37,7	-13 35 34	2 Ori	4,3	4 48 58,5	+ 8 51 00

X. A fényesebb csillagok

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
π^4 Ori	3,8	4 49 36,4	+ 5 33 18	ζ Ori	2,0	5 39 14,6	- 1 57 26
α Cam	4,4	4 51 03,3	+66 17 39	γ Lep	3,8	5 43 12,7	-22 27 26
ω Eri	4,4	4 51 25,1	- 5 30 06	δ Dor	4,5	5 44 43,1	-65 44 48
π^5 Ori	3,9	4 52 41,2	+ 2 23 34	ζ Lep	3,7	5 45 35,7	-14 49 55
9 Ori	4,3	4 54 40,9	+13 28 06	κ Ori	2,2	5 46 20,0	- 9 40 45
7 Cam	4,4	4 54 52,5	+53 42 22	β Pic	3,9	5 46 34,4	-51 04 36
ι Aur	2,9	4 55 02,2	+33 07 13	γ Pic	4,4	5 49 16,8	-56 10 25
ε Aur		4 59 48,7	+43 46 50	ν Aur	4,2	5 49 24,6	+39 08 29
ζ Aur	3,9	5 00 22,7	+41 02 02	β Col	3,2	5 49 54,1	+35 46 44
β Cam	4,2	5 00 44,5	+60 24 02	δ Lep	3,9	5 50 01,8	-20 52 50
ε Lep	3,3	5 04 11,4	-22 24 37	136 Tau	4,5	5 51 26,5	+27 36 24
η Aur	3,3	5 04 24,4	+41 11 44	α Ori		5 53 32,8	+ 7 24 10
β Eri	2,9	5 06 22,4	- 5 07 26	-63° 498	4,5	5 53 52,2	-63 05 56
λ Eri	4,3	5 07 42,6	- 8 47 29	η Lep	3,8	5 55 02,3	-14 10 19
ι Lep	4,5	5 10 53,8	-11 54 14	γ Col	4,4	5 56 28,3	-35 17 08
μ Lep	3,3	5 11 35,0	-16 14 24	δ Aur	3,9	5 57 03,4	+54 17 04
κ Lep	4,5	5 11 50,7	-12 58 33	β Aur	2,1	5 57 19,7	+44 56 47
β Ori	0,3	5 13 05,7	- 8 14 06	θ Aur	2,7	5 57 40,5	+37 12 44
α Aur	0,2	5 14 28,2	+45 58 10	η Col	4,0	5 58 13,6	-42 48 58
τ Ori	3,7	5 16 08,9	- 6 52 32	μ Ori	4,2	6 00 43,9	+ 9 38 56
λ Lep	4,3	5 18 11,5	-13 12 24	1 Gem	4,3	6 02 17,7	+23 15 59
29 Ori	4,2	5 22 30,0	- 7 50 04	ν Ori	4,4	6 05 51,5	+14 46 24
η Ori	3,4	5 22 58,1	- 2 25 24	ξ Ori	4,3	6 10 14,0	+14 13 01
γ Ori	1,7	5 23 31,2	+ 6 19 26	η Gem		6 13 04,0	+22 31 01
β Tau	1,8	5 24 23,6	+28 35 01	5 Mon	4,1	6 13 23,5	- 6 15 52
β Lep	3,0	5 26 57,6	-20 46 56	κ Aur	4,4	6 13 28,0	+29 30 39
32 Ori	4,3	5 29 10,7	+ 5 55 36	κ Col	4,5	6 15 29,0	-35 07 47
ε Col	3,9	5 30 08,8	-35 29 30	2 Lyn	4,4	6 16 58,7	+59 01 26
δ Ori	2,5	5 30 28,4	- 0 19 12	ζ CMa	3,1	6 19 09,6	-30 02 57
α Lep	2,7	5 31 24,4	-17 50 33	δ Col	4,0	6 21 01,0	-33 25 13
ϕ^1 Ori	4,5	5 33 10,4	+ 9 28 14	μ Gem	3,2	6 21 08,7	+22 31 50
β Dor		5 33 21,7	-62 30 34	β CMa	2,0	6 21 22,7	-17 56 24
λ Ori	3,7	5 33 29,0	+ 9 54 55	ε Mon	4,5	6 22 10,7	+ 4 36 34
ι Ori	2,9	5 33 57,9	- 5 55 42	α Car	-0,9	6 23 17,1	-52 40 44
ε Ori	1,7	5 34 41,4	- 1 13 11	λ CMa	4,5	6 27 03,4	-32 33 37
40 Ori	4,4	5 35 15,4	+ 9 16 33	ν Gem	4,1	6 27 10,9	+20 13 57
ζ Tau	3,0	5 35 51,0	+21 07 33	4 CMa	4,3	6 30 36,3	-23 23 45
σ Ori	3,8	5 37 14,3	- 2 36 58	13Mon	4,5	6 31 16,9	+ 7 21 23
ω Ori	4,5	5 37 36,0	+ 4 06 21	ξ^2 CMa	4,5	6 33 47,9	-22 56 24
α Col	2,7	5 38 33,7	-34 05 21	N Car	4,4	6 34 18,8	-62 57 02

koordinátái

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
ν CMa	4,1	6 35 22,5	-19 13 46	ν Gem	4,2	7 34 04,5	+26 57 50
γ Gem	1,9	6 35 58,8	+16 25 35	ρ Pup	4,5	7 34 10,5	-28 18 08
ν Pup	3,2	6 36 50,5	-43 10 08	k Pup	4,5	7 37 35,5	-26 43 57
ε Gem	3,2	6 42 05,2	+25 09 44	α CMi	0,5	7 37 43,9	+ 5 18 11
ξ Gem	3,4	6 43 36,4	+12 55 46	α Mon	4,1	7 39 48,8	- 9 28 48
α CMa	1,6	6 43 49,6	-16 40 25	σ Gem	4,3	7 41 26,4	+28 57 27
α Pic	3,3	6 47 53,0	-61 54 32	ζ Vol	3,9	7 42 12,1	-72 32 04
κ CMa	3,8	6 48 43,2	-32 28 22	ζ Pup	4,1	7 42 36,1	-28 52 56
τ Pup	2,8	6 49 11,4	-50 34 42	κ Gem	3,7	7 42 38,3	+24 28 17
A Car	4,4	6 49 12,2	-53 35 12	β Gem	1,2	7 43 29,0	+28 06 00
θ Gem	3,6	6 50 48,8	+33 59 56	e Pup	3,7	7 44 11,1	-37 53 42
θ CMa	4,2	6 52 47,7	-12 00 00	ξ Pup	3,5	7 48 01,9	-24 47 01
16 CMa	4,1	6 52 53,2	-24 08 44	P Pup	4,2	7 48 19,4	-46 17 49
15 Lyn	4,5	6 54 41,1	+58 27 51	a Pup	3,8	7 51 11,1	-40 29 52
ι CMa	4,4	6 54 47,9	-17 00 51	b Pup	4,5	7 51 34,9	-38 47 04
ε CMa	1,6	6 57 26,8	-28 55 49	J Pup	4,3	7 52 25,3	-48 01 27
σ^2 CMa	3,7	7 00 31,4	-27 53 28	11 Pup	4,3	7 55 34,1	-22 47 57
σ^2 CMa	3,1	7 01 46,3	-23 47 19	χ Car	3,6	7 56 00,9	-52 54 05
ζ Gem	3,9	7 02 19,8	+20 36 57	V Pup		7 57 22,6	-49 09 47
γ CMa	4,1	7 02 24,0	-15 35 16	+2°1854	4,5	8 00 42,3	+ 2 25 05
δ CMa	2,0	7 07 10,3	-26 20 40	ζ Pup	2,3	8 02 31,8	-39 55 04
γ^2 Vol	3,9	7 09 00,5	-70 27 02	g Pup	2,9	8 06 15,9	-24 13 01
τ Gem	4,5	7 09 13,9	+30 17 45	ζ Mon	4,4	8 07 05,2	- 2 53 43
δ Mon	4,1	7 10 19,9	- 0 26 31	16 Pup	4,3	8 07 41,2	-19 09 22
I Pup	4,5	7 11 42,3	-46 42 31	ε Vol	4,5	8 07 50,4	-68 31 44
L ² Pup		7 12 37,3	-44 35 24	γ^2 Vel	1,9	8 08 36,4	-47 14 51
ω CMa	3,8	7 13 35,6	-26 43 11	h ¹ Pup	4,4	8 10 17,1	-39 31 42
π Pup	2,7	7 16 05,0	-37 02 34	h ² Pup	4,4	8 12 58,9	-40 15 20
λ Gem	3,6	7 16 22,2	+16 35 45	β Cnc	3,8	8 14 53,4	+ 9 16 45
δ Vol	4,0	7 16 51,0	-67 54 09	q Pup	4,4	8 17 25,9	-36 33 56
30 CMa	4,4	7 17 27,8	-24 53 55	α Cha	4,1	8 19 19,7	-76 49 31
δ Gem	3,5	7 18 20,0	+22 02 20	31Lyn	4,4	8 20 47,3	+43 17 09
η CMa	2,4	7 22 54,5	-29 14 37	θ Cha	4,3	8 21 34,4	-77 23 18
ι Gem	3,9	7 23 51,9	+27 51 33	ε Car	1,7	8 21 54,0	-59 24 45
21 Lyn	4,4	7 24 27,3	+49 16 22	Br.1197	3,9	8 24 09,7	- 3 48 27
β CMi	3,1	7 25 31,5	+ 8 21 04	β Vol	3,6	8 25 25,0	-66 02 12
g Gem	4,2	7 27 11,0	+31 50 44	o UMa	3,5	8 27 47,2	+60 49 12
σ Pup	3,3	7 28 16,7	-43 14 24	δ Hya	4,2	8 36 04,1	+ 5 48 34
α Gem	1,6	7 32 41,2	+31 57 19	e Vel	4,1	8 36 35,3	-42 53 01
108 G. Pup	4,5	7 32 46,1	-22 13 49	σ Hya	4,5	8 37 11,4	+ 3 26 52

X. A fényesebb csillagok

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
β Pyx	4,0	8 38 55,7	-35 12 03	N Vel	3,0	9 30 18,6	-56 54 06
o Vel	3,7	8 39 26,0	-52 48 54	32 Hya	4,5	9 30 27,2	- 1 03 06
53 G. Vel	4,1	8 39 37,8	-46 32 29	θ UMa	3,3	9 30 51,6	+51 48 54
d Car	4,4	8 39 57,3	-59 39 13	R Car		9 31 29,4	-62 39 20
η Hya	4,3	8 41 39,4	+ 3 30 26	h Car	4,2	9 33 34,4	-59 05 43
α Pyx	3,7	8 42 23,1	-33 04 39	M Vel	4,5	9 35 45,1	-49 13 13
δ Cnc	4,2	8 42 58,9	+18 15 56	ι Hya	4,1	9 38 19,4	- 1 00 21
d Vel	4,1	8 43 19,6	-42 32 24	o Leo	3,8	9 39 33,0	+10 01 46
δ Vel	2,0	8 43 52,5	-54 35 53	ε Leo	3,1	9 44 09,1	+23 54 47
ι Cnc	4,2	8 44 53,1	+28 52 15	l Car		9 44 25,3	-62 22 09
12 Hya	4,4	8 44 57,5	-13 26 14	v Car	3,1	9 46 21,2	-64 55 57
a Vel	4,1	8 45 00,6	-45 55 53	v UMa	3,9	9 48 52,2	+59 10 51
ε Hya	3,5	8 45 11,3	+ 6 31 47	39 Hya	4,3	9 50 02,1	-14 42 19
ρ Hya	4,4	8 46 50,7	+ 5 56 58	φ UMa	4,5	9 50 04,6	+54 12 19
γ Pyx	4,2	8 49 15,5	-27 35 52	μ Leo	4,1	9 51 03,6	+26 08 56
ζ Hya	3,3	8 53 48,5	+ 6 03 38	φ Vel	3,7	9 55 48,4	-54 25 28
o Car	4,0	8 54 22,2	-60 31 46	21 LMi	4,5	10 05 39,9	+35 23 30
α Cnc	4,3	8 56 50,9	+11 58 29	η Leo	3,6	10 05 41,9	+16 54 34
ι UMa	3,1	8 57 09,7	+48 09 38	15 Sex	4,5	10 06 24,1	- 0 13 28
10 UMa	4,1	8 58 41,9	+41 54 09	α Leo	1,3	10 06 46,5	+12 06 52
91 G. Vel	4,4	8 58 58,1	-41 08 11	λ Hya	3,8	10 09 07,5	-12 12 19
κ UMa	3,7	9 01 35,1	+47 16 35	o Car	3,6	10 13 01,7	-69 53 19
α Vol	4,2	9 01 58,7	-66 16 34	q Vel	4,1	10 13 28,4	-41 58 23
c Vel	3,7	9 03 07,1	-46 58 40	ζ Leo	3,6	10 15 01,5	+23 34 02
G Car	4,5	9 05 05,1	-72 28 55	λ UMa	3,5	10 15 17,6	+43 03 53
15 UMa	4,5	9 06 45,9	+51 43 36	187 G. Car	3,4	10 16 04,7	-61 10 55
λ Vel	2,2	9 06 53,5	-43 18 39	γ^1 Leo	2,6	10 18 19,3	+19 59 38
a Car	3,6	9 10 10,6	-58 50 37	μ UMa	3,2	10 20 32,9	+41 39 03
i Car	4,2	9 10 35,9	-62 11 37	I Car	4,1	10 23 48,3	-73 52 43
θ Hya	3,8	9 12 48,3	+ 2 26 30	μ Hya	4,1	10 24 38,3	-16 40 57
β Car	1,8	9 12 52,8	-69 35 37	α Ant	4,4	10 25 46,6	-30 54 52
g Car	4,2	9 15 21,3	-57 24 55	β LMi	4,4	10 26 09,2	+36 51 41
ι Car	2,2	9 16 17,3	-59 08 57	s Car	4,1	10 26 46,4	-58 35 10
38 Lyn	3,8	9 16 59,0	+36 55 50	p Car	3,6	10 30 57,2	-61 31 51
α Lyn	3,3	9 19 13,9	+34 31 13	ρ Leo	3,8	10 31 13,9	+ 9 27 41
κ Vel	2,6	9 21 11,0	-54 52 56	r Car	4,5	10 34 25,9	-57 24 07
α Hya	2,2	9 26 06,8	- 8 31 40	γ Cha	4,1	10 35 07,7	-78 27 07
23 UMa	3,7	9 29 10,9	+63 11 39	p Vel	4,1	10 36 02,2	-48 04 10
ψ Vel	3,6	9 29 31,0	-40 20 05	x Vel	4,4	10 38 06,5	-55 26 49'
λ Leo	4,5	9 30 00,7	+23 06 04	θ Car	3,0	10 41 53,0	-64 14 13

koordinátái

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
w Car	4,5	10 42 23,4	-60 24 32	α Crv	4,2	12 06 51,7	-24 33 42
μ Vel	2,8	10 45 28,5	-49 15 41	ε Crv	3,2	12 08 34,7	-22 27 11
ν Hya	3,3	10 48 08,6	-16 02 10	ρ Cen	4,2	12 10 04,5	-52 12 06
46 LMi	3,9	10 51 38,3	+34 22 37	δ Cru	3,1	12 13 32,5	-58 34 56
u Car	3,9	10 52 16,1	-58 41 37	δ UMa	3,4	12 13 56,9	+57 11 57
54 Leo	4,5	10 53 59,5	+24 54 36	γ Crv	2,8	12 14 15,6	-17 22 32
α Crt	4,2	10 58 18,6	-18 08 19	ε Mus	4,2	12 15 56,1	-67 47 38
β UMa	2,4	11 00 02,5	+56 32 37	β Cha	4,4	12 16 33,2	-79 08 45
60 Leo	4,4	11 00 43,8	+20 20 27	ζ Cru	4,3	12 16 47,8	-63 50 12
α UMa	1,9	11 01 53,4	+61 54 48	η Vir	4,0	12 18 22,2	- 0 30 01
260 G. Car	4,0	11 07 18,1	-58 48 45	ε Cru	3,6	12 19 43,7	-60 14 03
ψ UMa	3,1	11 07 59,0	+44 39 41	α ¹ Cru	1,0	12 24 54,9	-62 55 59
β Crt	4,5	11 10 10,8	-22 39 42	σ Cen	4,2	12 26 24,6	-50 03 53
δ Leo	2,6	11 12 30,9	+20 41 18	δ Cru	3,1	12 28 18,5	-16 20 55
δ Leo	3,4	11 12 40,0	+15 35 37	γ Cru	1,6	12 29 29,4	-56 56 44
ξ UMa	3,9	11 16 35,1	+31 41 53	η Crv	4,4	12 30 31,2	-16 01 49
ν UMa	3,7	11 16 51,7	+33 15 29	γ Mus	4,0	12 30 39,2	-71 58 03
δ Crt	3,8	11 17 50,3	-14 36 58	κ Dra	3,9	12 32 12,7	+69 57 12
σ Leo	4,1	11 19 35,4	+ 6 11 38	β CVn	4,3	12 32 19,2	+41 31 12
π Cen	4,3	11 19 37,9	-54 19 35	β Crv	2,8	12 32 48,4	-23 13 52
ι Leo	4,0	11 22 21,7	+10 41 40	α Mus	2,9	12 35 22,6	-68 58 14
γ Crt	4,1	11 23 22,8	-17 31 09	τ Cen	4,0	12 36 03,2	-48 22 35
λ Dra	4,1	11 29 38,5	+69 29 48	γ Cen	2,4	12 39 51,2	-48 47 43
ξ Hya	3,7	11 31 31,3	-31 41 29	γ Vir	2,9	12 40 08,3	- 1 17 07
λ Cen	3,3	11 34 23,3	-62 51 14	β Mus	3,3	12 44 25,4	-67 56 40
ν Leo	4,5	11 35 24,7	- 0 39 29	β Cru	1,5	12 45 57,3	-59 31 30
λ Mus	3,8	11 44 10,9	-66 33 45	e Cen	4,3	12 51 24,4	-48 46 49
ν Vir	4,2	11 44 19,0	+ 6 41 51	n Cen	4,3	12 51 46,1	-40 00 58
χ UMa	3,8	11 44 28,3	+47 56 44	ε UMa	1,7	12 52 42,8	+56 07 20
65 G. Cen	4,2	11 45 03,1	-61 00 42	μ Cru	4,3	12 52 49,1	-57 00 55
93 Leo	4,5	11 46 26,3	+20 23 08	δ Vir	3,7	12 54 05,5	+ 3 33 36
β Leo	2,2	11 47 31,8	+14 44 23	α ² CVn	2,9	12 54 37,6	+38 28 48
j Cen	4,5	11 48 12,8	-63 37 18	δ Mus	3,6	13 00 10,9	-71 23 16
β Vir	3,8	11 49 07,9	+ 1 56 01	ε Vir	2,9	13 00 41,0	+11 07 12
β Hya	4,4	11 51 23,3	-33 44 28	ξ ² Cen	4,4	13 05 08,9	-49 44 46
γ UMa	2,5	11 52 15,6	+53 51 41	θ Vir	4,5	13 08 23,6	- 5 22 45
θ Cru	4,5	12 01 29,2	-63 08 46	α Com	4,5	13 08 31,7	+17 41 15
σ Vir	4,2	12 03 40,8	+ 8 53 58	β Com	4,3	13 10 28,4	+28 01 47
η Cru	4,3	12 05 18,2	-64 26 47	γ Hya	3,3	13 17 17,2	-23 00 50
δ Cen	2,9	12 06 47,7	-50 33 20	ι Cen	2,9	13 18 54,2	-36 33 17

X. A fényesebb csillagok

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
m Cen	4,5	13 21 58,4	-64 22 46	σ Boo	4,5	14 33 22,4	+29 52 29
ζ UMa	2,4	13 22 43,2	+55 04 53	η Cen	2,6	14 33 35,6	-42 01 37
α Vir	1,2	13 23 36,6	-11 00 19	ρ Lup	4,1	14 35 51,4	-49 17 46
80 UMa	4,0	13 24 01,6	+55 08 38	α Cen	0,1	14 37 32,9	-60 42 46
R Hya		13 28 04,1	-23 07 37	ζ Boo	3,9	14 39 42,9	+13 51 22
d Cen	4,0	13 29 17,8	-39 15 11	α Lup	2,9	14 39 55,5	-47 15 38
ζ Vir	3,4	13 33 09,7	- 0 26 36	α Cir	3,4	14 40 03,7	-64 50 45
ε Cen	2,6	13 37 53,5	-53 18 52	b Cen	4,1	14 40 05,3	-37 39 57
1 Cen	4,4	13 43 58,6	-32 53 34	μ Vir	3,9	14 41 28,6	- 5 31 44
τ Boo	4,5	13 45 50,1	+17 36 20	371 G. Cen	4,1	14 41 48,9	-35 02 44
η UMa	1,9	13 46 21,6	+49 27 45	ε Boo	2,7	14 43 40,6	+27 11 59
ν Cen	3,5	13 47 41,8	-41 32 20	α Aps	3,8	14 44 03,2	-78 55 10
2 Cen	4,4	13 47 42,0	-34 18 06	109 Vir	3,8	14 44 43,8	+ 2 01 05
μ Cen	3,3	13 47 48,1	-42 19 30	α ² Lib	2,9	14 49 12,9	-15 55 05
v Boo	4,3	13 48 01,8	+15 56 46	o Lup	4,5	14 49 40,3	-43 27 09
η Boo	2,8	13 53 15,3	+18 32 51	β UMi	2,2	14 50 46,5	+74 16 41
ζ Cen	3,1	13 53 39,5	-47 08 29	β Lup	2,8	14 56 33,5	-43 00 52
φ Cen	4,0	13 56 26,3	-41 57 18	κ Cen	3,3	14 57 12,1	-41 59 06
v ¹ Cen	4,2	13 56 49,0	-44 39 29	β Boo	3,6	15 00 48,9	+40 30 29
v ² Cen	4,4	13 59 50,6	-45 27 32	σ Lib	3,4	15 02 18,5	-25 09 55
τ Vir	4,3	14 00 07,0	+ 1 41 20	π Lup	4,0	15 03 04,0	-46 56 06
β Cen	0,9	14 01 41,4	-60 13 45	λ Lup	4,4	15 06 48,8	-45 09 56
α Dra	3,6	14 03 34,5	+64 31 07	κ ¹ Lup	4,1	15 09 50,3	-48 37 31
χ Cen	4,5	14 04 12,4	-41 02 12	ζ Lup	3,5	15 10 07,1	-51 59 11
π Hya	3,5	14 04 39,4	-26 32 19	δ Boo	3,5	15 14 17,5	+33 25 33
θ Cen	2,3	14 04 54,6	-36 13 23	β Cir	4,2	15 25 09,0	-58 41 27
κ Vir	4,3	14 11 17,5	-10 08 06	β Lib	2,7	15 15 23,3	- 9 16 24
α Boo	0,2	14 14 17,5	+19 20 16	2 Lup	4,4	15 15 59,9	-30 02 23
i Vir	4,2	14 14 26,3	- 5 51 29	γ TrA	3,1	15 16 05,0	-68 34 14
λ Boo	4,3	14 15 14,6	+46 13 31	μ Lup	4,4	15 16 26,2	-47 45 58
i Lup	4,1	14 17 28,4	-45 55 14	δ Lup	3,4	15 19 23,7	-40 32 25
ν Cen	4,4	14 18 13,0	-56 14 58	φ ¹ Lup	3,6	15 19 53,7	-36 09 14
ψ Cen	4,2	14 18 43,5	-37 44 53	ε Lup	3,7	15 20 38,1	-44 34 59
a Cen	4,5	14 21 10,8	-39 22 33	γ UMi	3,1	15 20 45,7	+71 56 26
δ Oct	4,1	14 21 54,2	-83 31 58	γ Cir	4,5	15 20 58,4	-59 12 52
θ Boo	4,1	14 24 10,5	+51 59 19	μ ¹ Boo	4,5	15 23 21,3	+37 28 53
τ ² Lup	4,5	14 24 14,5	-45 14 41	i Dra	3,5	15 24 15,5	+59 04 14
5 UMi	4,4	14 27 34,0	+75 49 45	β CrB	3,7	15 26 35,4	+29 12 29
ρ Boo	3,8	14 30 32,2	+30 30 08	θ CrB	4,2	15 31 43,1	+31 27 33
γ Boo	3,0	14 30 52,2	+38 26 19	γ Lup	2,9	15 33 08,0	-41 04 02

koordinátái

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
δ Ser	4,2	15 33 22,0	+10 38 18	ω Her	4,5	16 24 01,7	+14 06 04
α CrB	2,3	15 33 25,0	+26 48 53	α Sco	1,2	16 27 33,9	-26 22 01
γ Lib	4,0	15 33 50,7	-14 41 27	γ Aps	3,9	16 28 47,6	-78 50 00
ε TrA	4,1	15 33 57,2	-66 13 06	β Her	2,8	16 28 55,7	+21 33 14
ν Lib	3,8	15 35 11,9	-28 02 13	λ Oph	3,8	16 29 23,9	+2 02 54
ω Lup	4,3	15 36 01,5	-42 28 13	N Sco	4,3	16 29 25,0	-34 38 26
τ Lib	3,8	15 36 48,5	-29 40 50	φ Oph	4,4	16 29 25,1	-16 32 56
ι Ser	4,5	15 40 12,7	+19 45 57	σ Her	4,2	16 33 08,0	+42 29 53
γ CrB	3,9	15 41 28,9	+26 23 22	τ Sco	2,9	16 34 00,6	-28 09 19
α Ser	2,7	15 42 47,3	+6 31 08	H Sco	4,3	16 34 23,7	-35 11 44
β Ser	3,7	15 44 48,1	+15 30 52	ζ Oph	2,7	16 35 30,2	-10 30 28
λ Ser	4,4	15 44 59,1	+7 26 45	β Aps	4,2	16 38 45,0	-77 27 29
ζ UMi	4,3	15 45 05,6	+77 53 15	ζ Her	3,0	16 40 09,3	+31 39 22
κ Ser	4,3	15 47 23,3	+18 13 59	η Her	3,6	16 41 51,9	+38 58 42
μ Ser	3,6	15 48 03,1	-3 20 23	α TrA	1,9	16 45 28,3	-68 58 31
χ Lup	4,1	15 49 02,8	-33 32 14	η Ara	3,7	16 47 11,1	-58 59 24
ε Ser	3,7	15 49 19,1	+4 34 00	ε Sco	2,4	16 48 13,0	-34 14 25
θ Lib	4,3	15 52 06,8	-16 38 34	ε UMi	4,4	16 48 58,8	+82 05 21
β TrA	3,0	15 52 28,9	-63 20 24	μ ¹ Sco	3,1	16 49 50,0	-37 59 52
ρ Sco	4,0	15 55 01,7	-29 07 40	μ ² Sco	3,6	16 50 17,9	-37 58 05
γ Ser	3,9	15 55 03,9	+15 45 30	ζ Sco	3,7	16 52 28,0	-42 18 42
ε CrB	4,2	15 56 20,6	+26 57 49	ι Oph	4,3	16 52 35,2	+10 12 48
π Sco	3,0	15 57 01,9	-26 01 45	ζ Ara	3,1	16 56 07,8	-55 56 41
η Lup	3,6	15 58 07,6	-38 18 45	κ Oph	3,4	16 56 14,8	+9 25 13
δ Sco	2,5	15 58 33,3	-22 32 16	ε Ara	4,1	16 57 11,1	-53 06 59
θ Dra	4,1	16 01 19,4	+58 38 41	ε Her	3,9	16 59 08,4	+30 58 10
ξ Sco	4,2	16 02 42,9	-11 17 30	η Oph	2,6	17 08 39,3	-15 41 22
β ¹ Sco	2,9	16 03 41,3	-19 43 29	ζ Dra	3,2	17 08 41,7	+65 45 05
θ Lup	4,3	16 04 37,0	-36 43 20	η Sco	3,4	17 10 00,0	-43 12 05
ω ¹ Sco	4,1	16 05 02,9	-20 35 22	α Her	3,5	17 13 16,7	+14 25 24
φ Her	4,3	16 07 49,3	+45 00 45	δ Her	3,2	17 13 47,9	+24 52 24
ν Sco	4,3	16 10 14,9	-19 23 03	π Her	3,4	17 14 00,0	+36 50 31
δ TrA	4,0	16 12 41,5	-63 36 40	68 Her		17 16 12,9	+33 07 53
δ Oph	3,0	16 12 46,2	-3 37 06	ν Ser	4,3	17 19 08,2	-12 49 04
ε Oph	3,3	16 16 43,9	-4 37 15	ξ Oph	4,5	17 19 12,2	-21 04 56
γ ² Nor	4,1	16 17 35,2	-50 05 01	θ Oph	3,4	17 20 09,9	-24 58 16
τ Her	3,9	16 18 50,2	+46 23 02	ρ Her	4,5	17 22 38,8	+37 10 21
σ Sco	3,1	16 19 21,6	-25 31 21	β Ara	2,8	17 22 48,0	-55 30 13
γ Her	3,8	16 20 35,7	+19 13 21	γ Ara	3,5	17 22 51,8	-56 21 06
η Dra	2,9	16 23 34,8	+61 34 54	44 Oph	4,3	17 24 32,1	-24 08 58

X. A fényesebb csillagok

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
σ Oph	4,4	17 25 01,4	+ 4 09 54	η Sgr	3,2	18 15 35,7	-36 46 21
45 Oph	4,4	17 25 26,2	-29 50 30	κ Lyr	4,3	18 18 48,5	+36 03 00
δ Ara	3,8	17 28 23,1	-60 39 40	δ Sgr	2,8	18 19 04,4	-29 50 33
v Sco	2,8	17 28 43,3	-37 16 25	η Ser	3,4	18 19 45,4	- 2 54 29
α Ara	3,0	17 29 31,1	-49 51 16	ξ Pav	4,2	18 20 27,7	-61 30 35
λ Her	4,5	17 29 31,5	+26 07 56	φ Dra	4,2	18 21 11,3	+71 19 20
β Dra	3,0	17 29 45,2	+52 19 22	χ Dra	3,7	18 21 35,8	+72 43 13
λ Sco	1,7	17 31 34,1	-37 05 01	ε Sgr	1,9	18 22 10,8	-34 24 02
α Oph	2,1	17 33 32,4	+12 34 50	109 Her	3,9	18 22 25,1	+21 45 17
Q Sco	4,3	17 34 28,7	-38 36 57	α Tel	3,8	18 24 44,9	-45 59 12
θ Sco	2,0	17 35 09,6	-42 58 50	λ Sgr	2,9	18 26 07,1	-25 26 24
ξ Ser	3,6	17 35 52,0	-15 22 53	ζ Tel	4,1	18 26 31,2	-49 05 21
ι Her	3,8	17 38 37,0	+46 01 17	α Set	4,1	18 33 34,4	- 8 15 59
o Ser	4,4	17 39 43,6	-12 51 39	α Lyr	0,1	18 35 55,3	+38 45 17
κ Sco	2,5	17 40 24,5	-39 00 59	ζ Pav	4,1	18 39 32,3	-71 27 24
δ UMi	4,4	17 41 50,4	+86 36 09	ε Lyr	4,5	18 43 23,1	+39 34 50
β Oph	2,9	17 41 59,3	+ 4 34 42	ζ Lyr	4,3	18 43 44,3	+37 34 22
η Pav	3,6	17 42 47,0	-64 42 43	φ Sgr	3,3	18 43 46,9	-27 01 24
μ Her	3,5	17 45 17,0	+27 44 14	110 Her	4,3	18 44 22,1	+20 30 59
ι Sco	3,1	17 45 29,0	-40 07 02	β Set	4,5	18 45 34,9	- 4 46 53
X Sgr		17 45 40,2	-27 49 16	111 Her	4,4	18 45 41,7	+18 08 49
γ Oph	3,7	17 46 23,2	+ 2 43 02	R Set		18 45 52,8	- 5 44 19
G Sco	3,2	17 47 48,9	-37 02 08	β ¹ Lyr		18 48 58,3	+33 19 36
ξ Dra	3,9	17 53 00,5	+56 52 36	λ Pav	4,4	18 49 26,5	-62 13 28
θ Her	4,0	17 55 13,4	+37 15 12	σ Sgr	2,1	18 53 24,3	-26 20 08
γ Dra	2,4	17 55 54,5	+51 29 30	δ Lyr	4,5	18 53 27,2	+36 51 35
ξ Her	3,8	17 56 35,9	+29 15 00	κ Pav		18 53 51,9	-67 16 25
ν Her	4,5	17 57 21,2	+30 11 27	R Lyr		18 54 25,3	+43 54 20
ν Oph	3,5	17 57 22,4	- 9 46 17	θ ¹ Ser	4,5	18 54 43,6	+ 4 09 48
67 Oph	3,9	17 59 08,4	+ 2 55 54	ξ ² Sgr	3,6	18 55 56,4	-21 08 52
68 Oph	4,4	18 00 13,8	+ 1 18 16	γ Lyr	3,3	18 57 49,2	+32 38 50
W Sgr		18 03 06,2	-29 34 59	ε Aql	4,2	18 58 15,6	+15 01 35
γ Sgr	3,1	18 03 52,8	-30 25 34	12 Aql	4,1	19 00 04,6	- 5 46 58
70 Oph	4,1	18 03 56,3	+ 2 30 18	ζ Sgr	2,7	19 00 42,2	-29 55 29
θ Ara	3,9	18 04 17,6	-50 05 44	o Sgr	3,9	19 02 53,1	-21 47 13
π Pav	4,4	18 05 41,4	-63 40 19	ζ Aql	3,0	19 04 01,8	+13 49 03
72 Oph	3,7	18 05 55,6	+ 9 33 30	γ CrA	4,3	19 04 23,5	-37 06 29
o Her	3,8	18 06 22,3	-28 45 26	λ Aql	3,5	19 04 39,3	- 4 55 44
102 Her	4,3	18 07 28,4	+20 48 31	τ Sgr	3,4	19 05 04,0	-27 42 57
μ Sgr	4,0	18 11 58,1	-21 04 06	α CrA	4,1	19 07 26,0	-37 57 11

koordinátái

Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
β CrA	4,2	19 07 58,0	-39 23 25	α Pav	2,1	20 23 17,0	-56 49 58
π Sgr	3,0	19 07 58,8	-21 04 22	41 Cyg	4,1	20 28 10,1	+30 16 03
δ Dra	3,2	19 12 33,1	+67 36 31	ϑ Cep	4,3	20 29 04,8	+62 53 34
η Lyr	4,5	19 12 44,1	+39 05 36	ε Del	4,0	20 31 46,7	+11 12 01
ϑ Lyr	4,5	19 15 19,5	+38 04 46	α Ind	3,2	20 35 27,8	-47 23 51
κ Cyg	4,0	19 16 24,5	+53 18 45	β Del	3,7	20 36 08,5	+14 29 23
ρ Sgr	3,9	19 19 56,0	-17 54 18	71 Aql	4,5	20 36 47,3	-1 12 40
β^1 Sgr	4,3	19 20 29,0	-44 31 02	α Del	3,9	20 38 14,6	+15 48 19
β^2 Sgr	4,5	19 21 03,2	-44 51 29	α Cyg	1,3	20 40 24,4	+45 10 21
α Sgr	4,1	19 21 48,6	-40 40 27	δ Del	4,5	20 42 03,4	+14 57 57
δ Aql	3,4	19 23 59,1	+3 03 13	β Pav	3,6	20 42 16,4	-66 18 46
ι Cyg	3,9	19 28 56,9	+51 39 55	ψ Cap	4,3	20 44 19,2	-25 22 48
β^1 Cyg	3,2	19 29 30,6	+27 53 44	52 Cyg	4,3	20 44 25,3	+30 36 34
ι Aql	4,3	19 35 10,1	-1 21 16	η Cep	3,6	20 44 40,9	+61 43 19
α Sge	4,4	19 38 45,2	+17 56 37	ε Cyg	2,6	20 44 59,7	+33 51 25
β Sge	4,4	19 39 42,0	+17 24 19	γ^2 Del	4,5	20 45 15,9	+16 00 55
δ Cyg	3,0	19 44 02,1	+45 03 24	ε Aqr	3,8	20 46 03,1	-9 36 24
γ Aql	2,8	19 44 49,9	+10 32 20	λ Cyg	4,5	20 46 14,3	+36 22 47
δ Sge	3,8	19 46 02,9	+18 27 33	ω Cap	4,2	20 50 02,0	-27 01 58
ε Dra	4,0	19 48 16,9	+70 11 30	β Ind	3,7	20 52 28,7	-58 34 08
α Aql	0,9	19 49 19,1	+8 47 16	ν Cyg	4,0	20 56 03,2	+41 03 03
χ Cyg		19 49 24,6	+32 50 14	ξ Cyg	3,9	21 03 50,2	+43 48 27
η Aql		19 50 56,6	+0 55 39	ϑ Cap	4,2	21 04 15,7	-17 21 11
13 Vul	4,5	19 52 11,1	+24 00 01	ν Aqr	4,5	21 07 57,6	-11 29 39
ι Sgr	4,2	19 53 11,7	-41 56 56	ζ Cyg	3,4	21 11 39,4	+30 06 11
β Aql	3,9	19 53 50,3	+6 19 50	τ Cyg	3,8	21 13 35,5	+37 55 00
η Cyg	4,0	19 55 10,8	+35 00 10	α Equ	4,1	21 14 19,4	+5 07 22
ε Pav	4,1	19 57 09,1	-72 59 32	σ Cyg	4,3	21 16 14,1	+39 16 06
γ Sge	3,7	19 57 25,3	+19 24 35	ν Cyg	4,4	21 16 40,9	+34 46 12
ϑ^1 Sgr	4,4	19 57 47,2	-35 21 33	α Cep	2,6	21 17 51,8	+62 27 29
δ Pav	3,6	20 05 47,8	-66 15 39	ι Cap	4,3	21 20 34,6	-16 57 48
ϑ Aql	3,4	20 09 45,4	-0 54 42	1 Peg	4,3	21 20 41,8	+19 40 31
κ Cep	4,4	20 09 55,8	+77 37 19	γ Pav	4,3	21 23 59,0	-65 30 12
α^2 Cyg	3,9	20 12 41,1	+46 38 58	ζ Cap	3,9	21 24 57,4	-22 32 32
33 Cyg	4,3	20 12 42,0	+56 28 31	β Cep	3,3	21 28 16,7	+70 25 44
32 Cyg	4,2	20 14 32,6	+47 37 17	β Aqr	3,1	21 29 58,8	-5 42 15
α^1 Cap	4,5	20 15 59,1	-12 36 08	ρ Cyg	4,2	21 32 51,0	+45 27 31
α^2 Cap	3,8	20 16 23,4	-12 38 21	ν Oct	3,7	21 38 12,4	-77 31 29
β Cap	3,2	20 19 19,6	-14 52 38	γ Cap	3,8	21 38 25,8	-16 47 55
γ Cyg	2,3	20 21 09,0	+40 09 35	μ Cep		21 42 35,2	+58 38 31

X. A fényesebb csillagok ko ordinátái

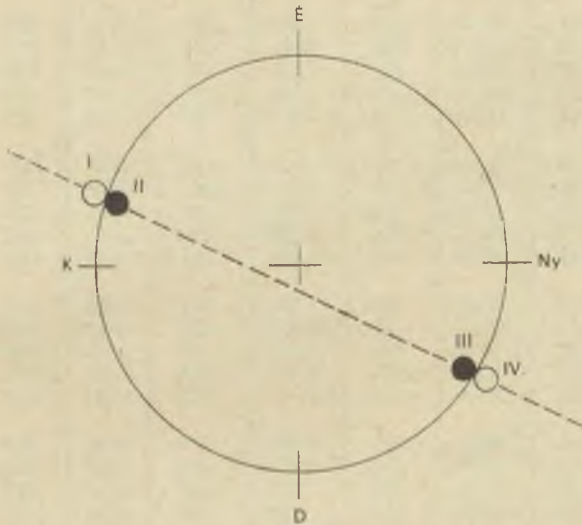
Név	m	RA	D	Név	m	RA	D
		h m s	° ' "			h m s	° ' "
ε Peg	2,5	21 42 42,7	+ 9 44 12	ξ Peg	4,3	22 45 11,5	+12 01 07
9 Peg	4,5	21 43 05,3	+17 12 42	ε Gru	3,7	22 46 45,0	-51 28 30
ι PsA	4,3	21 43 09,8	-33 09 49	τ Aqr	4,2	22 48 00,2	-13 45 05
κ Peg	4,3	21 43 17,1	+25 30 23	μ Peg	3,7	22 48 33,1	+24 26 34
ν Cep	4,5	21 44 34,9	+60 58 55	ι Cep	3,7	22 48 36,4	+66 02 33
δ Cap	3,0	21 45 23,2	-16 15 51	γ PsA	4,5	22 50 51,7	-33 02 06
π [*] Cyg	4,3	21 45 40,9	+49 10 13	λ Aqr	3,8	22 51 02,9	- 7 44 23
γ Gru	3,2	21 52 07,0	-37 30 24	δ Aqr	3,5	22 53 03,5	-15 58 51
α Aqr	3,2	22 04 14,5	- 0 27 58	δ PsA	4,3	22 54 17,4	-32 42 02
ι Aqr	4,3	22 04 49,1	-14 00 57	α PsA	1,3	22 55 59,7	-29 46 54
ι Peg	4,0	22 05 36,7	+25 11 53	ζ Gru	4,2	22 59 07,0	-52 54 56
α Gru	2,2	22 06 20,9	-47 06 26	ο And	3,6	23 00 32,1	+42 09 52
π Peg	4,4	22 08 39,1	+33 01 49	β Peg	2,6	23 02 19,0	+27 55 11
θ Peg	3,7	22 08 41,1	+ 6 02 59	α Peg	2,6	23 03 15,8	+15 02 36
ζ Cep	3,6	22 09 48,6	+58 03 11	θ Gru	4,3	23 05 11,7	-43 40 59
ε Cep	4,2	22 13 55,6	+56 53 37	88 Aqr	3,8	23 07 50,9	-21 20 08
l Lac	4,2	22 14 39,5	+37 35 56	ι Gru	4,1	23 08 40,0	-45 24 35
θ Aqr	4,3	22 15 15,0	- 7 56 00	φ Aqr	4,4	23 12 46,1	- 6 12 40
α Tuc	2,9	22 16 27,6	-60 24 36	ψ ¹ Aqr	4,5	23 14 19,2	- 9 15 05
γ Aqr	4,0	22 20 06,4	- 1 32 21	γ Psc	3,8	23 15 36,5	+ 3 07 05
ζ Aqr	4,4	22 27 17,3	- 0 10 27	γ Tuc	4,1	23 15 41,3	-58 24 02
δ ¹ Gru	4,0	22 27 28,9	-43 38 58	γ Sel	4,5	23 17 12,4	-32 41 45
δ ² Gru	4,3	22 27 58,3	-43 54 12	98 Aqr	4,2	23 21 23,7	-20 15 52
δ Cep		22 28 03,1	+58 15 40	99 Aqr	4,5	23 24 28,3	-20 48 24
6 Lac	4,5	22 29 11,3	+42 58 09	θ Psc	4,4	23 26 26,7	+ 6 12 50
β PsA	4,4	22 29 48,2	-32 30 01	β Sel	4,5	23 31 21,9	-37 59 05
α Lac	3,8	22 30 03,0	+50 07 40	λ And	4,0	23 36 05,3	+46 17 44
η Aqr	4,1	22 33 48,8	- 0 16 22	ι And	4,3	23 36 39,5	+43 06 07
ε PsA	4,2	22 38 59,9	-27 12 02	γ Cep	3,4	23 38 06,0	+77 27 54
ζ Peg	3,6	22 39 57,8	+10 40 27	ι Psc	4,3	23 38 24,3	+ 5 27 49
β Gru	2,2	22 40 52,9	-47 02 32	κ And	4,3	23 38 55,4	+44 10 04
η Peg	3,1	22 41 35,5	+30 03 50	ρ Cas		23 52 52,5	+57 19 57
β Oct	4,3	22 43 05,9	-81 32 23	ω Psc	4,0	23 57 46,1	+ 6 41 50
λ Peg	4,1	22 45 05,0	+23 24 26				

XI. Az 1970. május 9-i merkurátvonulás magyarországi adatai

A Merkúr 1970. május 9-i átvonulása a napkorong előtt (1. 75. o.) Magyarország területéről is megfigyelhető. Az átvonulás adatai Budapestre (Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézet), Debrecenre (Napfizikai Observatórium), Szombathelyre, Bajára és Miskolcra (Szputnyikmegfigyelő Állomások) a következők (KözEI-ben):

Kontaktus	I.	II.	III.	IV.
Budapest	5 ^h 20 ^m 05, ^s 6	5 ^h 23 ^m 06, ^s 5	13 ^h 09 ^m 01, ^s 3	13 ^h 12 ^m 01, ^s 2
Debrecen	5 20 06,1	5 23 06,9	13 08 58,5	13 11 58,4
Szombathely	5 20 05,4	5 23 06,3	13 09 03,9	13 12 03,8
Baja	5 20 07,8	5 23 08,6	13 09 01,9	13 12 01,8
Miskolc	5 20 05,0	5 23 05,8	13 08 59,3	13 11 59,2
Pozíciószög	70,°3	70,°3	236,°6	236,°7

Magyarország más részein a fenti állomások legközelebbikének adataitól 1—2 másodperc eltérés lehetséges. A kontaktusok pozíciószögei az egész ország területén azonosak, és a napkorong É-i pontjától K—D—Ny irányban számítandók. I. és II. a belépés külső, ill. belső kontaktusát, III. és IV. a kilépés belső, ill. külső kontaktusát jelöli.



1. ábra. Az 1970. május 9-i merkurátvonulás kontaktusai és a Merkúr útja a napkorong előtt. (Az ábrán a Merkúr átmérője tízszeresen nagyítva a napkorong méretéhez viszonyítva.)

XII. NAGY NAPKITÖRÉSEK

Dátum	Kezdet	Tartam	McMa. szám	Héliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma
				B	L _{OM}		
	h m	m		°	°		
1964. I. 26	12 38	192	7108	+ 10	+ 08	2	8
IV. 7	01 25	95	7213	+ 18	- 67	2	4
1965. II. 5	17 50	154	7661	+ 08	+ 25	2	3
VI. 9	06 00	80	7847	+ 21	- 49	2	9
28	10 18	82	7878	+ 30	- 42	2	10
IX. 30	13 13	111	8005	+ 21	- 34	2	8
X. 2	04 03	36	05	+ 22	- 12	2	4
4	09 37	49	8012	- 21	+ 30	2	14
1966. I. 17	10 29	141	8131	+ 19	- 27	2B	8
18	22 53	142	31	+ 20	- 07	2B	6
III. 16	09 12	55	8207	+ 22	- 65	2B	7
19	03 38	109	07	+ 21	- 33	3N	4
20	09 28	207	07	+ 21	- 25	2B	10
20	10 11	79	07	+ 15	- 08	2B	6
21	09 25	120	07	+ 21	+ 02	2B	12
21	21 38	140	07	+ 19	+ 10	2B	4
24	02 25	109	07	+ 20	+ 42	2N	4
25	01 45	115	07	+ 20	+ 54	2N	4
25	05 13	27	07	+ 14	+ 54	2B	4
26	00 21	59	07	+ 16	+ 64	2N	5
26	18 43	33	07	+ 15	+ 70	2B	5
29	03 24	40	8223	+ 28	- 66	2B	5
30	12 41	102	23	+ 28	- 50	2N	11
31	18 08	154	23	+ 28	- 35	2N	6
IV. 1	17 36	84	23	+ 28	- 22	2N	4
4	21 07	97	23	+ 27	+ 21	2N	5
15	09 56	70	8262	+ 19	- 40	2B	7
V. 25	10 42	108	8312	+ 28	- 20	2N	5
28	15 32	178	8310	+ 15	+ 40	2B	8
VI. 27	23 58	82	8344	+ 25	+ 58	2N	2
VII. 7	00 25	70	8362	+ 35	+ 48	2B	7
8	12 38	52	62	+ 34	+ 68	2B	9
9	03 10	85	62	+ 35	+ 75	2B	5
11	09 00	90	62	+ 35	+ 90	3N	4
28	22 14	156	8413	+ 36	- 33	3B	8

(H_α-FLEREK)

Dátum	Kezdet	Tartam	McMa. szám	Héliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma		
				B	L _{CM}				
	h m	m		°	°				
1966. VIII.	17	09 33	67	8438	+23	+10	2N	10	
	26	18 05	55	8461	+23	-22	2N	5	
	26	21 53	107	61	+24	-30	2N	3	
	28	15 23	97	61	+22	-05	3B	9	
	30	14 50	70	61	+23	+26	2N	6	
	31	00 37	46	61	+21	+30	2B	5	
	IX.	2	05 42	138	61	+24	+56	3B	10
		4	04 07	72	61	+21	+87	3N	6
	16	16 37	283	05	+05	-36	2N	5	
	17	09 40	65	8496	+24	+63	2N	11	
18	14 52	30	8509	+22	-42	2B	7		
19	11 57	47	09	+22	-30	2B	8		
20	10 45	35	05	+10	+14	2N	10		
20	17 38	202	05	+06	+14	2B	4		
X.	1	02 08	84	8516	+27	+61	2N	4	
	9	10 45	65	8530	+21	00	3N	10	
14	12 50	68	8546	+22	-01	2N	7		
XI.	14	12 15	80	8578	+21	-75	2N	8	
XII.	9	17 55	72	8610	+22	-50	2B	2	
	10	14 19	94	10	+23	-40	2N	4	
13	23 00	50	8612	+24	-56	2B	2		
17	09 48	82	12	+20	+03	2B	5		
28	17 58	32	8620	+25	+63	2B	3		
1967.	I.	4	23 29	279	8632	-26	-35	2F	3
		14	23 17	54	8639	+22	+71	2N	3
29	16 13	70	8667	-24	-02	2N	5		
11.	3	02 57	66	8682	+11	-58	2B	4	
	4	16 41	141	82	+11	-40	2B	3	
6	18 33	60	8687	+26	-84	2N	4		
13	17 49	221	87	+21	+10	3B	6		
18	10 04	90	8695	+23	-56	3N	8		
22	06 22	13	8704	+24	-66	2N	4		
22	09 17	66	04	+23	-87	2N	3		
22	14 40	75	8698	+23	-02	2B	5		
22	17 39	180	04	+25	-62	2B	5		

XII. NAGY NAPKITÖRÉSEK

Dátum	Kezdet	Tartam	McMa. szám	Héliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma	
				B	Lcm			
	h m	m		°	°			
1967. II.	23	08 29	28	04	+24	-43	2B	4
	23	11 43	35	04	+24	-51	2N	2
	27	16 37	113	04	+27	-02	2N	3
III.	4	08 28	22	04	+20	+78	2N	6
	6	13 26	45	8715	+17	-32	2N	3
	22	00 22	73	8740	+24	-68	3B	5
	26	04 58	37	40	+23	+01	2N	4
	26	16 30	89	40	+26	-05	3N	4
	30	08 42	53	40	+23	+47	2N	11
	31	11 55	130	8751	+25	-40	2N	5
IV.	1	06 47	37	8745	-20	+07	2N	4
	1	10 28	35	8739	-23	+68	2F	2
	11	11 12	31	8753	-21	+65	2N	6
V.	3	15 37	229	8798	+25	-51	2B	7
	4	01 20	107	98	+30	-25	2N	2
	6	04 32	66	8791	-21	+35	3N	6
	8	11 25	189	91	-22	+60	2N	6
	10	10 51	119	91	-22	+87	2N	3
	21	19 19	65	8818	+24	-39	2N	4
	23	18 04	224	18	+28	-27	2B	5
	25	11 29	67	18	+23	+02	2N	3
	26	01 56	75	8821	+15	-19	2N	4
	27	01 30	100	18	+26	+20	2N	3
	28	05 27	105	18	+28	+22	3B	8
	28	05 29	73	18	+28	+34	3B	3
	28	07 07	58	18	+25	+42	2N	6
VI.	5	18 46	104	8829	-18	+58	2N	5
VII.	24	20 20	90	8905	+28	-48	2B	2
	26	06 08	163	05	+26	-33	2F	2
	29	02 49	67	8911	+16	-19	2N	3
	29	04 21	32	8901	-24	+66	2N	3
	31	20 47	53	05	+20	+50	2B	4
VIII.	1	17 22	44	05	+27	+62	2B	6
	4	03 18	115	8921	+21	-76	2F	2
	9	18 15	54	8926	-24	-32	2B	4

(H_α-FLEREK)

Dátum	Kezdet	Tartam	McMa. szám	Héliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma
				B	L _{0M}		
	h m	m		°	°		
1967. VIII.	12 15 47	81	26	-24	+05	2B	10
	19 00 00	32	8942	+18	-83	2N	4
	19 05 30	65	42	+17	-87	2B	4
	19 07 31	29	42	+20	-83	2N	3
	21 18 30	77	42	+23	-49	2N	5
	29 11 56	65	42	+21	+45	2B	4
	29 13 30	52	42	+23	+44	2B	9
IX.	1 09 11	44	8961	+24	-54	2N	2
	17 03 53	29	8985	+15	-61	2B	2
	17 10 51	71	8973	+18	+39	2N	4
	18 23 16	148	73	+16	+60	2B	2
	28 11 31	92	8999	+15	-47	2B	2
X.	31 11 22	38	9047	-20	-21	2B	6
XI.	16 10 02	54	9073	+10	-38	2N	3
	16 21 30	91	73	+12	-35	3B	3
	20 05 55	157	9082	+21	-68	2N	2
XII.	11 23 47	84	9108	-21	+18	2B	3
	13 13 39	107	08	-22	+36	2B	7
	16 02 47	119	9118	+23	-66	2N	4
	27 08 39	60	9132	-16	-60	2B	9
1968.	I. 4 22 35	21	9146	+11	-76	2B	4
	5 04 57	6	46	+11	-72	2B	3
	9 05 07	23	46	+09	-28	2B	3
	14 20 06	46	46	+17	+40	2B	3
	15 00 01	20	46	+17	+45	2B	5
	20 01 13	25	9153	+27	+89	2N	3
	31 21 30	53	9184	+15	+20	2B	2
II.	2 10 28	68	84	+13	+36	2B	7
	10 16 07	27	9206	-17	-57	2B	5
	15 14 55	57	06	-15	+11	2B	7
III.	27 17 34	70	9273	-14	+44	2N	4
VI.	9 00 26	90	9443	+15	-39	2B	6
	9 08 35	102	9429	-14	+08	3B	11
	26 22 37	194	9485	-40	-65	2N	3
VII.	6 07 15	18	9503	+11	-79	2B	11

XII. NAGY NAPKITÖRÉSEK (H_α-FLEREK)

Dátum	Kezdet	Tartam	McMa. szám	Héliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma	
				B	L _{CM}			
	h m	m		°	°			
1968. VII.	8	17 07	86	03	+13	-59	3B	7
	9	18 08	51	03	+13	-40	2B	5
	12	13 41	179	9499	+11	+19	2N	9
	20	08 14	56	9530	+16	-54	2N	7
VIII.	3	03 12	82	9567	+10	-75	2N	6
	8	06 17	72	67	+09	-07	2B	8
	8	18 12	57	67	+10	+01	2B	5
	21	19 33	23	9593	-17	+51	2B	5
	23	11 06	13	93	-16	+77	2B	3
IX.	26	00 26	39	9687	+14	-35	2B	5
	28	01 50	54	87	+13	-06	2B	4
	28	07 21	185	9692	-19	-39	2B	6
	29	09 22	94	87	+13	+13	2B	11
	29	16 18	40	9678	+17	+52	2B	6
X.	3	23 48	222	92	-16	+37	2B	4
	4	21 20	70	9703	+18	-40	2B	2
	21	06 04	51	9735	+17	-29	2B	7
	21	17 19	42	35	+18	-23	2B	7
	23	23 56	82	9740	-12	-59	2B	4
	27	13 18	115	40	-17	-18	2N	4
	29	11 14	211	40	-16	+12	2B	5
	30	12 34	102	40	-18	+25	2B	9
	30	23 39	114	40	-14	+37	3B	3
	31	22 32	90	40	-15	+49	2N	3
XI.	1	08 29	89	40	-17	+47	2F	2
	2	06 01	13	40	-20	+58	2N	4
	2	09 49	59	40	-14	+66	2B	4
XII.	2	21 16	154	9802	+18	-80	3N	2
	9	06 12	38	9798	+11	+47	2N	5
	24	01 51	33	9842	+21	-56	2N	4
1969. I.	27	10 46	59	42	+16	-02	2B	5
	3	04 39	59	9855	+26	-72	2N	3
	4	20 35	109	55	+27	-53	2B	3
	24	08 03	83	9879	+20	+09	2B	5

XIII. SZOLÁRIS RÉSZECKÉKRE VONATKOZÓ ADATOK

Nap – Föld távolság befutásának		A részecskék energiája		
sebessége	ideje	elektron	proton	α részecske
km/sec	d h m s			
400	4 08	0,45 eV	848 eV	3,36 keV
500	3 11	0,71	1,33 keV	5,25
600	2 22	1,05	1,91	7,55
700	2 11 30	1,39	2,60	10,3
800	2 04 10	1,82	3,40	13,4
900	1 22 20	2,30	4,29	17,0
1 000	1 17 40	2,84	5,30	21,0
2 000	20 50	11,4	21,2	84,0
4 000	10 25	45,5	84,8	336
6 000	6 57	105	191	755
8 000	5 13	182	340	1,34 MeV
10 000	4 10	284	530	2,10
15 000	2 47	640	1,19 MeV	4,72
20 000	2 05	1,14 keV	2,12	8,40
25 000	1 40	1,77	3,31	13,1
30 000	1 23	2,58	4,74	18,8
35 000	1 11	3,46	6,36	25,3
40 000	1 02	4,60	8,47	33,6
45 000	56	5,84	10,7	42,6
50 000	50	7,26	13,4	53,1
60 000	42	10,6	19,5	77,5
70 000	36	14,5	26,7	106
80 000	31	19,3	35,5	141
90 000	28	24,7	45,5	181
100 000	25	31,0	57,2	227
130 000	19 12	55,8	103	408
160 000	15 36	93,1	171	606
200 000	12 30	175	322	1280

A Naptól jövő részecskeáramnak azt a részét, melynek sebessége mintegy 1000 km/sec-nél kisebb, szokás napszólnek nevezni; az igen nagy sebességű részecskék már az úgynevezett kozmikus sugárzás kategóriájába esnek, melynek egy része a Naptól származik.

XIV. PULZÁROK

(Igen rövid periódussal változó rádióforrások)

Elnevezés	RA ₁₉₅₀	D ₁₉₅₀	Periódus	Felfedezés, ill. közlés ideje	Megj.
	h m s s	° ' " "	s		
CP 1919	19 19 37,2 ±0,3	+ 21 47 02 ±0,2	1,337280	1967. aug.	
CP 0834	08 34 26,6 5	+ 06 19 13 0,5	1,27379	1968. febr.	
CP 0950	09 50 30,8 0,2	+ 08 09 48 0,1	0,253065	febr.	
CP 1133	11 33 26,9 0,2	+ 16 07 35 0,3	1,187911	febr.	
HP 1506	15 07 50 20	+ 55 41 6	0,739678	júni.	
CP 0328	03 29 07 10	+ 54 23 6	0,714518	júli.	
CP 0808	08 08 50 30	+ 74 42 6	1,292241	júli.	
PSR 1749—28	17 49 48,8 0,3	— 28 05 57 0,1	0,562553	júli.	
PSR 2045—16	20 45 47,6 0,4	— 16 27 50 0,2	1,961564	júli.	
AP 2015+28	20 15 58 10	+ 28 31 5	0,55794	aug.	
AP 0823+26	08 23 52 10	+ 26 48 5	0,358764	szept.	
NP 0527	05 24 52 20	+ 21 51 5	3,74549	okt. (1)	
NP 0532	05 31 52 9	+ 22 01 3	0,033091	okt. (2)	
MP 0736	07 36 51 1	— 40 120	0,375	okt.	
PSR 0833—45	08 33 38,9 1	— 45 00 05 0,3	0,089209	okt. (3)	
MP 0835	08 35 34 1	— 40 120	0,765	okt.	
PSR 0904+77	09 04 600	+ 77 40 50	1,57905	okt.	
MP 1426	14 26 35 1	— 66 120	0,788	okt.	
MP 1451	14 51 33 1	— 68 120	0,248	okt.	
MP 1727	17 27 50 1	— 50 120	0,835	okt.	
PSR 1929+10	19 29 52 1	+ 10 52 49 0,3	0,227	okt.	
JP 1933+16	19 33 10 20	+ 16 06 7	0,358764	okt.	
PSR 2218+47	22 18 60	+ 47 30 30	0,53849	nov.	
PP 0943	09 43 15 30	+ 08 00 240	1,09	dec.	
AP 1541+09	15 41 10 15	+ 09 38 5	0,74839	1969. febr.	
AP 1237+25	12 37 17 10	+ 25 09 4	1,3824	márc.	
PSR 1642—03	16 42 30 60	— 03 00 20	0,38765	márc.	
MP 0940	09 40 40 3	— 56 120	0,662	márc.	
MP 0959	09 59 51 3	— 56 120	1,438	márc.	
PSR 0628—28	06 28 53 1	— 28 33 1	1,244	márc.	
MP 1747	17 47 56 5	— 48 120	0,742	márc.	
MP 0031	00 31 37 1	— 07 60	0,940	ápr.	
MP 1240	12 40 21 2	— 63 36 12	0,388	ápr.	
MP 1449	14 49 22 3	— 65 120	0,180	ápr.	
MP 1530	15 30 23 2	— 53 60	1,372	ápr.	

XV. HULLÁMHOSSZ-FREKVENCIA ÖSSZEHASONLÍTÓ

TÁBLÁZAT

λ	Frekv.	λ	Frekv.	λ	Frekv.	λ	Frekv.	λ	Frekv.
A	10^{18} Hz ben	μ	THz	cm	GHz	m	MHz	km	kHz
10	300	1	300	0,1	300	1	300	1	300
20	150	2	150	0,2	150	2	150	2	150
30	100	3	100	0,3	100	3	100	3	100
40	75,0	4	75,0	0,4	75,0	4	75,0	4	75,0
50	60,0	5	60,0	0,5	60,0	5	60,0	5	60,0
60	50,0	6	50,0	0,6	50,0	6	50,0	6	50,0
70	42,8	7	42,8	0,7	42,8	7	42,8	7	42,8
80	37,5	8	37,5	0,8	37,5	8	37,5	8	37,5
90	33,4	9	33,4	0,9	33,4	9	33,4	9	33,4
100	30,0	10	30,0	1	30,0	10	30,0	10	30,0
200	15,0	20	15,0	2	15,0	20	15,0	20	15,0
300	10,0	30	10,0	3	10,0	30	10,0	30	10,0
400	7,50	40	7,50	4	7,50	40	7,50	40	7,50
500	6,00	50	6,00	5	6,00	50	6,00	50	6,00
600	5,00	60	5,00	6	5,00	60	5,00	60	5,00
700	4,28	70	4,28	7	4,28	70	4,28	70	4,28
800	3,75	80	3,75	8	3,75	80	3,75	80	3,75
900	3,34	90	3,34	9	3,34	90	3,34	90	3,34
1000	3,00	100	3,00	10	3,00	100	3,00	100	3,00
2000	1,50	200	1,50	20	1,50	200	1,50	200	1,50
3000	1,00	300	1,00	30	1,00	300	1,00	300	1,00
4000	0,750	400	0,750	40	0,750	400	0,750	400	0,750
5000	0,600	500	0,600	50	0,600	500	0,600	500	0,600
6000	0,500	600	0,500	60	0,500	600	0,500	600	0,500
7000	0,428	700	0,428	70	0,428	700	0,428	700	0,428
8000	0,375	800	0,375	80	0,375	800	0,375	800	0,375
9000	0,334	900	0,334	90	0,334	900	0,334	900	0,334
10 000	0,300	1000	0,300	100	0,300	1000	0,300	1000	0,300
10 000A= = 1 μ		1000 μ = = 1 mm							

THz = terahertz = 10^{12} herz; GHz = gigahertz = 10^9 herz;
MHz = megahertz = 10^6 herz; kHz = kilohertz = 10^3 herz.

XVI. Órák- és percekben megadott időpontok átszámítása a nap törtérszeire (ezrednapokra)

m	0 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	m
0	0,000	0,042	0,083	0,125	0,167	0,208	0,250	0,292	0,333	0,375	0,417	0,458	0
1	0,001	0,42	0,84	1,26	1,67	2,09	2,51	2,92	3,34	3,76	4,17	4,59	1
2	0,002	0,43	0,85	1,26	1,68	2,10	2,51	2,93	3,35	3,76	4,18	4,60	2
3	0,002	0,44	0,85	1,27	1,69	2,11	2,52	2,94	3,35	3,77	4,19	4,60	3
4	0,003	0,44	0,86	1,28	1,69	2,11	2,53	2,94	3,36	3,78	4,19	4,61	4
5	0,003	0,45	0,87	1,28	1,70	2,12	2,53	2,95	3,37	3,78	4,20	4,62	5
6	0,004	0,46	0,88	1,29	1,71	2,13	2,54	2,96	3,38	3,79	4,21	4,63	6
7	0,005	0,47	0,88	1,30	1,72	2,13	2,55	2,97	3,38	3,80	4,22	4,63	7
8	0,006	0,47	0,89	1,31	1,72	2,14	2,56	2,97	3,39	3,81	4,22	4,64	8
9	0,006	0,48	0,90	1,31	1,73	2,15	2,56	2,98	3,40	3,81	4,23	4,65	9
10	0,007	0,49	0,90	1,32	1,74	2,15	2,57	2,99	3,40	3,82	4,24	4,65	10
11	0,008	0,49	0,91	1,33	1,74	2,16	2,58	2,99	3,41	3,83	4,24	4,66	11
12	0,008	0,50	0,92	1,33	1,75	2,17	2,58	3,00	3,42	3,83	4,25	4,67	12
13	0,009	0,51	0,92	1,34	1,76	2,17	2,59	3,01	3,42	3,84	4,26	4,67	13
14	0,010	0,51	0,93	1,35	1,76	2,18	2,60	3,01	3,43	3,85	4,26	4,68	14
15	0,010	0,52	0,94	1,35	1,77	2,19	2,60	3,02	3,44	3,85	4,27	4,69	15
16	0,011	0,53	0,94	1,36	1,78	2,19	2,61	3,03	3,44	3,86	4,28	4,69	16
17	0,012	0,53	0,95	1,37	1,78	2,20	2,62	3,03	3,45	3,87	4,28	4,70	17
18	0,013	0,54	0,96	1,38	1,79	2,21	2,63	3,04	3,46	3,88	4,29	4,71	18
19	0,013	0,55	0,97	1,38	1,80	2,22	2,63	3,05	3,47	3,88	4,30	4,72	19
20	0,014	0,56	0,97	1,39	1,81	2,22	2,64	3,06	3,47	3,89	4,31	4,72	20
21	0,015	0,56	0,98	1,40	1,81	2,23	2,65	3,06	3,48	3,90	4,31	4,73	21
22	0,015	0,57	0,99	1,40	1,82	2,24	2,65	3,07	3,49	3,90	4,32	4,74	22
23	0,016	0,58	0,99	1,41	1,83	2,24	2,66	3,08	3,49	3,91	4,33	4,74	23
24	0,017	0,58	1,00	1,42	1,83	2,25	2,67	3,08	3,50	3,92	4,33	4,75	24
25	0,017	0,59	1,01	1,42	1,84	2,26	2,67	3,09	3,51	3,92	4,34	4,76	25
26	0,018	0,60	1,01	1,43	1,85	2,26	2,68	3,10	3,51	3,93	4,35	4,76	26
27	0,019	0,60	1,02	1,44	1,85	2,27	2,69	3,10	3,52	3,94	4,35	4,77	27
28	0,019	0,61	1,03	1,44	1,86	2,28	2,69	3,11	3,53	3,94	4,36	4,78	28
29	0,020	0,62	1,03	1,45	1,87	2,28	2,70	3,12	3,53	3,95	4,37	4,78	29

m	0 ^a	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	11 ^a	m
30	0.021	0.033	0.104	0.146	0.188	0.229	0.271	0.313	0.354	0.396	0.438	0.479	30
31	0.022	0.033	0.105	0.147	0.188	0.230	0.272	0.313	0.355	0.397	0.438	0.480	31
32	0.022	0.064	0.106	0.147	0.189	0.231	0.272	0.314	0.356	0.397	0.439	0.481	32
33	0.023	0.065	0.107	0.148	0.190	0.231	0.273	0.315	0.356	0.398	0.440	0.481	33
34	0.024	0.065	0.107	0.149	0.190	0.232	0.274	0.315	0.357	0.399	0.440	0.482	34
35	0.024	0.066	0.108	0.149	0.191	0.233	0.274	0.316	0.358	0.399	0.441	0.483	35
36	0.025	0.067	0.108	0.150	0.192	0.233	0.275	0.317	0.358	0.400	0.442	0.483	36
37	0.026	0.067	0.109	0.151	0.193	0.234	0.276	0.317	0.359	0.401	0.442	0.484	37
38	0.026	0.068	0.110	0.151	0.193	0.235	0.276	0.318	0.360	0.401	0.443	0.485	38
39	0.027	0.069	0.110	0.152	0.194	0.235	0.277	0.319	0.360	0.402	0.444	0.485	39
40	0.028	0.069	0.111	0.153	0.194	0.236	0.278	0.319	0.361	0.403	0.444	0.486	40
41	0.028	0.070	0.112	0.153	0.195	0.237	0.278	0.320	0.362	0.403	0.445	0.487	41
42	0.029	0.071	0.113	0.154	0.196	0.238	0.279	0.321	0.363	0.404	0.446	0.488	42
43	0.030	0.072	0.113	0.155	0.197	0.238	0.280	0.322	0.363	0.405	0.447	0.488	43
44	0.031	0.072	0.114	0.156	0.197	0.239	0.281	0.322	0.364	0.406	0.447	0.489	44
45	0.031	0.073	0.115	0.156	0.198	0.240	0.281	0.323	0.365	0.406	0.448	0.490	45
46	0.032	0.074	0.115	0.157	0.199	0.240	0.282	0.324	0.365	0.407	0.449	0.490	46
47	0.033	0.074	0.116	0.158	0.199	0.241	0.283	0.324	0.366	0.408	0.449	0.491	47
48	0.033	0.075	0.117	0.158	0.200	0.242	0.283	0.325	0.367	0.408	0.450	0.492	48
49	0.034	0.076	0.117	0.159	0.201	0.242	0.284	0.326	0.367	0.409	0.451	0.492	49
50	0.035	0.076	0.118	0.160	0.201	0.243	0.285	0.326	0.368	0.410	0.451	0.493	50
51	0.035	0.077	0.119	0.160	0.202	0.244	0.285	0.327	0.369	0.410	0.452	0.494	51
52	0.036	0.078	0.119	0.161	0.203	0.244	0.286	0.328	0.369	0.411	0.453	0.494	52
53	0.037	0.078	0.120	0.162	0.203	0.245	0.287	0.328	0.370	0.412	0.453	0.495	53
54	0.038	0.079	0.121	0.163	0.204	0.245	0.288	0.329	0.371	0.413	0.454	0.496	54
55	0.038	0.080	0.122	0.163	0.205	0.247	0.288	0.330	0.372	0.413	0.455	0.497	55
56	0.039	0.081	0.122	0.164	0.206	0.247	0.289	0.331	0.372	0.414	0.456	0.497	56
57	0.040	0.081	0.123	0.165	0.206	0.248	0.290	0.331	0.373	0.415	0.456	0.498	57
58	0.040	0.082	0.124	0.165	0.207	0.249	0.290	0.332	0.374	0.415	0.457	0.499	58
59	0.041	0.083	0.124	0.166	0.208	0.249	0.291	0.333	0.374	0.416	0.458	0.499	59

A táblázatokban használt és ott meg nem adott rövidítések jelentése:

„RA”: rektaszczenzió, „D”: deklináció; a X. és XIV. táblázatban az 1970-es, illetve az 1950-es év kezdetére vannak a koordináták megadva.

„l”: ekliptikai hosszúság; „b”: ekliptikai szélesség.

„m”: vizuális magnitúdókban megadott fényességek, a IV. és X. táblázatban.

„Csillagidő” az I. táblázatban a greenwichi meridiánra vonatkozik.

Magyarázatok a XII. táblázathoz:

A „nagy” H-alfa flerek katalógusa a „Solar-Geophysical Data”, Boulderben megjelenő (NBS, ill. ESSA) havi kiadvány alapján készült (Kálmán Béla).

A katalógus tartalmazza mindazon H-alfa fler-észleléseket, amelyeket az észlelő obszervatóriumok legalább fele, legalább 2-es jelentőségűnek észlelt, és legalább két helyen észlelték.

A flerek „jelentőségét” (Imp.) maximális területi kiterjedésük alapján osztályozzák. Ha ez a terület a látható napkorong területének legalább 0,0005-szöröse, akkor 2-es, míg ha legalább 0,0012-szerese, akkor 3-as flerről beszélünk. Ezen a napkorong középpontjára vonatkozó és a kiterjedésre utaló számok mellett álló N, B és F betűk rendre az átlagos fényességű, az átlagosnál fényesebb, illetve halványabb flerekre utalnak.

A fler kezdetének időpontjai világidőben megadott átlagértékek. A „McMa. szám” feliratú oszlopokban a szoláris aktív vidékeknek a McMath-Hulbert Obszervatóriumban bevezetett nyilvántartási sor-számai állnak. A héliografikus koordináták közül a „hosszúság” a centrálmeridiántól számított hosszúságkülönbséget adja meg; a negatív előjel a keleti, a pozitív a nyugati oldalt jelenti. (A Nap keletről nyugatra forog.)

Magyarázatok a XIV. táblázathoz

A pulzárok elnevezésében a betűk jelentése a következő: PSR = pulzár; két betűnél P = pulzár, az első betű a felfedező obszervatórium rövidítése: A = Arecibo Ionosferio Obs.; C = Cavendish Laboratory, Cambridge; H = Harvard College Obs.; J = Jodrell Bank; M = Molonglo Radio Obs.; N = National Radio Astronomy Obs., Green Bank; P = Lebegyev Intézet, Pusino. Az első négy szám a közelítő RA koordináta, az utolsó kettő a közelítő D.

(1) A leghosszabb periódusú eddig ismert pulzár (1969 május).

(2) Az 1054-es szupernova maradványának helyén, a Rák ködben helyezkedik el. Optikai és röntgen pulzációját is sikerült kimutatni, azonos periódussal.

(3) Szupernova maradvány helyén.

A CSILLAGOS ÉG 1970-BEN

(Időpontok KözEI-ben)

Január

Bolygók

Merkur 4-ig előretartó, 4-től 24-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 7-ig a Bak, utána a Nyilas csillagképben tartózkodik. A hó első harmadában egy órával nyugszik a Nap után. Ekkor még napnyugta után megfigyelhető a délnyugati égbolton. A hó utolsó napjában egy órával kel a Nap előtt, ekkor napkelte előtt újból látható a délkeleti égbolton. 13-án alsó együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,26, fényessége +0,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. 29-én fázisa 0,44, fényessége +0,4 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 24-én felső együttállásban a Nappal. — *Mars* előretartó mozgást végez 11-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban látható a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* 4-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hó közepén éjfélkor nyugszik. Az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* 13-ig előretartó utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel és a hajnali órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

2	02	Spica 1°-kal északra a Holdtól
2	20,3	Algol minimumban
2	21	Jupiter 5°-kal északra a Holdtól
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma
4	20	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
5	09	Antares 0,5°-kal északra a Holdtól
12	05	Mars 1°-kal délre a Holdtól
15	10	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól

Nap	Óra	
17	04,4	Algol minimumban
20	01,2	Algol minimumban
22	22,0	Algol minimumban
24	21	Regulus 0,8°-kal délre a Holdtól
25	18,6	Algol minimumban
28	06	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
30	10	Jupiter 6°-kal északra a Holdtól

Február

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 12-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó első harmadában egy órával kel a Nap előtt. Ekkor napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. 5-én legnagyobb nyugati kitérésben 26° távolságra a Naptól. 8-án fázisa 0,65, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 11-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó utolsó napjaiban mint alkonycsillag félórával nyugszik a Nap után. Ekkor napnyugta után megfigyelése újra megkísérélhető a délnyugati égbolton. 28-án fázisa 0,99, fényessége —3,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Jupiter* 20-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében látható a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	06	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
1	19	Antares 0,7°-kal északra a Holdtól
4	12	Merkur 5°-kal északra a Holdtól
8	06	Vesta szembenállásban a Nappal
9	02,9	Algol minimumban
10	04	Mars 3°-kal délre a Holdtól
11	19	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól
11	23,8	Algol minimumban

Nap	Óra	
14	20,6	Algol minimumban
21	04	Regulus $0,7^\circ$ -kal délre a Holdtól. Ez alkalommal tőlünk is látható a Regulus elfedése a Holdkorong által. Belépés a holdkorong mögé 3,7 ó-kor, 97° pozíciósög alatt; kilépés a holdkorong mögül 4,5 ó-kor 198° pozíciósög alatt.
21	09	Részleges holdfogyatkozás, tőlünk nem látható.
24	10	Uránusz 3° -kal északra a Holdtól
26	17	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
28	14	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól

Március

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig a Bak, 3-tól 19-ig a Vízöntő, 19-től pedig a Halak csillagképben, 26-án a Cet csillagképet érintve. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. 23-án felső együttállásban a Nappal. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben, 14-től 17-ig a Cet csillagképet érintve. A hó elején egy fél, végén másfél órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben újra megfigyelhető a nyugati égbolton mint alkonycsillag. 20-án fázisa 0,98, fényessége —3,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. A hó elején négy, végén három órával nyugszik a Nap után. A kora esti órákban figyelhető meg. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán látható. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hó elején három órával, közepén egy órával nyugszik a Nap után. A hó elején még a kora esti órákban, közepén már csak az esti szürkületben figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 27-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* 3-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	02	Antares $0,7^\circ$ -kal északra a Holdtól
1	04,6	Algol minimumban
4	01,5	Algol minimumban
7	19	Teljes napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A teljes fogyatkozás vonala a Csendes-óceán egyenlítői részeit érintve, Mexikó déli részén, a Mexikói-öböl felett, az Amerikai Égye-

Nap Óra

		sült Államok keleti partvidékén és Kanadában Új-Skócián és Új-Fundlandon halad át.
11	02	Mars 4°-kal délre a Holdtól
11	09	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól
17	03	Plutó szembenállásban a Nappal
17	09	Mars 3°-kal északra a Szaturnusztól
20	10	Regulus 0,7°-kal délre a Holdtól
23	15	Uránusz 3°-kal északra a Holdtól
24	03,2	Algol minimumban
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
25	20	Jupiter 6°-kal északra a Holdtól
27	00,0	Algol minimumban
27	19	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
28	08	Antares 0,7°-kal északra a Holdtól

Április

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végezve 6-án lép a Halak csillagképből a Kos csillagképbe, mely utóbbiban 28-án hátráló mozgást vesz fel. Ez évben e hó folyamán kerül megfigyelésre legkedvezőbb helyzetbe. A hó elején csak háromnegyed órával, de deklinációban északra haladva 20-a körül már két órával, a hó végén pedig már csak egy órával nyugszik a Nap után. A hó közepén jól megfigyelhető a nyugati égbolton az esti szürkületben. 18-án legnagyobb keleti kitérésben 20° távolságra a Naptól. 19-én fázisa 0,37, fényessége +0,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig a Halak, 2-től 21-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó elején másfél, végén két órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben figyelhető meg a nyugati égbolton. 19-én fázisa 0,94 csökkenő, fényessége —3,3 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 9-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó elején három, végén két és fél órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó elején napnyugtá után két órával, a hó végén napnyugtakor kel. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 21-én szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

3	—	Virginidák meteorraj (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
7	10	Merkur 3° -kal délre a Holdtól
7	17	Vénusz 5° -kal délre a Holdtól
8	00	Szaturnusz 7° -kal délre a Holdtól
9	00	Mars 5° -kal délre a Holdtól
11	14	Vénusz 2° -kal északra a Szaturnusztól
12	23	Merkur 5° -kal északra a Szaturnusztól
13	04,8	Algol minimumban
16	17	Regulus $0,6^{\circ}$ -kal délre a Holdtól
19	20	Uránusz 3° -kal északra a Holdtól
21	—	Lyridák meteorraj (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma
21	21	Szaturnusz 6° -kal északra a Holdtól
24	00	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
24	14	Antares $0,5^{\circ}$ -kal északra a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur 21-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hó első napjaiban még egy órával nyugszik a Nap után, ekkor megfigyelése még megkísérelhető napnyugta után a nyugati égbolton, de 9-én már alsó együttállásba kerül a Nappal. Ekkor a napkorong előtt is áthalad. (Az átvonulás tőlünk is megfigyelhető 159. o.). 1-én fázisa 0,06, fényessége +2,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 22-ig a Bika, utána az Ikrék csillagképében. A hó elején két, végén két és fél órával nyugszik a Nap után. A kora esti órákban látható a nyugati égbolton. 19-én fázisa 0,87 csökkenő, fényessége —3,4 magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején két és fél órával, a végén már csak másfél órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Napkelte előtt nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 2-án együttállásban a Nappal. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 21-én szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

3	22	Mars 6° -kal északra az Aldebarántól
4	—	Aquaridák meteorraj (április 21-től május 12-ig) gyakori- sági maximuma
6	03,4	Algol minimumban
6	08	Vénusz 6° -kal északra az Aldebarántól
7	18	Vénusz 4° -kal délre a Holdtól
7	20	Mars 4° -kal délre a Holdtól
9	09	Merkur áthalad a Nap előtt (1, 59 o.)
9	11	Vénusz $0,2^{\circ}$ -kal északra a Marstól
14	02	Regulus $0,4^{\circ}$ -kal délre a Holdtól
17	03	Uránusz 3° -kal északra a Holdtól
17	19	Merkur $0,2^{\circ}$ -kal délre a Szaturnusztól
19	00	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
21	07	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
21	21	Antares $0,4^{\circ}$ -kal északra a Holdtól
29	04	Merkur $1,7^{\circ}$ -kal délre a Szaturnusztól

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 7-ig a Kos, 7-től 30-ig a Bika csillagképben. A hó közepén egy órával kel a Nap előtt és napkelte előtt figyelhető meg a keleti égbolton. 5-én legnagyobb nyugati kitérésben 24° távolságra a Naptól. 13-án fázisa 0,45, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 14-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó folyamán két és egynegyed órával nyugszik a nap után. A kora esti órákban látható a Nyugati égbolton. 18-án fázisa 0,79 csökkenő, fényessége $-3,5$ magnitúdó növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 1-től az Ikrek csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* 24-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. A hó közepén másfél, végén két és fél órával kel a Nap előtt. Újra megfigyelhető a hajnali szürkület előtt. — *Uránusz* 12-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjjélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

2	05	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól
2	09	Merkur 9°-kal délre a Holdtól
5	16	Mars 4°-kal délre a Holdtól
6	23	Vénusz 2°-kal délre a Holdtól
10	10	Regulus 0,1°-kal délre a Holdtól
11	10	Vénusz 5°-kal délre a Polluxtól
13	11	Uránusz 4°-kal északra a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
15	06	Jupiter 6°-kal északra a Holdtól
17	15	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
18	07	Antares 0,5°-kal északra a Holdtól
19	23	Merkur 4°-kal északra az Aldebarántól
29	17	Szaturnusz 7°-kal délre a Holdtól

Július

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 13-ig az Ikrek, 13-tól 23-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó végén egy órával nyugszik a Nap után. Ekkor megfigyelhető napnyugta után a nyugati égbolton. 6-án felső együttállásban a Nappal. 28-án fázisa 0,77, fényessége —0,2 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 1-től az Oroszlán csillagképben. A hó folyamán két órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 18-án fázisa 0,69 csökkenő, fényessége -3,6, magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 13-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban látható a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Kos csillagképben. Éjfélkor kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban még megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

7	06	Vénusz $0,9^\circ$ -kal északra a Holdtól
7	17	Regulus $0,1^\circ$ -kal északra a Holdtól
10	20	Uránusz 4° -kal északra a Holdtól
11	17	Vénusz $1,1^\circ$ -kal északra a Regulustól
12	15	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
13	23,0	Algol minimumban
15	—	Mira Ceti maximumban
15	00	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
15	17	Antares $0,6^\circ$ -kal északra a Holdtól
18	19,8	Algol minimumban
27	02	Szturnusz 8° -kal délre a Holdtól
30	20	Merkur $0,3^\circ$ -kal északra a Regulustól

Augusztus

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 21-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben, amely utóbbiban 29-én hátráló mozgást vesz fel. A hó első felében egy órával nyugszik a Nap után. Napnyugta után figyelhető meg a nyugati égbolton. 16-án a legnagyobb keleti kitérésben, 27° távolságra a Naptól. 12-én fázisa 0,58, fényessége $+0,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. E hó folyamán másfél órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben figyelhető meg a nyugati égbolton. 17-én fázisa 0,56, csökkenő, fényessége $-3,8$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 13-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 2-án együttállásban a Nappal. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban látható a délnyugati égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 10-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelési feltevések

Nap	Óra	
3	—	Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma
3	00,7	Algol minimumban
4	00	Regulus $0,2^\circ$ -kal északra a Holdtól
4	14	Merkur $0,5^\circ$ -kal északra a Holdtól
5	20,5	Algol minimumban
6	11	Vénusz 3° -kal északra a Holdtól
7	05	Uránusz 4° -kal északra a Holdtól
8	18,3	Algol minimumban
9	03	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
11	—	Perseidák meteorraj (július 25-től augusztus 17-ig) gyakorisági maximuma
11	09	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
12	02	Antares $0,7^\circ$ -kal északra a Holdtól
14	22	Vénusz $1,4^\circ$ -kal délre a Holdtól
17	04	Részleges holdfogyatkozás, részben tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 2 ó 6,4 p-kor; belépés a teljes árnyékba 3 ó 17,2 p-kor; fogyatkozás közepe 4 ó 23,4 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,41.
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
20	—	Cygnidák meteorraj (augusztus 18-tól 22-ig) gyakorisági maximuma
23	02,4	Algol minimumban
23	11	Szaturusz 8° -kal délre a Holdtól
25	23,2	Algol minimumban
28	20,0	Algol minimumban
29	02	Pallas szembenállásban a Nappal
31	06	Vénusz $0,2^\circ$ -kal délre a Spicától
31	23	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala a Csendes-óceán déli részén halad át, a Bismarek, Ellice és Samoa szigetcsoportokat érintve.

Szeptember

Bolygók

Merkur hátráló mozgást végez 4-ig a Szűz, utána az Oroszlán csillagképben, amely utóbbiban 21-én hátráló mozgást vesz fel. A hó utolsó napjaiban másfél órával kel a Nap előtt. Ekkor jól megfigyelhető, a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 12-én alsó együttállásban a Nappal. 28-án legnagyobb nyugati kitérésben 18° távolságra a Naptól. 26-án fázisa 0,38, fényessége +0,2 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vé-*

nusz előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó folyamán egy órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben figyelhető meg a délnyugati égbolton. 1-én legnagyobb keleti kitérésben 46° távolságra a Naptól. 16-án fázisa $0,40$ csökkenő, fényessége $-4,2$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 24-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó elején két, végén egy órával nyugszik a Nap után. Az esti szürkületben látható a délnyugati égbolton. — *Szturnusz* 5-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

2	12	Merkur 2° -kal délre a Holdtól
3	14	Uránusz 4° -kal északra a Holdtól
5	05	Vénusz 2° -kal északra a Holdtól
5	17	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
7	16	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
8	09	Antares $0,7^\circ$ -kal északra a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
12	04,1	Algol minimumban
14	11	Vénusz 5° -kal délre a Jupitertől
15	00,9	Algol minimumban
17	21,8	Algol minimumban
19	19	Szturnusz 8° -kal délre a Holdtól
20	18,6	Algol minimumban
27	12	Regulus $0,2^\circ$ -kal északra a Holdtól
29	00	Mars 3° -kal északra a Holdtól
29	03	Merkur 3° -kal északra a Holdtól

Október

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 3-ig az Oroszlán, 3-tól 29-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó elején másfél, közepén egy órával kel a Nap előtt. A hó első felében figyelhető meg a hajnali szürkületben a keleti égbolton. 27-én felső együttlásban a Nappal. 6-án fázisa $0,79$, fényessége $-0,9$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vé-*

nusz 20-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején egy, közepén már csak egy fél órával nyugszik a Nap után. A hó első felében figyelhető meg, napnyugta után a délnyugati égbolton. Legnagyobb fényességét ($-4,3$ magnitúdó) 6-án éri el. Fázisa ugyanekkor, $0,26$ csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 9-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó elején másfél, végén két és fél órával kel a Nap előtt. Megfigyelése a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton újra megkísérélhető. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez 2-ig a Bika, utána a Kos csillagképben. A kora esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

3	09	Jupiter 6° -kal északra a Holdtól
4	03	Vénusz $0,7^\circ$ -kal délre a Holdtól
4	22	Neptunusz 7° -kal északra a Holdtól
5	02,6	Algol minimumban
5	15	Antares $0,6^\circ$ -kal északra a Holdtól
7	23,5	Algol minimumban
10	20,3	Algol minimumban
13	06	Merkur $1,2^\circ$ -kal északra az Uránusztól
13	17,1	Algol minimumban
17	03	Szaturnusz 8° -kal délre a Holdtól
20	—	Orionidák meteorraj (október 18-tól 20-ig) gyakorisági maximuma
24	14	Ceres szembenállásban a Nappal
24	19	Regulus $0,3^\circ$ -kal északra a Holdtól
25	04,4	Algol minimumban
27	21	Mars 4° -kal északra a Holdtól
28	01,2	Algol minimumban
28	09	Uránusz 4° -kal északra a Holdtól
30	22,0	Algol minimumban
31	14	Vénusz 1° -kal délre a Holdtól. Ez alkalommal a holdkorong a Vénuszt elfedi, és a fedés tőlünk is látható. A Vénusz $13,3$ ó-kor lép a holdkorong mögé 28° pozíciósög alatt; a kilépés időpontja $14,1$ ó, pozíciósöge 298° . Ám-bár a jelenség nappalra esik, kisebb távcsővel is már megfigyelhető.

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 13-ig a Mérleg, 13-tól 17-ig a Skorpió és 17-től 30-ig a Kígyótartó csillagképben. E hó folyamán nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. — *Vénusz* 29-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó második felében a hajnali szürkületben a délkeleti égbolton mint hajnalcsillag újra látható. A hó közepén egy, végén két és fél órával kel a Nap előtt. 10-én alsó együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,07, fényessége —4,0 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó elején két és fél, végén három és fél órával kel a Nap előtt. A hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 9-én együttállásban a Nappal. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 11-én szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	06	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
1	21	Antares 0,4°-kal északra a Holdtól
2	18,8	Algol minimumban
7	01	Mars 0,5°-kal északra az Uránusztól
13	—	Tauridák meteorraj (szeptember 15-től december 15-ig) gyakorisági maximuma
13	10	Szaturnusz 8°-kal délre a Holdtól
14	02	Junó szembenállásban a Nappal
16	—	Leónidák meteorraj (november 14-től 20-ig) gyakorisági maximuma
17	02,9	Algol minimumban
18	23	Merkur 3°-kal északra az Antarestől
19	23,7	Algol minimumban
21	03	Regulus 0,6°-kal északra a Holdtól
22	—	χ Cygni maximumban
22	20,5	Algol minimumban
24	11	Mars 3°-kal északra a Spicától
24	21	Uránusz 5°-kal északra a Holdtól
25	17,3	Algol minimumban
25	18	Mars 6°-kal északra a Holdtól

Nap Óra

27	01	Vénusz 5°-kal északra a Holdtól
27	21	Jupiter 6°-kal északra a Holdtól
30	09	Merkur 2°-kal északra a Holdtól

December

Bolygók

Merkur 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Nyilas csillagképben. A hó elején háromnegyed, közepén egy és egynegyed órával nyugszik a Nap után. A hó első két harmadában figyelhető meg napnyugta után a délkeleti égbolton. 10-én legnagyobb kelet kitérésben, 21° távolságra a Naptól. 28-án alsó együttállásban a Nappal. 10-én fázisa 0,65, fényessége —0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején két és fél, végén három és fél órával kel a Nap előtt. A hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg. Legnagyobb fényességét (—4,4 magnitúdó) 16-án éri el. Fázisa ugyanekkor 0,26. — *Mars* előretartó mozgást végez 17-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. A hó folyamán négy órával kel a Nap előtt. A hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó elején másfél, végén három órával kel a Nap előtt. Újból megfigyelhető, a hó elején még csak a hajnali szürkületben, a végén már a hajnali órákban a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. A hó elején két, végén négy és fél órával nyugszik napkelte előtt. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Ejjél után kel és a hajnali órákban újra megfigyelhető a délkeleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez 18-ig a Mérleg, utána a Skorpió csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

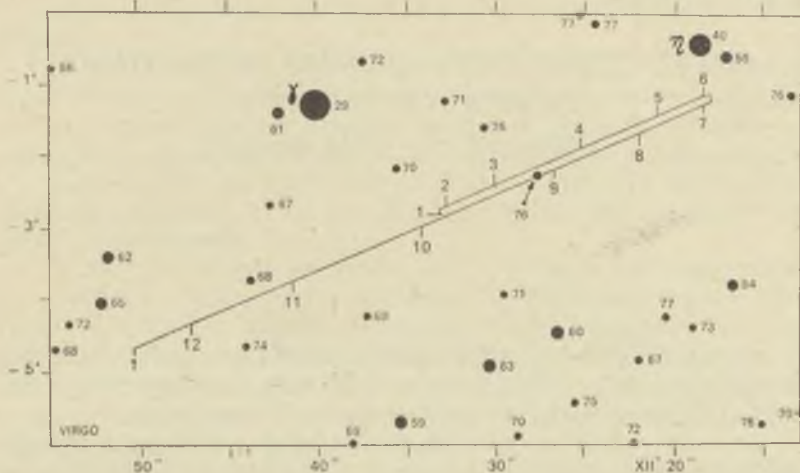
Megfigyelhető jelenségek

Nap Óra

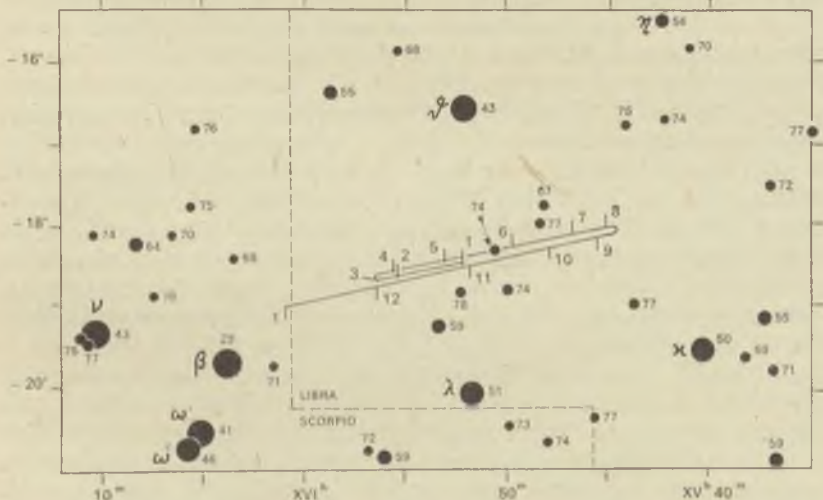
7	04,6	Algol minimumban
10	01,2	Algol minimumban
10	15	Szaturnusz 8°-kal délre a Holdtól
12	22,2	Algol minimumban
13	—	Geminidák meteorraj (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma
15	19,0	Algol minimumban
18	12	Regulus 0,9°-kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
22	—	Ursidák meteorraj (december 17-től 24-ig) gyakorisági maximuma
22	07	Uránusz 5°-kal északra a Holdtól
24	14	Mars 6°-kal északra a Holdtól
25	06	Vénusz 9°-kal északra a Holdtól
25	16	Jupiter 6°-kal északra a Holdtól
26	02	Neptunusz 7°-kal északra a Holdtól
26	13	Antares 0,4°-kal északra a Holdtól
30	02,4	Algol minimumban

G. I.



2. ábra. Az Uránusz útja a Szűz csillagképben 1970. január 1-től, 1971. január 1-ig. Az Uránusz fényessége a Nappal való szembenállása idején (március 27) 5,7 magnitúdó. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban



3. ábra. A Neptunusz útja a Mérleg és Skorpió csillagképekben 1970. január 1-től, 1971. január 1-ig. A Neptunusz fényessége a Nappal való szembenállása idején (május 21) 7,7 magnitúdó. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA CSILLAGVIZSGÁLÓ
INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1968 április 1 – 1969 május 1)

Amint az 1967. év a derült éjjelek számában az Intézet fennállása óta a legjobb, úgy az 1968. év a legrosszabb volt. A megfigyelésekre kedvezőtlen időjárás folytatódott 1969 első négy hónapjában is.

Az Intézet életében igen jelentős esemény volt, hogy a Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) 27. és 42. szakosztályai Budapesten tartották 1968. szeptember 5—8. között a IV. változócsillag kollokviumot „*Nem-periodikus jelenségek változócsillagokban*” címmel. A szervezéshez és rendezéshez szükséges pénzügyi fedezetet az Akadémia, az IAU és a MTESz Asztronautikai Szakosztálya biztosította. A kollokvium tudományos szervező bizottsága a következő külföldi csillagászokból állott: G. H. Herbig, Lick Observatory, elnök; A. Boyarchuk, Krimi Observatorium; M. W. Feast, Radcliffe Observatory; B. McNamara, Brigham Young University, USA; J. E. Merrill, Morrison Observatory, USA; D. J. K. O’Connell, Vatican Observatory; V. Cesszjevics, odesszai obszervatórium; W. Wenzel, Observatorium Sonneberg. A helyi organizációs bizottság tagjai Detre László (elnök), Almár Iván, Balázs Júlia, Barlai Katalin, Ill Márton, Kovács József, Szeidl Béla voltak. A csehszlovákiai események igen megnehezítették a rendezést, de a lemondások ellenére 84 külföldi csillagász vett részt a kollokviumon a következő országok szerinti megoszlással: Anglia 3, Argentína 1, Ausztria 3, Bulgária 2, Canada 5, Dél-Afrika 1, Franciaország 9, Hollandia 1, Lengyelország 7, NDK 9, NSZK 7, Olaszország 10, Románia 2, Svédország 1, Szlovákia 1, Szovjetunió 13, USA 9. A 9 magyarral együtt így 93 volt a résztvevők száma. Ezenkívül hét külföldi csillagász előadást küldött be az ülésre. Az előadó és vita-ülések megkezdése előtt az MTA és a magyar csillagászok nevében Detre László üdvözölte a megjelenteket és nyitotta meg a szimpóziumot. Ugyanő tartotta a kollokvium bevezető előadását, melyben igyekezett egységes képet adni a változócsillagokban megfigyelhető irregularitásokról magnetohidrodinamikai jelenségek alapján. Az előadás keretében ismertette a magyar kutatóknak a témában elért eredményeit is. A többi 66 előadás főbb

eredményeit a „Csillagászat legújabb eredményei” c. cikkben ismertetjük.

A Kollokvium résztvevői szeptember 8-án egész napi kirándulás keretében megtekintették a piszkéstetői obszervatóriumot, majd Eger városát. Szeptember 9-én este volt a befejező bankett. A kollokviumi anyagot az Intézet kiadványaként és külön könyvként is megjelentetjük.

Igen jelentős az Intézet és az Örmény Tudományos Akadémia Bjurakani Asztrofizikai Obszervatóriuma között 1968. november 1-én kötött megállapodás. Eszerint:

1. Mindkét intézetben szisztematikus fotografikus megfigyeléseket végeznek a *Pleiádokra vonatkozóan a csillagok kitöréseinek (flare-jeinek) megfigyelése céljából*. A megfigyeléseket mindkét obszervatóriumban Schmidt rendszerű teleszkópon végzik. Először mindkét obszervatóriumban néhányszor tíz óra időt kitevő megfigyelési anyagot gyűjtenek össze, majd tapasztalateserét fognak folytatni és teljesen egységesítik a felvételek feldolgozását.

A Pleiádokra vonatkozó programon túlmenően mindkét obszervatórium igyekszik további területek megfigyelésére ugyanezen szempontból, ez azonban a másik obszervatóriumtól függetlenül és egymással kapcsolatos kötelezettségvállalás nélkül történik, mivel a további megfigyelések végzése az érintett távcsövek szabad műszeridejétől függ.

Egyik obszervatórium sem emel kifogást, ha más obszervatóriumok is részt kívánnak venni a Pleiádok megfigyelésében.

2. *Szupernovák megfigyelése*. A szupernovákra vonatkozó adatok feldolgozásának jelenlegi rendszere nem felel meg a kitörések statisztikájával szemben támasztott követelményeknek, mivel nem tartalmaz adatokat azokról a megfigyelésekről, amelyek esetében nem fedeztek fel szupernovát.

Mindkét obszervatóriumban folytatandó további megfigyelések számára néhány olyan területet választanak ki, melyekről a magyar csillagászok már bizonyos számú felvételt készítettek. A két fél megállapodott a területek sorrendjének kiválasztását illetően és azok megfigyelésére vonatkozóan az 1969-es évben.

Abban az esetben, ha a felek egyike szupernovát fedez fel, akkor erről külön táviratot küld a másik félnek. Mindkét fél kötelezi magát arra, hogy a távirat kézhezvétele után igyekszik a lehetőség szerint minél több megfigyelést végezni a felfedezett szupernovára vonatkozóan, hogy együttesen összeállíthassák annak fénygörbéjét.

3. *Extrém sűrűségű csillagkonfigurációk vizsgálata*. Ezen elméleti témában mindkét részről 1—1 csillagász kiküldetésére kerül sor három hétre.

A megállapodás megkötése céljából 1968 október—novemberben Detre László két hétig tartózkodott a bjurakani obszervatóriumban.

Megállapodás jött létre a Német Akadémiával, hogy a sonnebergi csillagda kiadja a *Geschichte und Literatur des Lichtwechsels* utolsó kiadását és ebben az RR Lyrae-csillagokra vonatkozó részt a budapesti csillagvizsgáló vállalja. Részünkről javaslat történt, hogy a szocialista államok csillagászai évente felváltva a különböző országokban tartanak összejövetelt a változócsillag-kutatás problémáinak megbeszélésére. Ezen tárgyalásokra 1969. márciusban került sor az intézetvezető néhány napos habelsbergi látogatása során.

Nagy erőfeszítéseket tettünk egy nagyobb tükörteleszkóp beszerzésére. A jeni Zeiss Optikai Művek indiai megrendelésekre legújabbban újfajta, igen stabilis és nagyobb segédberendezések felszerelésére (egész 150 kp-ig) alkalmas 1 m átmérőjű Ritchey-Chrétien típusú tükörteleszkópot konstruáltak. A műszer bemutatására az intézetvezetőt és Balázs Bélát 1969 márciusában meghívták Jenába. Hosszabb tárgyalások után sikerült olyan kedvező árajánlatot elérni, mely előreláthatólag lehetővé teszi a műszer megrendelését. A műszer leszállítására 1973-ban kerülne sor és azt a Pizskétetön állítanánk fel. A hazai tárgyalások kedvezően alakulnak. A műszer beszerzése régi problémánkat oldaná meg. Bár a műszer átmérője kisebb a szomszédos államokban legújabbban beszerzett vagy megrendelt műszereknél (Csehszlovákia, NDK, Bulgária, Lengyelország 2 m, Ausztriában 1 1/2 m), optimálisnak mondható a közép-európai légköri viszonyok mellett, mert ilyen körülmények között pl. a 2 méteres távcsövek teljesítőképessége nem használható fel teljes mértékben.

Az Intézet továbbra is tevékenyen részt vett az ELTE Csillagászati Tanszékének munkájában. Az Akadémia és az Egyetem közti megállapodás értelmében, miszerint ugyanaz a személy nem lehet mindkét helyen vezetőállásban, Detre László lemondott tanszékvezetői megbízatásáról, de mint c. egyetemi tanár továbbra is előadásokat tart a tanszéken. Új tanszékvezetőnek Balázs Bélát nevezték ki, aki most az Intézetben félállásban látja el a stellárstatisztikai csoport vezetését. Az Intézet személyzeti állománya így alakult:

Igazgató: Dr. Detre László c. egy. tanár, lev. tag.

Az igazgató titkársága: Vargha Domokosné könyvtáros, Mórotz Kálmánné és Harsányi Klára (az utóbbi félállásban) titkárnők

Változócsillag csoport: Dr. Balázs Júlia tud. főmunkatárs, Barlai Katalin, Kanyó Sándor, Dr. Szeidl Béla kandidátus tud. munkatársak, Fehérvári László és Oláh Katalin kutatási segédezők, harmadállásban: Gefferth Károly, Vargha László és Litvay Zsuzsa.

Stellárstatisztikai csoport: Dr. Balázs Béla tanszékvezető egyetemi docens csoportvezető (félállásban), Balázs Lajos és Pál György tud.

munkatársak, Jankovics István tud. segédmunkatárs, Lovas Miklós tudományos ügyintéző, Kálmán Béláné és Bakó László kut. segéderők.

Mesterséges égitestek csoportja: Dr. Almár Iván kandidátus csoportvezető, Illés Erzsébet tud. munkatárs, Geszti Albert kutatási segéderő.

Elméleti munkán dolgozók: Dr. Csada Imre, tud. doktora, tudományos főmunkatárs, Barcza Szabolcs tud. segédmunkatárs.

Műszaki részleg: Elter János műszaki vezető, Erdős Tamás mérnök, Kálmán Béla és ifj. Kálmán Béla műszerészek, Iváncsik Miklós szakmunkás, Duhon Mária fotolaboros (harmadállásban)

Gazdasági részleg: Nasztanovics Ferenc gazdasági vezető, Nyireő Andor gazdasági ügyintéző, Ágh Anna gazdasági ügyintéző, Módly Lajosné gépíró (harmadállásban), Tibólt Endre adminisztrátor (nyugdíjas).

Gazdasági kisegítő személyzet: Osgyáni László gk. vezető, Iváncsik Miklósné, Kalas Barnabásné kisegítők, Debacher Pál kertimunkás, Melegh Imre fűtő, a mátrai állomáson Stork Jenő gondnok, Szabad József gk. vezető, Gubala Sándor és Jakubovics Zoltán kisegítők.

A bajai állomás személyzete: Ill Márton kandidátus, állomásvezető, Sütő Károly tud. munkatárs, Hamvas József gazdasági ügyintéző, T. Kiss Lajos és Tölgyesi Jakab karbantartók, Balogh Sarolta kalkulátor.

Jelenleg tárgyalások vannak a miskolci Szputnyik-állomás átvételéről.

Az Intézet kutatói a következő fontosabb tudományos munkákat végezték:

1. *Változócsillag témában:* A változócsillag csoport tagjainak idejét 1968-ban nagyban lekötötte a IV. IAU Kollokvium szervezése.

Szeidl folytatta RU Camelopardalis fotoelektromos megfigyelését. 1968 tavaszán az amplitúdó ismét csökkenni kezdett és először a minimum fényessége növekedett négy cikluson át, majd a maximum fényessége csökkent ugyanannyi cikluson keresztül. 1968 nyarára a csillag már teljesen irregulárisan viselkedett, majd 1969 elején ismét visszanyerte eredeti 22 napos periodicitását, de a fényváltozás amplitúdója $\sqrt{}$ -ben kisebb 0,1 magnitúdónál.

A bjurakani obszervatóriummal megindult kooperációs flare-kutatás a Pleiádok környékén mindjárt az első felvételen érdekes eredményt adott. Egy olyan vörös csillag, amely a Palomar Sky Atlas kék felvételén egyáltalán nem látszik, a vörös felvételen pedig éppen csak

látható, OaO lemezen készült felvételen 13.^m5-ig emelkedett. Minthogy két magnitúdója 22-nél is gyengébb kell, hogy legyen, a flér amplitúdója B-ben legalább 8.^m5 magnitúdó volt. Ez a legnagyobb flare, amelyet valaha bármely csillagon megfigyelhettek. Ezenkívül még egy új flare-csillagot sikerült felfedezni. A rendkívül rossz időjárás miatt az 1969. januárban megkezdett felvételek mindössze 16 órára terjednek ki.

Résztvettünk az IAU változócsillag kommisszió flare-munkacsoportja vezetője, Csugajnov krími csillagász által kezdeményezett flare-programban is az AD Leonis flér csillag megfigyelésével, 13 órás fedéssel.

A megfigyelések folytonos fotoelektromos regisztrálással történtek. Szeidl négy flare-t figyelt meg, ezek közül az egyik amplitúdója B-ben 1,1 magnitúdó volt, a másik 3 ezt követte kis amplitúdóval. Szeidl a TT CnC, RR Lyrae csillagra 89 napos szekunder periódust kapott.

Folytattuk az RR Lyr, RW Dra, RR Gem, RR Leo (Szeidl), RV UMa, XZ Cyg, Z CUM (Kanyó) RR Lyrae-csillagok U, B, V fotometriáját. Szeidl feldolgozta az RR Lyraeről felgyűlt anyag egy részét. Az utóbbi években a csillag Blasko-effektusa igen erős fluktuációkat mutatott. Az eredményekről és ezek interpretációjáról beszámoltunk a budapesti IAU-kollokviumon (Detre).

Szeidl folytatta a M3, Barlai az M15, Lovas az M5 gömbhalmazban levő RR Lyrae-csillagok vizsgálatát. Szeidl megkezdte néhány vörös semireguláris változó U, B, V fotometriáját.

2. *Stellárstatisztika*: A Schmidt-teleszkóppal 1968 folyamán összesen 863 felvétel készült, az egyes megfigyelőkre a következő elosztásban: Balázs Béla, Balázs Lajos 314, Jankovics 260, Lovas 289. A szupernova-program a beszámolási időszakban 5 szupernova felfedezésével igen eredményes volt. 1968. április 23-án Lovas az NGC 4981 spirálisködben 13,5 rendű szupernovát fedezett fel. 1968. május 16-án Jankovics a RA $14^{\text{h}}4^{\text{m}}1$ D = $+53^{\circ}22'$ (UMa) koordinátájú anonyim galaxisban fedezett fel 16,0 rendű, majd ugyancsak ő szeptember 30-án a RA = $21^{\text{h}}42^{\text{m}}3$, D = $+2^{\circ}51'$ (Peg) helyzetű kompakt galaxisban fedezett fel egy 16,5 rendű szupernovát. 1969. február 10-én Balázs Lajos az NGC 3556-ban 13,5 rendű, ugyanezen éjjelen Jankovics az NGC 3811 spirálisban 14,0 rendű szupernovát fedezett fel. Ezt a két szupernovát azonban tőlünk függetlenül Wild svájci, illetve Rosino olasz csillagász is felfedezte. A felfedezett szupernovák fénygörbéjének meghatározása folyamatban van. A piszkéstetői Schmidt-teleszkóppal felfedezett szupernovák száma így elérte a 10-et.

Folytattuk a nyílthalmazok U, B, V fotometriáját. Balázs Béla amerikai tartózkodása alkalmával a Kitt Peak Observatory-ban ösz-

sze hasonlít a sorozatokat mért ki a programunkban szereplő halmazok környékén.

Virághalmi aspiráns folytatta az 50 cm-es Cassegrain-teleszkóppal a polarizációs méréseket. Balázs Béla a Lowell Observatory-ban a legmodernebb berendezéssel végzett polarizációs méréseket vörös változócsillagokról.

Jankovics folytatta a Cepheus Tejútfelhő vizsgálatát gyenge változócsillagok felfedezése céljából.

3. *Mesterséges égitestek.* A szocialista országokkal kötött multilaterális egyezmény keretében folytatódtak a mesterséges holdak rendszeres vizuális és fotografikus észlelései. Az országos hálózat 1969. áprilisban a SZUTA-tól nagy értékű fotografikus távcsövet kapott ajándékba teljes felszereléssel, mellyel főleg a kozmikus geodézia terén végezhetünk majd vizsgálatokat. Folytatódott a légköri sűrűség ingadozások és annak napjelenésekkel való összefüggésének kutatása hazai és külföldi megfigyelési anyag alapján (Almár, Ill, Illés, Sütő).

4. *Egyéb munkák.* Csada Imre 1968 októberétől I év időtartamra a Szovjetunióban folytatja magneto-hydrodinamikai vizsgálatait, részben a pulkovi csillagdában, részben az irkutszki napobszervatóriumban.

Paál folytatta a galaxishalmazok átmérőjének meghatározását a Palomar Sky Atlas felhasználásával.

Barcza a Schrödinger egyenletnek különböző határfeltételek melletti megoldásait vizsgálta. Ezek a megoldások érdekes alkalmazásokat találnak az anyagok nagy nyomás alatti viselkedésére.

Az Intézet kutatói 1968 folyamán a következő tudományos publikációkat készítették:

1. I. Almár., Rotational Velocity of RS (23) Sextantis. Information Bull. on Variable Stars No. 260.
2. I. Almár., Über einige Probleme der Bearbeitung visueller Beobachtungen künstlicher Erdsatelliten mit der Methode von A.M. Losinski (oroszul) Observations of Artificial Satellites of the Earth No. 7.
3. B. Balázs., Kriterijumi za klasifikaciju zvezda spektralnog tipa G i K na osnovu spektara male disperzije. (Publ. Astr. Ops. Beograd, SV. 12., 1968).
4. B. Balázs., Circumstellar polarization of late type stars. Lowell Obs. Bull. (in prep).
5. B. Balázs., Photoelectric UBV-sequences in open clusters. (Kitt Peak Publ., in prep.).
6. Sz. Barcza., Anyagok magas nyomásokon való viselkedésének vizsgálata cella módszerekkel (doktori disszertáció). Sajtó alatt.

7. L. Detre., Non-Periodic Phenomena in Variable Stars. Mathematical and Physical Interpretation, Introductory Report. IAU Colloquium on Variable Stars. p. 1—25.
8. M. Ill., „Vergleich von zwei grundverschiedenen Methoden zur Berechnung der Luftdichte” Nabl. ISZ Vol. 8. Bp.
9. M. Ill., Eine mögliche Methode zur Bestimmung der Subsatellitenpunkte, Nabl. ISZ Vol. 8. Bpest.
10. M. Ill., — F. Barlier, — J. Lespeces., A periodikus légsűrűségváltozások harmonikus elemzésének lehetősége C. R. Paris (sajtó alatt).
11. M. Ill., A Remark on the Semi-Annual Variation of Density. (sajtó alatt, angol folyóiratban.)
12. M. Ill., INTEROBS észlelések befejező három kötete, 5. 6. 7.
13. E. Illés., The light-surface of TU Cas. Inf. Bull. V. S. No. 303.
14. I. Jankovics., Supernova in anonymous compact galaxy, IAU Circ. No. 2075.
15. I. Jankovics., Supernova in anonymous galaxy, IAU Circ. No. 2107
16. M. Lovas., Supernova in NGC 1275. IAU Circ. No. 2051.
17. M. Lovas., Supernova in NGC 4981. IAU Circ. Do. 2070.
18. M. Lovas., Novák, szupernovák. Csillagászati Évkönyv. 1968.
19. M. Lovas., Szupernova az NGC 1275-ben. Fizikai Szemle, 1968. június.
20. B. Szeidl., The Secondary Period of the RRab Star TT Canori. Inf. Bull. V. S. 278.
21. B. Szeidl., Note on the RRab Star AN Serpentis. Inf. Bull. V. S. 291.

Ezenkívül kiadtuk az Information Bulletin on Variable Stars c. IAU kiadvány 241—325. számait, a 200—300 számok tartalomjegyzékét és a Mitteilungen 62. számát (Barcza).

Az Intézet kutatói külföldön 1968-ban a következő előadásokat tartották:

- B. Balázs., On the problem of atmospheric extinction in broad band multicolor photometry. (Kitt Peak Colloquium)
- J. Balázs., Beitrag der Amateur-Astronomen zum Fortschritt der Astronomie. (Nürnberg, Volkssternwarte.)
- L. Detre., Period-changes in Variable Stars. (Bjurakan Obs.)
- L. Detre., Variable Stars with several periods. (Bjurakan Obs.)
- L. Detre., Neue Sterne und Supernovae. (Nürnberg, Planetarium)
- L. Detre., Hauptprobleme der Veränderlichenforschung, (Wien, Universitätssternwarte.)

- M. Ill., Vergleich von zwei grundverschiedenen Methoden zur Berechnung der Luftdichte. (Prága)
- M. Ill., Eine mögliche Methode zur Bestimmung der Subsattellitenpunkte. (Prága)
- M. Ill., Luftdichtebestimmungen im Rahmen des INTEROBS-Programms (Bautzen, NDK.)
- M. Ill., Une nouvelle méthode pour la détermination de la densité de l'atmosphère. (Meudon)

Balázs Béla és Detre László az ELTE Csillagászati Tanszékén mindkét félévben előadásokat tartottak. Az Intézet kutatói sok előadást tartottak a TIT és a Magyar Fizikai Társulat keretében. Az Intézetet Ambarcumjan, az Örmény Akadémia elnöke, valamint az IAU Kollokvium résztvevői látogatták meg.

Az Intézet munkáját az MTA Matematikai és Fizikai Osztálya nagyban elősegítette. Ezért ezúton is hálás köszönetet mondok.

AZ EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM CSILLAGÁSZATI TANSZÉKÉNEK MŰKÖDÉSE

A Magyar Tudományos Akadémia Felügyelete alatt működő csillagászati intézmények mellett — különösen a csillagászképzés területén — jelentős szerep jut a magyarországi csillagászatban az Eötvös Loránd Tudományegyetem Csillagászati Tanszékének is. Ezért a Csillagászati Évkönyvben a jövőben kétévencént beszámolunk a Csillagászati Tanszéken folyó oktatási, tudományos és egyéb tevékenységekről. Tekintettel arra, hogy a Csillagászati Évkönyvben először kerül sor Tanszékünk munkájának ismertetésére, beszámolóinkban részletesen foglalkozunk a Csillagászati Tanszék múltjával, az itt folyó oktatási és tudományos munka általános jellemzésével és csak futólag térünk ki a konkrét eredmények ismertetésére.

Előzmények

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem elődjét 1635-ben alapította Pázmány Péter Nagyszombaton. Mintegy 100 évvel a nagyszombati Egyetem alapítása után, 1735 körül az Egyetemet irányító jezsuiták a természettudományi intézetek kiegészítésére szükségesnek tartották egy csillagvizsgáló létesítését is. Az Egyetemi Csillagvizsgáló első vezetője Weiss Ferenc lett, aki ötven éven keresztül állt az intézmény élén. Weiss csak a gyakorlati csillagászat oktatásával foglalkozott és ezért 1777-ig, az Egyetem Budára történt átköltözéséig nem is számított az Egyetem tanárai közé. Ebben az időben az elméleti csillagászat oktatása a matematika keretein belül történt. Budán az Egyetemi Csillagvizsgálót a királyi várkastély egyik tornyában helyezték el, ami nagyon rossz választásnak bizonyult, mert például a meridián irányában nem volt észlelőrés, ami az akkor legfontosabb pozíciós asztronómiai vizsgálatokat lehetetlenné tette. *Weiss* 1785-ben bekövetkezett halála után *Taucher Ferenc* került a csillagda élére, akinek 1798-ban sikerült elérnie, hogy az elméleti csillagászat oktatását

is rá bízák. Miután Tauchert 1806-ban a központi papnevelde prefektusának nevezték ki, a csillagászat tanára és a csillagda vezetője 1807-ben *Pasquich János* lett. Pasquich nevéhez fűződik a csillagda áttelepítése a Gellérthegyre. Pasquich érdeme, hogy 1815. október 15-én a Gellérthegyen az akkori Európa egyik legkorszerűbb csillagvizsgálóját avathatták fel. Pasquich 1824-ben történt nyugdíjbavonulása után *Tittel Pált* nevezték ki a csillagászat tanárává, ami egyben a csillagvizsgáló igazgatói tisztét is jelentette. Személyében az akkori magyar csillagászat méltó, nagy tudású vezetőre talált. Sajnos 1831-ben Tittel a kolerajárvány áldozata lett. Halála után 1835-ig nem is neveztek ki új vezetőt a csillagda élére. 1835-ben *Mayer Lambert*, mint rendkívüli tanár vette át a csillagda irányítását. Mayer elsősorban meteorológiai méréseket végzett. A csillagdában egyre inkább elhatalmasodó személyi torzalkodások következtében a múlt század 40-es éveiben a csillagda csillagászati tevékenysége nagymértékben visszaesett. 1848-ban, Buda ostromakor a Gellérthegyi Csillagvizsgáló sorsa végleg megpecsételődött. Az épület a műszerek nagy részével együtt az ágyúzás következtében szinte teljesen elpusztult. A megmentett csekélyszámú berendezés és a könyvtár egy része az Egyetem pesti épületébe került, ahol a Fizikai Intézetben őrizték meg az utókor számára. A könyvtár megmaradt néhány kötetét Tanszékünk ma is kegyelettel őrzi. Mayer Lambert a szabadságharc hírére elmenekült az országból. A szabadságharc leverése után azonban újból visszatért és 1851-ben a csillagászat rendes tanárává nevezték ki. 1857-ben Mayer József, a Műegyetem igazgatója lett és ezzel a Csillagászati Tanszék meg is szűnt. Csak 1870-ben merült fel ismét egy csillagászati tanszék létesítésének terve. Ekkor alakították meg a „Mennyiségtani Földrajzi és Csillagászati Tanszék”-et. Professzort azonban nem neveztek ki; Petzval Otto és Kondor Gusztáv helyettesként látták el a tanszékvezetői teendőket.

1897-ben ismét változás állott be a csillagászat oktatásában. Ekkor nevezték ki *Kövesligethy Radót* a kozmográfia nyilvános rendes tanárává, aki sok értékes publikációval gazdagította a magyar csillagászat és geofizika hírnevét. 1913-ban megalakul a Kozmográfiai Intézet mint bölcsészettudományi intézmény és ennek igazgatója is Kövesligethy lett. Kövesligethy 1933-ban nyugdíjba vonult és másfél éven át *Móra Károly* adjunktus látta el a Tanszék vezetését.

1934-ben, majdnem 80 éves szünet után a Kozmográfiai Tanszék-ből Csillagászati Tanszék lesz. Professzorának *Wodetzky Józsefet* nevezték ki, aki 7 éven keresztül, nyugdíjbavonulásáig állt a Tanszék élén. Közben 1934-ben az Egyetem alapításának 300 éves évfordulója alkalmából az állam a svábhegyi Csillagvizsgáló Intézetet az Egyetemnek ajándékozta. Bár ez nem volt kari intézmény, Szakbizottságának elnöke Wodetzky József volt. Azonkívül Wodetzky igazgatója volt a

Kozmográfiai Intézetből lett kari Csillagászati Intézetnek. 1943-ban *Lassovszky Károlyt* nevezték ki a Tanszék professzorának, aki 1949-ig vezette azt. 1947-ben a szabadsághegyi obszervatórium kivált az Egyetem keretéből, 1949-ben *Földes Istvánt* nevezték ki a Csillagászati Tanszék vezetőjének, 1964-től 1968-ig *Detre László*, az MTA Csillagvizsgáló igazgatója másodállásban vezeti a Tanszéket, majd 1968-ban Balázs Béla vette át a Tanszék irányítását.

1848-tól kezdve az Egyetem különböző neveken működő csillagászati tanszékein elsősorban elméleti jellegű munka folyt. A tanszékek munkatársai azonban majdnem kivétel nélkül észleléseket is végeztek az Egyetem épületében felállított *passage* műszerrel, illetve az országban levő csillagvizsgálók műszereivel.

A Csillagászati Tanszék feladatai

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem Csillagászati Tanszéke jelenleg az Egyetem Kun Béla téri épületében (volt Ludovika) van elhelyezve. A Tanszékhez tartozik még a Múzeum körút 6—8 szám alatti épületben levő úgynevezett csillagászati torony is, amelyben egy bemutatói célokat szolgáló 10-cm-es távcső, a „*passage szoba*” és a fotolabor nyert elhelyezést.

A Tanszék személyi állománya jelenleg a következő:

- Dr. Balázs Béla, kandidátus, tanszékvezető docens,
- Dr. Földes István, kandidátus, docens,
- Dr. Marik Miklós, kandidátus, adjunktus,
- Érdi Bálint gyakornok.

A Tanszék munkájában továbbra is aktívan részt vesz, mint címzetes egyetemi tanár, Dr. Detre László akadémiai levelező tag, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének igazgatója.

A Tanszék legfontosabb feladata a *csillagászat* egyetemi szintű *oktatása*. Ez a feladat három részből tevődik össze:

- a) Csillagászok kiképzése,
- b) A fizika tanár szakos hallgatók csillagászati ismeretekkel való felvértezése,
- c) Speciális kollégiumok tartása nem csillagász szakos érdeklődő hallgatók számára.

Most részletesebben taglaljuk a felsorolt három feladatot.

a) A jövőbeni csillagászok képzése az 1965-ben létesített csillagász szakon történik. A csillagász szakra pályázat útján III. éves hallgatókat veszünk fel. A pályázaton olyan fizikus, geofizikus, matematika-fizika (kivételes esetben más) szakos hallgatók vehetnek részt,

akik az I. és II. évben a Bevezetés a csillagászatba című speciális előadást hallgatták és abból mind a négy félév végén eredményes vizsgát tettek. Magyarországon jelenleg kevés csillagászra van szükség, ezért egy évben a csillagász szakra maximálisan négy hallgató vehető fel.

A „Bevezetés a csillagászatba” című tantárgy keretein belül a csillagász szakos hallgatók az első két évben már megismerkedtek a következő témakörökkel:

Általános leíró csillagászat,
Szférikus csillagászat,
Elemi asztrofizika,
A Tejútrendszer szerkezete,

A csillagászat legfontosabb műszerei.

A „Bevezetés a csillagászatba” című előadásokat Balázs Béla és Marik Miklós tartják.

Az I. és II. évben elsajátított alapismeretekre támaszkodva a hároméves csillagászképzés a következő tematikával történik:

III. év: Bevezetés az égi mechanikába, heti 3 óra,

Általános csillagászat, heti 3 óra,
Gyakorlati csillagászat, heti 1 óra,
Elméleti asztrofizika, heti 2 óra,

IV. év: Égi mechanika, heti 3 óra,

Általános csillagászat, heti 3 óra,
Gyakorlati csillagászat, heti 1 óra,
Elméleti asztrofizika, heti 2 óra.

V. év: Általános csillagászat, heti 3 óra,

Gyakorlati csillagászat, heti 1 óra,
Elméleti asztrofizika, heti 2 óra,
Szeminárium a szakdolgozat témaköréből, heti 2 óra.

Tekintettel a hallgatók csekély számára, az Általános csillagászat, a Gyakorlati csillagászat és az Elméleti asztrofizika oktatása hároméves ciklusokban történik. A III. éves hallgatók a három évré elosztott anyagból az éppen soronlevő anyagrészt kezdik el hallgatni és az V. év végéig a teljes hároméves ciklust végighallgatják.

A hároméves ciklusokban előadott előadások tematikája a következő:

Általános csillagászat:

Fundamentális csillagászat,
Nap és a csillagok fizikája,
Csillagrendszerek.

A témakör előadója, Detre László címzetes egyetemi tanár elsősorban arra törekszik, hogy előadásában a csillagászat legmodernebb eredményeit foglalja össze.

Gyakorlati csillagászat:

Fotografikus fotometria,
Fotoelektromos fotometria,
Csillagászati műszertechnika

Az előadásokban a csillagászati mérések kiértékelésének módszerei is ismertetésre kerülnek. Előadó: Balázs Béla.

Elméleti asztrofizika:

Csillaglégkörök fizikája,
Kozmikus elektrodinamika,
Az intersztelláris anyag fizikája.

A tantárgy keretein belül elsősorban az asztrofizika elméleti módszereinek ismertetésére kerül sor. Előadó: Marik Miklós.

Az égi mechanikai előadásokat Földes István tartja.

Az elméleti oktatás kiegészítésére az I. évben az egyetem bemutató távcsövével, II. és V. év között az MTA Szabadsághegyi Observatóriumának műszereivel a hallgatók részére gyakorlatokat tartunk. A csillagász szakos hallgatók valamelyik nyári szünetben egyhónapos gyakorlaton vesznek részt valamelyik csillagászati observatóriumban.

Az utóbbi években felmerült egy önálló tanszéki laboratórium létesítésének a terve is. A szükséges műszerpark már rendelkezésünkre áll, azonban megfelelő helyiség hiányában a terv egyelőre nem valósítható meg.

A csillagász szakos hallgatók minden félév végén a tantervben feltüntetett tárgyakból vizsgát tesznek. Az V. évben csillagászati témából szakdolgozatot készítenek. A szakdolgozat megvédésre való bocsátásának feltétele a „csillagászati szigorlat” eredményes letétele. A szakdolgozat eredményes megvédése után a hallgatók csillagász szakos diplomát kapnak.

b) A középiskolai fizika tananyagban egy rövid csillagászati rész is szerepel, ezért minden fizika tanár szakos hallgatónak egy féléven keresztül, heti három órában csillagászatot is hallgatnia kell. A matematika-fizika és kémia-fizika szakos hallgatók csillagászati képzésére a IV. évben kerül sor. Tekintettel a rendelkezésre álló idő rövidségére, a tanár szakos hallgatók részére csak a legfontosabb csillagászati ismeretek kerülhetnek előadásra. A „kötelező előadás” tematikája a következő:

A Világmindenség felépítése,
Szférikus csillagászat,

Asztrofizika,
A csillagászat műszerei,
Stellárasztrómia,
Kozmogónia.

A tanár szakos hallgatók részére szóló előadást Balázs Béla és Marik Miklós tartják. Az előadáshoz egy 170 oldalas jegyzet nyújt segítséget a vizsgálásra való felkészüléshez. A hallgatókat minden évben tanulmányi kirándulásra visszük a Pizskéztetői Observatóriumba.

c) Az érdeklődő, de nem csillagász szakos hallgatók speciális előadásként felvehetik a csillagász szakosoknak előírt előadásokat. Ezen kívül különösen a IV. éves tanár szakos hallgatók számára megfigyelési gyakorlatokat is tartunk, amelynek elsősorban a távcsővel való bánásmód és a különböző égitestek bemutatásának és fényképezésének az elsajátítása a célja. Ezekkel a gyakorlatokkal elsősorban azoknak a jövőendő tanároknak kívánunk ismereteket nyújtani, akik később a csillagászat népszerűsítésében kívánnak aktívan részt venni.

A Csillagászati Tanszék feladatai közé tartozik még a *tudományos tevékenység* is. A Tanszék tudományos munkája jelenleg három témakör köré csoportosul:

1. A változócsillagok periódusváltozásainak elméleti és gyakorlati vizsgálata. Témavezető: Detre László.
2. Nyílt halmazok háromszínfotometriája. Témavezető: Balázs Béla.
3. A magnetohidrodinamika alkalmazásai a csillagászatban. Témavezető: Marik Miklós.

Az 1. és 2. téma kutatása az MTA Csillagvizsgáló Intézetével kooperációban történik. Az ezen témákban elért eredmények ismertetése is a Csillagvizsgáló beszámolójában szerepel, ezért itt ezeknek a témáknak az ismertetésére nem térünk ki.

A 3. téma keretein belül elsősorban a napfoltokban keletkező magnetohidrodinamikai hullámok hatásaival foglalkoztunk az elmúlt években. A kutatások a moszkvai Sternberg Intézetrel kooperációban történnek. Sikerült megadni a napfoltokban keletkező különféle típusú magnetohidrodinamikai hullámok áramának intenzitását a Nap felszínének megfelelő szinten, amely lehetővé tette a napkromoszféra fűtési mechanizmusának taglalását a napfoltok fölött. A megfigyelésekkel megegyezően kiadódott, hogy a foltok fölötti kromoszféra halványabb az aktív kromoszféránál, a korona viszont az átlagosnál fényesebb kell legyen a foltok fölött. Jelenleg a napfoltok mágneses finomszerkezetére és az intersztelláris térben terjedő magnetohidrodinamikai hullámok terjedési és csillapodási viszonyaira vonatkozóan folynak kutatások ebben a témakörben.

A Tanszék oktatási és tudományos munkáját nagyban elősegíti az igen tartalmas tanszéki könyvtár, amelyben gyakorlatilag minden számottevő csillagászati könyv és folyóirat megtalálható. Könyvtárunk értéke megközelíti a félmillió forintot. Körülbelül ugyanilyen értékben rendelkezik a Tanszék különböző kiértékelő műszerekkel, amelyekkel a későbbiekben főként a Piszkestetői Obszervatóriumban készített észlelések egy részének kiértékelését kívánjuk elvégezni. Sajnos helyhiány miatt ezeket a műszereket egyelőre nem tudjuk üzembe helyezni.

Mint említettük a jövőben rendszeresen sor kerül majd Tanszékünk munkájának az ismertetésére a Csillagászati Évkönyvekben. A Tanszéken folyó munka eredményeinek részletesebb ismertetésére a következő (két év múlva esedékes) beszámolónkban térünk majd ki.

RÓKA GEDEON:

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1968. ÉVI MŪKÖDÉSE

Az 1968. évben a csillagászat és az űrkutatás számos új eredménye keltett széles körű érdeklődést. A napisajtó is megemlékezett újfajta égitestek, a pulzárak felfedezéséről, melyeknek különleges rádiósugárzása miatt a szakemberek is foglalkoztak azzal a lehetőséggel, hogy talán távoli civilizációk mesterséges jeleiről van szó. A Szovjetunió Zond-5 és Zond-6 holdmegkerülő űrállomásai, a nagytömegű Proton-4, az amerikai Apolló-7 háromszemélyes űrhajó földkörüli, majd az Apolló-8 holdkörüli útja és a három űrhajós szerencsés visszatérése kiemelkedő eseményei voltak az űrkutatásnak.

A TIT V. Küldöttgyűlésének határozatai is felhívták a figyelmet a természettudományos — ezen belül a csillagászati — ismeretterjesztésre, amit szükségessé tesz a tudományos-műszaki forradalom gyors fejlődése, a korszerű általános műveltség fejlesztése, a korszerű világkép kialakítása és az a követelmény, hogy a dialektikus materialista világnézet legyen uralkodó eszme társadalmunkban.

A szakosztályok tematika javaslatukat eljuttatták az üzemi kultúrfelelősökhöz, kultúrotthon igazgatókhoz, járási titkárokhoz, de ezek körében nem mindig sikerült érdeklődést keltetni a csillagászati előadások iránt, nem igényelték az előadásokat. A kultúrintézmények vezetői, az ismeretterjesztő előadások szervezői még mindig számosan vannak olyanok, akik nem ismerték fel a csillagászat fontosságát a korszerű műveltség és a tudományos világnézet szempontjából, azt hiszik, hogy az embereket nem érdeklik — szerintük — a mindennapi élettől távol álló csillagászati témák. A tapasztalat pedig azt bizonyítja, hogy a jól megszervezett csillagászati előadásra nagyszámú hallgatóság gyűl össze és az előadások után sokszor több mint egy órán át tartó kérdések bizonyítják, hogy az embereket élnken érdeklik a csillagászat és űrkutatás eredményei, az új eredmények világképünkbe illesztése, a gyakorlat szempontjából való értékelése igen sok kérdés tisztázásának igényét ébreszti bennünk.

Találkozunk olyan véleménnyel is, hogy az űrkutatás kimagasló

eseményeiről elég részletes tájékoztatást ad a napisajtó és a rádió, a televízió pedig még ezen felül olyan gazdag szemléltetést nyújt, amivel az előadások nem versenyezhetnek.

A hírközlő eszközök és a televízió azonban nem pótolhatják a mi előadásainkat, illetve csak az olyan előadást, ha az előadó csupán adatokat sorol fel, vagy elmeséli az eredményeket. Ha ellenben az előadó rövid, de jól kidolgozott vitaindító bevezetőt tart, rávilágítva a problematikus dolgokra, a gyakorlati vonatkozásokra és a téma perspektíváira, és ezzel sikerült aktivizálni a hallgatóságot, akkor jönnek a kérdések, a vitatkozások és ez az, amit a közönség nem kaphat meg a televíziótól és amiért érdemes a mi előadásainkat látogatnia. Az ismeretterjesztő előadások és a televízió valójában nem konkurenciát jelentenek, hanem kiegészítik egymást. Az előadások nem nyújthatják azt az élményt, amikor a nézők a televízió képernyőjén pl. az Apolló-8 útja alkalmával saját szemüikkel láthatták a Földet mint égitestet és az űrkabin belsejében az űrhajósokat. A legérdekesebb televíziós közvetítés sem pótolhatja viszont azt az élményt, amit a távcsöves bemutatás jelent: a maguk valóságában szemlélni az égitesteket.

Az emberek érdeklődése és a rendező szervek közömbössége közti ellentmondás miatt az előadások száma 1968-ban kissé visszaesett. Az 1967 évi 2431 előadással szemben a szakosztályok 1968-ban 2212 előadást tartottak. A visszaesés nem volt általános, mert Baranya, Békés, Csongrád, Fejér, Komárom, Pest, Somogy, Szabolcs megyékben 1968-ban az előadások száma emelkedett.

Az előadások számszerű csökkenését ellensúlyozza, hogy Budapesten 1968 I. félévében 25, a II. félévben pedig 13 tagozat csillagászati munkásakadémia működött. Akadémiai sorozatokat számos megye is szervezett: Bács (5 munkás, 1 tsz., 17 ifjúsági), Fejér (4 ifjúsági), Nógrád (10 munkás, 2 tsz., 8 egyéb akadémiai sorozatban csillagászati előadásokkal), Pest (3 munkás, 1 tsz., 4 nők és 4 ifjúsági akadémián előadásokkal), Szabolcs (5 munkás, 12 ifjúsági akad. előadással), Veszprém (20 munkásakadémiai, 4 tsz. akadémiai előadással).

Változatlanul igen kevés a falusi előadások száma. Bács megyében ugyan a művelődési autók programja keretében az előadások 50%-át tanyai területeken tartották, Békésben is felhasználják az ismeretterjesztő kibuszt és a hordozható távcsöveket, 4 hordozható távcsöve van a Heves megyei szakosztálynak is, de a többi megyében átlag 10—15-nél nincs több falusi előadás.

A rendezőszervek közömbösségét a szakosztályok saját rendezvényeik fejlesztésével igyekeztek ellensúlyozni. A később ismertető Csillagászati Héten és Szabad Egyetemeken kívül több sikeresebb saját rendezvényeinkről számolhatunk be.

Természettudományos Napok, illetve Hetek keretében Győrött,

Egerben, Salgótarjánban, Balassagyarmaton, Gyulán rendeztek előadásokat. Békéscsabán módszertani hónap keretében került sorra a „Korunk csillagászati problémái” párbeszédés előadás.

Sorozatok. A budapesti szakosztály kiemelkedő sikerű „Orion esték” sorozatot rendezett a budapesti Urániában, melyet a Csepeli Autógyár és Szabadegyetem formájában Veszprém és Zalaegerszeg is átvett. Az esztergomi járási szakosztály a Petőfi Művelődési Házban rendezett 6 előadásából sorozatot.

A megyei sajtórendezvényeken 17 központi előadó 54 alkalommal tartott előadást.

Témastatisztika

Az űrkutatási témák iránt az 1968. évben is nagy érdeklődés nyilvánul meg, különösen az igényelt előadások voltak főleg ilyenek, zömmel az űrkutatás gyakorlati haszna és az Apolló program. Emellett a szorosabban vett űrkutatási előadások száma évről évre csökkenő tendenciát mutat, pl. Budapesten 1968. II. félévében mindössze 21 ilyen előadás hangzott el, szemben a korábbi évek 150—200 előadásával. Ennek az az oka, hogy az űrkutatás eredményei most már beépülnek az egyéb témákba, ami helyeselhető és pozitívan értékelhetjük, hogy nagyobb számmal léptek előtérbe az általános csillagászati ismereteket nyújtó előadások.

Az általános témák között, végre — több évi észrevételezés után — kellő súllyal szerepel a Nap, a naptevékenység, a Nap földi hatásai, a Nap mint atomerómű. A naptevékenység maximuma, a Csillagászati Hétnek a Nappal foglalkozó témaköre is ráirányította erre a figyelmet, de a szakosztályok jó szervezési munkával is igyekeztek pótolni a korábbi évek hiányosságait.

Leggyakoribb téma volt a Naprendszer is, a bolygókról és a Holdról szóló előadások mindig érdeklik a hallgatóságot. Ezek azok az előadások, ahol sok újat az űrkutatás eredményei jelentenek.

Ismeretterjesztésünk állandó témája, a van-e élet más égitesteken is nagy számban szerepel az 1968. évi előadások között, sokszor új tartalommal, az élet kutatása a Világegyetemben és a távoli civilizációkkal kapcsolatfelvétel problémáival.

A szabadegyetemektől, természettudományos napoktól eltekintve a szélesebb körű ismeretterjesztésben viszonylag igen kis számban tartottunk előadásokat a csillagászat legújabb eredményeiről, az újfajta égitestekről, kozmogóniai problémákról. Ezeket a témákat még nem sikerült közelebb hozni az emberekhez. Egyet kell azzal érteni, hogy a szakosztályok elsősorban az alapismeretekkel támasztják alá a helyes

természettudományos szemléletet, de a tapasztalat azt mutatja, hogy klubesteken, vagy más olyan saját rendezvényeken, ahol főleg érettségizettek — ideértve a felsőbb osztályos középiskolásokat is — vannak jelen, élénk vitákat váltanak ki az olyan előadások is, mint pl. Korunk csillagászati problémái, Merre tart a csillagászat, A modern csillagászat és eredményei, A csillagászat szerepe a tudományos világnézet kialakításában, Az űrkutatás és csillagászat időszerű kérdései, Csillagászat és filozófia stb. Az ilyen rendezvények számát szaporítani kellene.

Nem lehetünk megelégedve a csészealjokról és az asztrológia kritikájáról tartott előadások számával sem. Az ilyen témájú előadások egyik szakosztálynál sem szerepelnek a gyakori témák között. Talán ennek egyik oka, hogy előadóink úgy gondolják, éppen eleget beszéltünk már ezekről a kérdésekről, nem lehet mindig a babonaságokkal és tév-eszmékkel foglalkozni, mikor arra sincs elég alkalmunk, hogy a tudomány szenzációit ismertessük a hallgatósággal. A tapasztalatok viszont azt mutatják, hogy a hamis tudatnak ezek a kinövései hihetetlen mértékben elárasztották az országot, a napisajtó és a folyóiratok (Lobogó, Nők Lapja) százezreket vezetnek félre áltudományos közleményekkel, a „szemellenzős tudósoknál” jobban értesültség látszatával, közép-kori babonák felmelegítésével.

A „csészealjakkal” kapcsolatban szóbeli és írásbeli (Lobogó) vitákból az derült ki, hogy igen sokan elvi, világnézeti szempontból közelítik meg a csészealjak kérdését. Arról vitatkoznak, hogy miért ne lehetnének a Földön kívül máshol is értelmes lények, mintha a tudósok azt állítanák, hogy egyedül a Föld a lakott világ. Erről azonban szó sincs. A modern csillagászat világgépéhez szervesen hozzá tartozik, hogy a Tejútrendszerben rengeteg lakott bolygó lehet. Az azonban, hogy légkörünkben közlekednek a más bolygókról jött űrhajók, nem világnézeti, hanem tény-kérdés. A meteorológiai és más rendeltetésű léggömbökre, jelző rakétákra, tűzgömbökre nem foghatjuk rá, hogy űrhajók. Ha egyszer valóban meglátogatna bennünket egy idegen űrhajó, ennek elsősorban a tudósok örülnének, másodsorban pedig a TIT, mert ez olyan téma lenne, amit még a kultúrotthonok is igényelnének.

Szemléltetés

A szakosztályok jogos észrevétele, hogy a csillagászati és űrkutatási mozgó filmek nagy része elavult, nemesak a kópiák mentek tönkre, de tartalmuk is sok esetben már kifogásolható.

Ugyanakkor az is jellemző, hogy azt a kevés újabb filmet, amit a TIT rendelésére készített a filmgyár az utóbbi években, nem veszik



3/a. ábra. A pesterzsébeti Vasas „Csili” csillagászati szakkörének tagjai

eléggé igénybe. Ezek a filmek: A mi csillagunk a Nap, A Világegyetem képekben, A repülő csészعالjak. Azzal az igénnyel nem léphetünk fel, hogy minden témához szorosan kapcsolódó filmet találjunk. Egyáltalán nem baj, ha a bolygókról szól az előadás és utána a Napról szóló filmet vetítjük, tehát ha a film nem illusztrálja az előadást, hanem új ismereteket nyújt. A Világegyetem képekben bármely témához illeszkedik, a csészعالjakról szóló filmet pedig sokkal többet kellene vetíteni kultúrotthonokban, művelődési házakban, TIT klubokban úgy is, hogy a fő program a film és utána vita következik. A közönség véleménye szerint a csészعالjakról szóló film, anélkül, hogy valakit is megbántana, nagyon meggyőző és egymagában is tehát olyan szolgálatot tesz mint egy előadás.

Csillagászati szakkörök

A beszámolási időszakban említésre méltó munkát végeztek az alábbi csillagászati szakkörök:

Békéscsaba (ált. iskolai), Budapest (Uránia), Budapest-Pesterzsébet (Vasas „Csili”) Dorog (ált. iskolai), Eger (1 főiskolai, 1 közép-

iskolai, 1 úttörő), Esztergom (Műv. Ház), Győr (vagongyári), Gyula (ált. iskolai), Kaposvár (Műv. Ház), Kisbér (gimnáziumi), Komárom (kultúrotthon), Miskolc (egyetemi és az Urániában 2 szakkör), Nagykanizsa (gimn.-i), Nyíregyháza (Uránia), Ózd (gimn.-i), Pécs (Uránia), Sopron (gimn.-i), Szeged (Uránia), Székesfehérvár (Urániában kezdő és haladó), Szolnok (Uránia), Szombathely (gimn.-i), Szőny (üzemi), Tata (gimn.-i), Tatabánya (középiszkolai és üzemi), Vassurány (ált. iskolai).

Örvendetes, hogy a szakkörök elméleti foglalkozásában mind általánosabbá vált a levelező tanfolyam vizsgájára felkészülés. Kitűntek e téren az esztergomi, a miskolci, a budapesti, szombathelyi és vassurányi szakköri tagok.

Név szerint is meg kell említeni dr. Balázs László, Elek Imre, Fábián Endre, Gubicza Erzsébet, Hajmási József, Hidasi Vilmos, Jónás László, Márki Zay Lajos, dr. Máthé Albert, Rosta Zoltán, dr. Szabó Gyula, Szatmári Antal, Szerdahelyi Imre, Szitter Béla, Schalkné Kondor Ilona, M. Takács Ferenc, dr. Tóth György, dr. Tóth László, dr. Zétényi Endre szakkörvezetőket, akik legnagyobb részét társadalmi munkával igen nagy szolgálatot tettek a csillagászati ismeretterjesztés ügyének.

A szakosztályok tevékenysége

A szakosztályvezetőségek rendszeres irányító munkájával kitűntek Budapest, valamint Borsod, Fejér, Szolnok és Veszprém megyék.

A budapesti szakosztály minden hónapban megtartotta klubestjét, melynek látogatottsága örvendetesen emelkedett. Igen jó kezdeményezés volt a Kis Csillagászok Baráti Köre, mely kéthetenként 51 tanulót foglalkoztatott a budapesti Urániában. A Borsod megyei szakosztályt mind a munka mennyisége, mind minősége szempontjából meg kell említeni. Budapesten kívül egyedül ebben a megyében tartottak 200-on felüli számú előadást, a szakosztályi tagság részére pedig igen színvonalas továbbképző előadásokat tartottak, amelyekbe a Baráti Kör tagokat is bevonták. Az ugyancsak élenjáró Fejér megyei szakosztály munkájáról a beszámolóban már közöltek még a Baráti Kör rendszeres foglalkoztatásával és az ifjúság körében folytatott ismeretterjesztés kiegészítésével (Ifjúsági Akadémiák, Ifjúsági Csillagász Klub) kell kiegészíteni. A Szolnok megyei szakosztály vezetősége kéthetenként tartott szakosztályi üléseket, klubelőadásokat, előadói konferenciákkal és vitákkal. Tapasztalatacserén voltak Szegeden és ezt követően Márki-Zay Lajos tartott nálunk sikeres előadói konferenciát. Bekapcsolódtak Szegeddel a szakfordítások cseréjébe és a megyei szakköröket aktuális anyaggal, fordításokkal, csillagászati térképekkel lát-

ták el. Veszprémi szakosztályunknál a vidéki munka szervezése, az akadémiai sorozatok gondozása példamutató.

A Komárom megyei szakosztály 7 vidéki szakkört patronált a megye területén.

A Pest megyei szakosztály a SZOT-tal együttműködve a Dunakanyar üdülőiben rendezett előadásokat az ott üdülő dolgozóknak.

A Csillagászat Baráti Körének V. Országos találkozója Egerben

Eger Város Tanácsa, a Tanárképző Főiskola, a Megyei Művelődési Ház és a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat rendezésében augusztus 16—18-ig tartotta a Megyei Művelődési Ház nagytermében a Csillagászat Baráti Köre V. országos találkozóját Egerben, ahol 100 évvel ezelőtt ugyanezen napokon zajlott le a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók vándorgyűlése, melynek egyik szervezőtitkára és előadója dr. Montedegói Albert Ferenc, az egri Lyceum csillagásza volt.

Az ország minden tájáról és a szomszédos államokból is érkező 250 résztvevő megtekintette a Művelődési Házban megnyílt csillagászati és űrkutatási, valamint az amatőrök tevékenységét dokumentáló kiállítást, majd Borics László, Eger város Tanácsa vb.-elnökhelyettese ünnepélyesen megnyitotta a találkozót.



4. ábra. Az egri Találkozó elnöksége. Foto: Hogyessy Péter

Megnyitó beszédében többek között az alábbiakat mondta:

„Az amatőröknek nagy érdemeik vannak a csillagászati kultúra terjesztésében. A Baráti Kör fejlődésének nagy lendületet adtak az országos találkozók, amelyeket az 1963. évi szentendrei találkozó óta csaknem minden évben megrendeztek. Örömmel fogadtuk, hogy ebben az évben, amikor a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 100 évvel ezelőtti egri vándorgyűlésére emlékezzünk — városunkat választották a találkozó színhelyül.

Városunkban élénken élnek a csillagászat művelésének hagyományai. A XVIII. században az Egri Főiskola tornyában létesített csillagvizsgáló egykor Európa egyik legjobban felszerelt intézménye volt. Ma pedig mint múzeum egyedülálló, mert a több száz éves csillagvizsgáló műszerei az eredeti helyükön láthatók. Már a megnyitás évében, 1966-ban több mint 36 ezer bel- és külföldi turista kereste fel.”

A megnyitót két előadás követte. Dr. Szőkefalvi Nagy Zoltán főiskolai tanár gazdag tudomány- és művelődéstörténeti adatokkal emlékezett meg az egri tudós-vándorgyűlésről és a korábbi találkozókról, dr. Alnár Iván kandidátus, az MTA Csillagvizsgáló Intézetének csoportvezetője pedig az úrkutatás időszerű kérdéseiről tartott előadást.

A találkozó első napján került sor Zerinváry Szilárd halálának 5 éves évfordulója alkalmával Szentendre Város Tanácsa által a legjobb munkát végző amatőrcsillagászok jutalmazására alapított emlékérem kiosztására. Az 1967. évi emlékérmet Tokody Lajos (Szolnok), az 1968. évit dr. Zétényi Endre (Eger) kapta.

Este a találkozó résztvevői megtekintették az egri Urániát és a múzeumot.

A találkozó második napján Róka Gedeon választmányi titkár az ismeretterjesztő munka segítségére hívta fel a Baráti Kör tagjait, majd dr. Zétényi Endre, a Heves megyei csillagászati szakosztály elnöke Montedegói Albert Ferencről tartott előadást. A korabeli tudományos élet számos mozzanatának felelevenítése közben elmondta, hogy Albert Ferenc tíz éves gyermekként 1820-ban került Egerbe és már ekkor ismerkedni kezdett az „égbolti dolgokkal”. Tittel Pálnak, az akkori egri csillagda igazgatójának tanítványaként egy életre eljegyezte magát a csillagászat művelésével és népszerűsítésével. 1825-ben Tittel Pállal együtt Pest-Budára került a budai egyetemi csillagvizsgálóba. Alig harmincöt éves korában egyetemi tanárrá nevezték ki, majd a szabadságharc — melynek nemzetőrségi századosa volt — bukása után 1851-ben újra Egerbe jött. Bár a Specula műszerei ekkorra már elavultak, mégis csillagászkodott és mellette a meteorológiai megfigyeléseket is elindította.

Közismert, tisztelt alakja volt az egri utcának is. Veréb János érseki portás-hajdú így emlékezett rá később: „Amolyan magyar ru-



5. ábra. Az egeri találkozó résztvevői. Foto: Hegyessy Péter

hás, sarkantyús-csizmás, kicsi, szakálás, őszes ember volt. Ott lakott a Széchenyi utcában, az úgynevezett Alapítványházban, szemben a Lyceummal. Míg dolgozott, mindennap feljárt a toronyba.” — idézte dr. Zétényi az előadásban.

A találkozó keretében történt annak az emléktáblának leleplezése, melyet Eger Város Tanács helyezett el Albert Ferenc egykori házának, az OTP Széchenyi u. 2. sz. alatti mai épületének falán. Borics László vb elnökhelyettes beszéde és koszorúzása után dr. Kulin György is elhelyezte a Baráti Kör koszorúját az emléktábla alá.

Délután a találkozó résztvevői kirándultak Szilvásváradra és a piskésetetői Csillagvizsgálóhoz.

A találkozó harmadik napján dr. Kulin György az űrkutatás és jövőnk összefüggéséről, Szimán Oszkár a csillagok korai fejlődési szakaszáról, ifj. Bartha Lajos a pulzárokról tartott előadást. Hegyessy Péter és Erdős Tamás (Bp. Uránia) a kattowicei tanulmányútról készített mozgófilmjüket, Párniczky József (Székesfehérvár) pedig a székesfehérvári szakkörről készített mozgófilmjét és diáit mutatta be.

A találkozó alkalmával megalakult a Baráti Kör amatőreszillagász megfigyelő csoportja, Nagy Sándor és Párniczky József vezetésével.

A Baráti Kör az 1968—1972. évekre új vezetőséget választott. Elnök: dr. Kulin György, elnökhelyettes: Pónori Thewrewk Aurél, titkárok: Hegyessy Péter és Márki Zay Lajos, vezetőségi tagok: Apostol

Ince, dr. Balázs László, ifj. Bartha Lajos, Nagy Sándor, Szitter Béla, Tokody Lajos, dr. Zétényi Endre. Új tiszteletbeli tagok: dr. Almár Iván, dr. Guman István és dr. Marik Miklós.

A találkozó résztvevői, akik a kötetlen programú délutánokon megézték az egeri várat, Fazola Henrik egeri kovácsmester világhírű kovácsoltvas kapuit és Eger város más nevezetességeit, strandoltak, a Szépasszonyvölgyében megkóstolták az egeri borokat, élményekben gazdag találkozás után utaztak el Egerből és hálásan gondoltak a TIT megyei titkárságának dolgozóira, akik nagy ügyszeretettel vettek részt a találkozó szervezésében és lebonyolításában.

Csillagászati Szabadegyetemek

A budapesti József Attila Szabad Egyetem 1968/69. évi csillagászati tagozatának 16 előadásból álló „A csillagászat és mindennapi élet” c. sorozata a csillagászat és gyakorlat kapcsolatát ismertette az az ókortól napjainkig. Az elért kutatási eredményeken túlmenőleg bemutatta azt a hatalmas technikai fejlődést, amely a csillagászati kutatások munkamódszerében, az utóbbi négyezer év alatt lejátszódott. Ponori Thewrewk Aurél bevezető előadásai: Csillagászat és építészet, Az útbaigazító csillagok, Naptárunk csillagászati alapjai, Hogyan segíti a csillagászat a történéseket. Róka Gedeon következő 4 előadása: Pontosan jár-e a Föld mint óra, Naphatások és mindennapi élet, Mit vár a technika a csillagásztól, Közérdekű csillagászati előrejelzések. További előadások: dr. Ferencz Csaba: Az űrkutatás általános céljai, Pápai Zsolt: Az űrkutatás hatása a meteorológiára. Gschwindt András: Űrhírközlés, Tarcsai György: A geodézia és a navigáció kapcsolata az űrkutatással. dr. Dezső Loránt: Hogyan dolgozik a napfizikus? Lovas Miklós: A szupernovák felfedezése, dr. Balázs Béla: Automatizálási lehetőségek a csillagászatban, dr. Ill Márton: Szputnyiklesen.

A budapesti mellett még Vas, Veszprém és Zala megyék is rendeztek csillagászati Szabadegyetemet. Szombathelyen a Természettudományi Szabadegyetem keretében hangzott el Róka Gedeonnak „Mit tudunk az egész Világegyetemről”, dr. Kulin Györgynek pedig „Az élet kutatása a Világegyetemben” c. előadása.

A veszprémi Jankovics Művelődési Házban rendezett Szabadegyetem programja: dr. Szanyi László „Robotoké a jövő”, Szüle Dónes „Irányítható-e a naptevékenység”, Ponori Th. Aurél „Supernova robbanás”, dr. Kulin György „Idegen csillagvilágokon lehetséges-e élet”, dr. Makrai Zsigmond kandidátus: „Sugárzások, sugárburák”, Szimán Oszkár „Fototrükkök az „Orion űrhajó” sorozatban”, Sinka József „Csészealj legendától az Orion űrhajóig”.

A zalaegerszegi TIT Klubban rendezett „Orion” szabadegyetemi sorozat programja: dr. Szanyi László „Robotoké-e a jövő?”, Szüle Dénes „Csészealj legendától az „Orion” űrhajóig, Barcza Szabolcs „Szupernova robbanás”, dr. Kulin György „Idegen csillagokon lehetséges-e élet?”, dr. Károlyházi Frigyes „Hatás, mely ellen nincs védőpajzs”, Róka Gedeon „Írányítható-e a naptevékenység a Földről?”.

Csillagászati hét

Az 1968. évi országos Csillagászati Hét előadásorozatait szakosztályaink „A nyugtalan Nap évében” címmel rendezték, amit az tett időszerűvé, hogy 1968 a naptevékenység maximumos éve volt, de különben is a napfizika számos gyakorlati vonatkozású új eredményt ért el.

Arra számítottunk, hogy a Csillagászati Hetet maga a Nap vezeti be. A szeptember 22-i napfogyatkozás Magyarország területéről mint részleges fogyatkozás lett volna látható, ha az országszerte zuhogó eső felhői el nem takarták volna a Napot. A szakosztályok így hiába készültek fel a napfogyatkozás bemutatására. Ettől eltekintve azonban a Csillagászati Hét igen nagy sikert aratott. Jellemző erre, hogy a budapesti 7 előadás átlagos hallgatói létszáma 130 volt, Székesfehérvárott a három előadáson közel 800-an vettek részt, és amíg Szabolcs megyében a múlt évben a Csillagászati Hét látogatottsága kb. 500 fő volt, ez 1968-ra több mint 2300-ra emelkedett.

A megyei programoknál nem említjük minden esetben az előadások címét, mert a Nappal foglalkozó témakör előadásai a legtöbb esetben azonosak voltak a budapestiekkel, csak ott, ahol a megyék rugalmasan alkalmazkodva a helyi körülményekhez más műsorral és rendezvényekkel tették színesebbé a Csillagászati Hetet.

A budapesti Csillagászati Hét a Kossuth Klubban szeptember 22-én, vasárnap délelőtti matinéval kezdődött. Dr. Marik Miklós, a budapesti szakosztály elnökének ünnepi megnyitója után dr. Szentlélek Tihámér, a Vas megyei Múzeumok igazgatója „Egyiptomban a napisten honában” címmel tartott élménybeszámolót, saját készítésű gazdag, színes diasorozatának vetítésével. A hét további napjainak műsora:

- szept. 23 Naphimnusz. Előadta Bánffy György színművész. A napkultuszról a napfizikáig — Ponori Thewrewk Aurél
- szept. 24 A Nap a csillagok világában — dr. Almár Iván
Film: A Világegyetem képeiben

- szept. 25. Foltok, fáklyák, flerek — dr. Marik Miklós
 Film: Csillagunk a Nap
- szept. 26. A Nap mint atomerőmű — Szimán Oszkár
 Film: Modern Prometeuszok
- szept. 27. A napkutatás műszerei — dr. Dezső Lóránt
- szept. 28. Nyole perenyire a Naptól — dr. Kulin György
 Film: Sarki fény

Békés megyében Csillagunk a Nap témakörrel 15 helyiségben előadást, 2 helyiségben pedig filmestet rendeztek. Előadások: Békéscsaba, Békés, Gyula, Szarvas (ifj. Bartha Lajos), Gádoros, Csabacsüd, Kertészsziget, (Thuri Sándor) Kondoros, Nagyszénás (Kiss Ferenc), Bacsa (Ramasz Károly), Elek, Sarkad, Füzesgyarmat, Magyardombegyháza (Béres István), Medgyesbodzás (Német Béla). Filmestek: Gábortelep, Lászlótelep. Különösen nagy érdeklődést keltett Béres István szakosztályi elnök sarkadi, új módszerű előadása, melyen a hét több előadásán résztvevő diáklány töltötte be a kérdező riportter szerepét.

Borsod megyében a Csillagászati Hét szeptember 23-án kezdődött, de az e program keretében a megye 10 helyiségében megtartott rendezvényei egész okt. 14-ig tartottak és a műsor is bővült. Az ünnepi megnyitót a TIT Kazinczy Klubjában dr. Csókás János tanszékvezető egyetemi tanár, a TIT megyei elnöke tartotta, utána pedig Nébli Vendel szakosztályi elnök „A repülő csészعالjtól az Orion úrhajóig” c. előadása következett. Miskolcon az Uránia Csillagvizsgálóban és középiskolákban, valamint kollégiumokban Horváth András, Nébli Vendel és dr. Szabó Gyula a Napról 5, ifj. Apostol Ince „Csillagok születése és halála” címen 2 előadást tartott. A megye területén a Napról szóló előadások: Mezőkeresztes (id. Apostol Ince), Mezőkövesd, Monok (dr. Szabó Gyula), Szentistván (Suba István). Egyéb témák: Az űrkutatás tudományos eredményei, Ózd (Nébli Vendel), Rudabánya (Suba István); Az égitestek fizikai üzenetei, Borsodi-Hőerőmű (Nébli Vendel), Tiszaszeredkény (Fábián Endre); Hamis világképek, Ózd (Fábián Endre.) Utunk a végtelenbe, Szikszó (Fábián Endre), Enes (Suba István).

Székesfehérvárott a Megyei Művelődési Ház Ady termében rendezett három előadást dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél és Róka Gedeon tartották.

Győrött Patay Károly szakosztályi titkár bevezető előadása a Mezőgazdasági Szakiskolában 200 fő előtt hangzott el, majd Kárpát József és Molnár Ottó előadásai mellett Szitter Béla távesőves bemutatásai és a Természettudományos Előadóteremben rendezett látványos kiállítás vonzotta az érdeklődőket.

Heves megyében 6 helyiségben volt előadás a napkutatás téma-



6. ábra. A székesfehérvári Csillagászati Hét

köréből: Eger, Pétervására, Tarnalelesz, Gyöngyös (dr. Zétényi Endre), Erdőkövesd (Rados Mihály), Szederkénypuszta (Gyurman Tibor), Eger (Vidó Imre), Krakkó Endre pedig Nagyréden „A Hold és holdkutatás” címmel tartott előadást.

Nógrád megyében 14 előadásra és 11 távcsöves bemutatásra, Pest megyében 5 előadásra került sor.

Szolnokon dr. Dankó Sándor és dr. Marik Miklós tartottak előadást, Nyíregyházán a Csillagászati Hetet dr. Pivarnyik Jánosné, a Hazafias Népfront városi titkára nyitotta meg. Az előadásokat Róka Gedeon, M. Takács Ferenc és dr. Zétényi Endre tartották. A központi rendezvényen kívül 3 városi kollégiumban és Csenger, Gacsaly, Nagykálló, Nyírbátor, Porcalma, Tyukod községekben hangzottak el „Kozmikus környezetünk” címmel előadások.

A szombathelyi TIT megyei klubjában dr. Abonyi Iván, dr. Szentléleky Tihamér és dr. Tóth György előadásai hangzottak el.

A Fűzfőtgyártelepi Csillagvizsgáló a Csillagászati Hét előtt 6 előadásból „Nap-kollégiumot” rendezett a megyei szakosztály tagjainak részére, akik azután 14 előadást tartottak a megyében.

A Zala megyei érdeklődőknek Szüle Dénes tartott előadást Zalaegerszegen és Nagykanizsán.

Egyes megyei szakosztályok nem szept. 23-i kezdettel, hanem későbbi időpontban rendeztek Csillagászati Hetet, vagy ilyen jellegű sorozatot, illetve előadásokat.

Pécsett a csillagászati és fizikai szakosztály közösen rendezte a Csillagászati Hetet okt. 28-tól nov. 1-ig, az alábbi programmal:

dr. Szabó János: Az űrhajózás fizikai és műszaki problémái, dr. Kulin György: A Földön kívüli élet kutatása, Fejes István: Rádióhullámok a világűrben, dr. Almár Iván: Az űrkutatás tudományos eredményei, dr. Echter Tibor: A biológiai űrkutatások problémái.

A kaposvári Csillagászati Hét okt. 24-én dr. Mozsai Géza megnyitója után dr. Bitó János „Az űrkutatás gyakorlati haszna” c. előadásával kezdődött, melyet dr. Kulin Györgynek „Jártak-e a Földön más bolygók lényei” c. előadása követett.

Kecskeméten okt. 23-án három kollégiumban ifjúsági Csillagászati Napot rendeztek dr. Kulin György, Ponori Thewrewk Aurél és Róka Gedeon előadásaival.

Komárom megyében a TIT az esztergomi Petőfi Művelődési Házban rendezett sorozata: szept. 13. Jónás László: Az űrkutatás gyakorlati jelentősége; szept. 20. dr. Etter Kálmán: A kapcsolatfelvétel lehetősége más világokkal; szept. 27. dr. Dezső Loránt: A napkutatás legújabb eredményei; okt. 4. Ponori Thewrewk Aurél: A Föld helye a Világmindenségben; Hegyessy Péter: Az égitestek fényképezése; okt. 11. Róka Gedeon: Törpebolygók, üstökösök, meteorok, meteoritok.

Kitüntetés, jutalmazás

Az alkotmány évfordulója alkalmával a művelődésügyi miniszter dr. Kulin Györgyöt, a budapesti Uránia igazgatóját a Kiváló Népművelő jelvénnel tüntette ki.

Hibaigazítás

Az 1969. évi Évkönyvben az Országos Választmány és a Komárom megyei csillagászati szakosztály vezetőségének tagjai közül maradt: dr. Etter Kálmán.

A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ TÁRSULAT URÁNIA BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

Ismeretterjesztő munkánk fő jellemvonásai az 1968. május 1—1969. április 30-ig tartó beszámolási időszakban az évek óta folyó munkákon kívül a következők voltak:

a) Előző évkönyvünkben jeleztük, hogy a repülő csészealj (UFO) mítosz átesapott hazánk határain. Különböző sajtóorgánumok, napi- és hetilapok, képes magazinok, de még a rádió és a tv is több esetben hírt adott szenzációs UFO esetekről. A Lobogó c. lap hónapokon át tartó nyílt vitát indított a titokzatosnak mondott UFO jelenségekről. Mindezek érthető módon megmozgatták az emberek fantáziáját. A Budapesti Uránia Csillagvizsgálóba tömegesen érkeztek levelek és telefon útján bejelentések és kérdések. Az általunk ellenőrizhető esetek mind-egyikében kiderült, hogy megszokott égi jelenséget, fényes bolygót, vagy meteorológiai ballont néztek UFO-nak. Ennek ellenére a közönség egy része készpénznek vett minden UFO-ról szóló híradást, de a komolyabb forrásokból származó cáfolatok fölött átsiklott.

Hangoztattuk, hogy a tudomány nem zárja ki nálunk fejlettebb civilizációk létezését, számolunk azzal, hogy egy nálunk sokkal fejlettebb technikájú társadalomban sok minden lehetséges, ami előttünk ismeretlen — ennek ellenére a múltból idézett emlékek és a jelen még annyira „hitelesnek” mondott megfigyeléseinek egyike sem tudományos bizonyíték arra, hogy értelmes lények jártak itt a múltban és kémlelik a jelenben a Földet.

Igen pozitív volt a hatása a „Repülő csészealj” c. kis filmnek, amit bemutatott a tv, másorra tűzték a Híradó mozik és kísérőfilmként adták a nagy játékfilmnek mellé s azonkívül a megyei TIT előadásokhoz is levetítették.

Az UFO ügy a közönség körében nem nyert egyértelmű megoldást. Ennek egyik oka az is, hogy iskolázott emberek, sőt egyes TIT előadók sem teljes belső meggyőződéssel válaszolnak a hozzájuk intézett ilyen irányú kérdésekre.

Az egész UFO probléma csupán része annak az ideológiai, szem-

léleti bizonytalanságnak, ami műveltnek mondott emberek részéről is megnyilvánul.

b) Hasonló természetű az újból felfrissített dr. Eugen Jonas-féle elmélet a fogamzásirányítás természetes módjáról. Ez az „elmélet” modern színben kíván feltüntetni egy évezredes tévhitet, azt, hogy a születendő gyermek nemét, életképességét és az anya fogamzóképeségét a Hold égi helyzete határozza meg. Ez volt a másik téma, ami igen sok érdeklődőt irányított a budapesti Urániához, a nők a holdfázisok dátumai iránt érdeklődtek.

Ennek az elméletnek fogadtatása még elevenebb bizonyítéka természettudományos alapképzésünk fogyatékoságának, mint az UFO ügy. Elfogadják az emberek, hogy a gyermek számára döntő a fogamzás pillanata — amit az elmélet szerint félóra-óra pontossággal ismerni kell. Arra azonban nem gondolnak, hogy a fogamzás idejét még 48 órás pontossággal sem lehet megállapítani. Ennyi idő alatt viszont éppen azok az égi helyzetek változnak meg jelentős módon, amelyeket az elmélet a gyermek neme és életképessége tekintetében döntőnek állít.

Úgy ítéljük, hogy az az erőfeszítés, melynek célja a közönség megóvása a feltámadt középkori babona ellen, nem volt hiábavaló.

Mindenesetre elgondolkoztató az, hogy a XX. sz. harmadik harmadában hol tartunk a természettudományos szemléletben. Iskolai oktatásunkban, népnúvelésünkben sokkal nagyobb elismerést és támogatást érdemelne a csillagászat.

c) Általános érdeklődést keltettek az űrkutató teljesítményei. A mexikói olimpiai események közvetítése a híradástechnikai holdakkal, a meteorológiai mesterséges holdak kiépült lánc, valamint a megrendezett ENSZ konferencia — melynek célja az űrkutató eszközeinek kiaknázása az ember érdekében volt, valóban közelebb hozták az űrkutató gyakorlati vonatkozásait. De a közönség jó része a holdutazásban is még csak a szenzációs teljesítményt látja, s nem azt a perspektívát, amit földi problémáink jobb megoldására ígér. Így érthető, hogy az elmúlt időszak előadástémái között az $a-b$ pontokban említettek alapján leginkább a földönkívüli élet problémája uralkodott. Ki kell elégténiünk a felmerülő kíváncsiságot — ez természetes, de céltudatosan kell törekednünk arra, hogy a csillagászati alapismereteket erőteljesebben szorgalmazzuk. Erre az egyre szaporodó csillagászati szakörök nyújtanak jó lehetőséget.

d) Egész évi munkánk annak bizonyítéka, hogy a Csillagászat Baráti Körében és a Föld és Ég-ben helyesen ismertük fel a szélesebb körű csillagászati ismeretterjesztés lehetőségét. Minden jól szervezett vidéki előadás mögött a Baráti Kör népes tábora végezte az előkészítő, szervező munkát. A Baráti Kör tagságának létszáma 1969. május 1-én

már meghaladta a 2300-at. És a jelek szerint mozgalmunk újabb lendületet kapott.

e) Külön említendő az az akció, aminek eredményét a Sajószentpéteri üvegggyár igazgatójának köszönhetjük. Több mint 1200 kg nyers üvegorongot öntetett kérésünkre 125, 150, 200, 250 és 300 mm átmérővel. Az értesítésre annyi érdeklődő jelentkezett, hogy az igényeket folyamatosan és csak részben tudjuk kielégíteni. Az üvegorongpárokat ugyanis fókuszra durván előcsiszolt állapotban kapják a Baráti Kör tagok. A finomcsiszolást és a fényezést maguk végzik a Föld és Ég cikkei alapján.

Igen sok faluból, tanyáról igényeltek távcsőtüköröt, és sok távcső már elkészült. Ha majd a többszáz közepes és nagyobb méretű távcső működik, és az emberek tízezrei nézhetnek életükben először távcsőbe — ennek a mozgalomnak jelentősége akkor mutatkozik majd meg igazán. A Baráti Kör rohamos fejlődés előtt áll.

BUDAPEST

A budapesti munkában is a bevezetőben elmondottak adták meg az évi munka jellegét. A levelezésben és a telefonügyeletben is azok hoztak néha túlságosan nagy elevenséget. Ennek lebonyolításában a rendelkezésre álló munkaerő kevésnek bizonyult. A távcsőépítő akció nemcsak abban adott nagyon sok munkát, hogy az érdeklődőknek — naponta néha 10—15 embernek — felvilágosításokat, tanácsokat adtunk —, és nemcsak az üvegorongok csomagolása, szállítása adott új munkát, de az elmúlt évben készült az Urániában a legtöbb távcsőtükör, köztük a 40 cm-es ózdi és az 50 cm-es Cassegrain rendszerű csepeli optika. Szinte korlátlan lehetőségek nyílnak, ha a budapesti Uránia a távcsőoptikán kívül a mechanikai alkatrészekben is segítséget nyújthatna az amatőröknek. Az Urániában készült távcsőtükrökből több került Romániába, Csehszlovákiába és Jugoszláviába.

Piret Endre szervezésében megtörtént az első kísérlet arra, hogy a Heyde refraktorra szerelt ipari tv kamerával tv ernyőre vetítsük az égbolt látnivalóit. Impozáns látvány volt, amint a képernyőn megjelent a Hold egy részlete, ugyanolyan tisztaságban, ahogyan az okuláron át láthatjuk. A Jupiter fényes korongján sávokat is lehetett látni. Bizonyára hasonló eredménnyel jár a székesfehérváriak kísérlete is, akik a Videotontól ajándékba kaptak ipari tv berendezést.

A csillagászati demonstrációban ennek az eljárásnak nagy jövője lesz, minthogy a tv képernyőn látottak filmezhetők is.

Elkészült a nagy Planetárium számára tervezett városnéző panoráma berendezés. A vetítőrendszer 25 cm-es optikával készült, és másfél méter átmérőjű asztalra színesen, élőben vetíti a város mozgalmás életét. A motorral ellátott berendezés 6 perc alatt fordul körbe.

Az ügyes megoldás Mike Jenőtől származik. Tervünk, hogy a magyarázó szöveget magnóra vesszük, s a változó képekhez igazodva hallhatjuk a nevezetesebb épületek tudnivalóit.

A Budapesti Szervezet Csillagászati Szakosztálya titkárának, dr. Abonyi Ivánnénak kezdeményezésére az Urániában működik a Kis Csillagászok Baráti Köre Szécsy Ilona tanárnő vezetésével — egyelőre kísérletként ötvenes létszámmal. A kezdeményezés sikeres folytatást ígér.

Az Uránia bemutatásaiban és előadásaiban munkatársaink között a legaktívabbak voltak: Erdős Tamás, Fejes Lajos, Fekete Pál, Gellért András, Hegyessy Péter, Ponor Thewrewk Aurél, Sarkadi Nagy István, Szécsy Ilona, és új munkatársakként kapcsolódtak be Büki László, Kelemen János és Szüle Dénes.

A bemutatásokat nagymértékben gátolta a szokatlan hosszú ideig tartó téli—tavaszi felhős idő.

A szokásos tavaszi és őszi esütörtöki sorozatot a következő programmal tartottuk meg:

1968 őszi sorozat előadói és előadásai: Róka Gedeon: Az anyag életté szerveződésének folyamatai a Világegyetemben. — Bitó János: Az olimpia és a híradástechnikai holdak. — Sinka József: Új fényképezési eljárások a csillagászatban. — Kulin György: Elferdíthető-e a Föld tengelye? — Marx György: Az idő problémája. — ifj. Bartha Lajos: A napszél és hatásai. — Echter Tibor: Az ember hosszabb uralásának problémái. — Szimán Oszkár: Újabb elméletek a Naprendszer kialakulására.

1969 tavaszi sorozat:

Róka Gedeon: Az űr kutatás hétköznapijai. — Kulin György: Lakhatóvá tehető-e más égitestek? — ifj. Bartha Lajos: A pulzár-rejtély. — Bitó János: A rádiócsillagászat módszerei és alkalmazásai. — Szüle Dénes: Űrbeli energiaforrások. — Schalk Gyula: A kietlen Holdtól a jó Földig. — Kulin György: Holdhatás és családtervezés. — Ponor Thewrewk Aurél: Csillagászat a fantasztikus regényekben. — Sinka József: Az Apollo-program.

A citadellai bemutató részlegünkben ez évben is hat hónapon át tartottunk bemutatásokat.

Személyi ügyek

Igazgató: dr. Kulin György

Igazgató helyettes: Ponor Thewrewk Aurél (részfogl.)

Gondnok: Nagy Ferenc

Gazdasági ügyintéző: Bársony Bertalanné

Házfelügyelő—takarító: Nagy Ferencné (részfogl.)

Vezető műszerész: Orgoványi János félállásban.

Műszerészek: Hernádi Károly, Mike Jenő, Reindl János (részfogl.)

Látogatottság

Az Uránia a csillagászati bemutatásokon és előadásokon kívül helyet ad a Kis Matematikusok csoportjainak. Általában egész évben nagy a forgalom. A nyári—őszii idegenforgalom csökkenése miatt a citadellai forgalom kevesebb volt.

A budapesti Uránia csillagászati-úrkutatási szakköre

A budapesti és pestkörnyéki komoly érdeklődők összefogója a budapesti Uránia szakköre, mely kéthetenként tartja foglalkozásait. Az egyre népesebb összejöveleteken a tagság elméleti és gyakorlati foglalkoztatásán kívül rendszeres úrkutatási és csillagászati hírismertetés folyik. Minthogy a szakköri tagokból lehetnek idővel a csillagászat ismeretterjesztés munkásai, erre a feladatra való felkészítés a szakkörnek megalakulása óta egyik legfontosabb célja. Erre a felkészítésre a szakköri munkában való aktív részvétel a legalkalmasabb módszer.

Az elméleti foglalkozások gerincét két-három, önként vállalkozó szakköri tag rövid témaismertetése alkotja. Ezeket a „kiselőadásokat” aztán a tagság a vezetővel együtt minden szempontból megbírálja és kiegészíti. Így az előadó módszertani útmutatást is kap az előadás technikájára nézve, a témát pedig az adott körülmények között a legalapossabban megtárgyalhatja, ill. megismerheti a tagság. Évek óta arra törekszünk, hogy az előadások témái lehetőleg a Csillagászati Választmány által meghirdetett levelező tanfolyam kérdései legyenek. Így egy idő múlva minden tanfolyam-kérdésre sor kerül, s az összefoglalókon, vizsgákon — való eredményes részvétel a szakköri tagok számára már nem jelent komoly problémát.

Az elmúlt beszámolási időszakban ezt a célt még határozottabban igyekeztünk megvalósítani. Voltak vállalkozók, akik egy-egy alkalommal 2, 3 sőt 4 kérdés helyes válaszát igyekeztek kifejteni a foglalkozásokon. Valószínűleg az ilyen módon való felkészítésnek köszönhető, hogy az 1968 decemberében tartott összefoglalón megjelent 19 vizsgázó közül 18 volt budapesti szakköri tag, és ezek közül 6 kapott kiváló érdemfokot a kezdő, ill. haladó fokozat kérdéseire adott helyes válaszaival.

A jól vizsgázottak közül a szakkörben eddig mutatott munkájuk, rátermettségük és huzgóságuk alapján az Uránia vezetősége Büki Lászlót, Nagy Lászlót, Piroška Györgyöt és Torma Tibort felvette az Uránia külső munkatársai közé. Ők már a tapasztaltabb Uránia-tagokkal együtt részt vehetnek az Urániában és annak citadellai részlegében tartott nappali és esti bemutatásokon.

A beszámolási időszakban a szakköri foglalkozásokon elhangzott

jelentősebb vagy érdekesebb előadások — és előadók — a következők voltak:

Torma Tibor: Szférikus csillagászat I—II.

Szimán Oszkár: Egyszerű csillagászati eszközök — papírból.

Piroska György: A mesterséges égitestek családjai I—VII.

Büki László: A jövő rakétahajtóművei.

Vas Imre: Régi magyar csillagászok I—IV.

Nagy László: Távcstípusok I—II.

Az elméleti foglalkozások állandó kiegészítői a csillagászati és űrkutatói, űrhajózási újdonságainak, eseményeinek ismertetése, magyarázata és méltatása. Az utóbbi csoportban természetesen főként a Szójuz-kabinok, a Holdat megkerülő Zond-űrszondák és az Apollo-8 és Apollo-9 űrhajók útja, programja és sikere került tárgyalásra. A csillagászati újdonságok közül a gyors pulzárak keltették a legnagyobb érdeklődést, és róluk több ízben megemlékezünk.

A Budapesti Vidám Parkban leszerelték a kisplanetáriumot, így a csillagképek ismertetését, az égi koordinátákat és a fő látnivalókat időnként a szabad ég alatt keresték és ismerték meg a szakkör tagjai. Ugyanakkor egy-egy érdekesebb ködöt, kettőscsillagot vagy bolygót az Uránia nagy távcsovénél is megnézték.

Aknai Gábor és Hegyessy Péter vezetésével megalakult a fotoszakkör, melynek fél éves tanfolyama keretében a tagok megismerkedtek a fényképezés alapelveivel, az előhívás, másolás, nagyítás technikájával és a távcsoves fényképezés módszereivel.

Az országban működő csillagászati szakkörök száma legalább 150-re tehető. Gyakran fordulnak a budapesti Urániához tanácsért elméleti és gyakorlati foglalkozásuk programjának összeállítására céljából, s minden esetben igyekszünk a legeredményesebben segítséget nyújtani számukra.

Mindenképpen nagy segítséget jelent a kéthavonta megjelenő és a szakkörök életét is rendszeresen bemutató Föld és Ég TIT folyóirat, mely több ízben képes ismertetésben mutatta be az elmúlt beszámolási időszakban legeredményesebben működő szakkörök életét.

Megfigyelési munka az Urániában

Az elmúlt évben rendszeressé vált Nagy Sándor vezetésével a változócsillag megfigyelés. Az Uránia állandó szakkörének megfigyelőhöz csatlakozott a Baráti Kör Megfigyelő Csoportjának 15 aktív változócsillag észlelője. 1968-ban 3000 észlelést végeztek, ebből ifj. Bartha Lajos 2000-et. 1968 novemberében kampány indult a γ Cassiopeiæ

gyors változásainak vizsgálatára. A begyűjtött 400 adat első feldolgozása negatív eredményt adott. Néhány órás periódusú változásokat az erős szórás miatt nem sikerült kimutatni. A napi változás számolása (súlyozott közép és szórás) még folyamatban van.

1969 februárjában a fokozatosan megvalósítandó „Mira program” első pontjaként megszerezték az R Leonis észlelését.

Hegyessy Péter és Hédervári Péter vezetésével megalakult a Hold vulkanikus tevékenységét megfigyelő csoport is.

*

A vidéki Urániák és bemutató csillagvizsgálók működéséről az Év-könyv előző évi kötetében számoltunk be részletesen.

Ezúttal a két legjobban, intézményszerűen működő Uránia, a székesfehérvári és miskolci működését és a pécsi amatőrök műhely munkáját ismertetjük.

SZÉKESFEHÉRVÁR

Bemutató csillagvizsgálónk 1967 szeptemberében kezdte működését. Ez az első alkalom, hogy egy teljes év munkájáról adhatunk számot. Az év elején „tájékoztató”-t állítottunk össze, 3000 példányban kinyomtattuk, s igen széles körben terjesztettük. Eljuttattuk iskolákba, intézményekbe, üzemekbe, szakszervezeti bizottságokhoz.

Kedvező idő esetén minden kedden és pénteken tartottunk bemutatót, az év során összesen 49-et.

Különösen fontosnak tartottuk az ifjúság körében folytatandó csillagászati ismeretterjesztést. Ennek érdekében kapcsolatot tettünk a városi és megyei Művelődési Osztályokkal, s ennek eredményeként általános- és középiskolai tanulók rendszeresen látogatták az Urániát.

Örvendetes, hogy az általános iskolák legújabb tantervében csillagászati alapismeretek is helyet kaptak. Ezért a VIII. osztályos tanulók előre betervezett beosztás alapján látogatták az Urániát, rendszerint a földrajz szakos tanárok kíséretében. Velük előzetesen megbeszéltük a bemutatás témáját, így a tanulók azokra a kérdésekre kaptak választ, amelyek a tantervi anyagot kiegészítették, bővítették.

A középiskolai tanulók számára is jelentős szerepe volt a bemutatóknak, nemcsak ismeretgazdagítás, de világnézeti nevelés vonatkozásában is.

Kisebbségi értékű eredményt tudtunk elérni a felnőtt társadalom körében, annak ellenére, hogy mozgósítottuk az üzemi munkásakadémiák hallgatóit, valamint a szakszervezeti bizottságokat és a napilapon keresztül a város egész társadalmát. A következő évben új módszereket keresünk a felnőtt társadalom mozgósítására.



7. ábra. A székesfehérvári Uránia csillagvizsgáló szakköre tükröcsiszoló tanfolyamát Kerkai Andor a VIDEOTON gyár főmérnöke patronálta. Foto: Párniczky József

Az ismeretterjesztés mellett fontos feladatnak tartottuk Urániánk fejlesztését is.

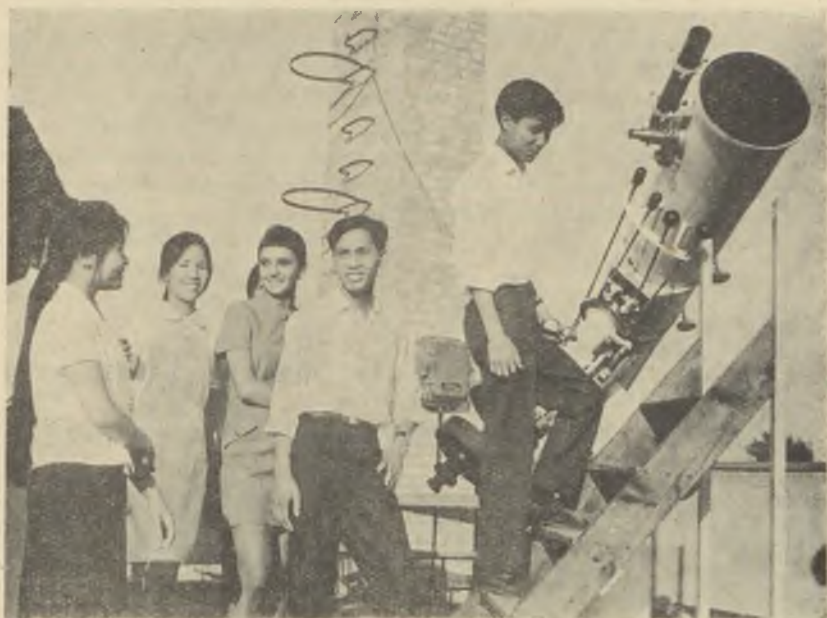
Március 5-én megtartott vezetőségi ülésen megállapodás született napkivetítő berendezés elkészítésére. A dokumentáció elkészítését Kendrovics Miklós és Major Jenő, míg a berendezés társadalmi munkával történő elkészítését Hajmási József vállalta.

A berendezést a VIDEOTON Gyár TMK-dolgozói rövidesen el is készítették, Kerkai Andor üzemvezető-főmérnök irányításával.

Egyidőben megkezdjük a fényképezés előkészítését is. A szükséges csatlakozó gyűrűk tervrajzát isnét csak Kendrovits Miklós és Major Jenő, míg a munkadarabokat ugyancsak a VIDEOTON Gyár dolgozói készítették el.

Június végére felszerelhetjük a napkivetítőt, és megkezdhetjük a fényképezést. Igen nagy izgalommal és érdeklődéssel készültek az első felvételek. Nagy volt az öröm a felvételek előhívásakor, mert már ezek az első felvételek is egészen jól sikerültek. Jelszó: lesz még jobb is! — hangoztatta Párniczky József tagtársunk, a fényképezés irányítója.

Felbuzdulva az eredményeken, hamarosan mások is bekapcsolód-



8. ábra. Vietnami fiatalok látogatása a székesfehérvári Urániában. Foto: Párniczky József

tak. Így Karkos László, az IKARUSZ gyár dolgozója is, akinek a távcső építése során nagyon sokat köszönhattünk, s ő kísérletet tett okuláron át történő fényképezésre is.

Bár a felvételek ezúttal is jól sikerültek, a minőséget rontotta a szinkron mozgás hiánya. A fényképezésbe hamarosan bekapcsolódtak a szakkör tagjai is, és igen lelkesen vettek részt a munkában.

A fényképezés továbbfejlesztése és a felvételek minőségi javítása sürgetővé tette a távcső motorikus meghajtásának megoldását.

A terveket ezúttal is Kendrovics Miklós és Major Jenő készítette, egy „új jó barátunk” közreműködésével: Horváth Miklós IKARUS-gyári villamosmérnök személyében, aki a meghajtás elektromos részét tervezte, illetve kivitelezte. A mechanikus részt, valamint a kész meghajtó berendezés felszerelését Karkos László, az IKARUS gyár dolgozója végezte. A felszerelésre augusztus utolsó hetében került sor, így a Csillagászati Hét idején már megfelelő tapasztalattal üzemelt távcsövünk.

Még egy igen értékes felszereléssel bővült Uránia bemutató csillagvizsgálónk: ipari kamerával és a hozzátartozó monitorral, amelyet

Csenda Károly elvtárs, a TIT megyei titkára közreműködésével kapunk a székesfehérvári VIDEOTON Gyártótól, felszerelésére azonban csak 1969 tavaszán kerül sor. Ezzel kapcsolatban előtérbe került a távcső megfelelő, méltó elhelyezése, miután Urániánk jelenleg a Vidám Park óriáskerekének teraszán, egy műanyag házban van elhelyezve.

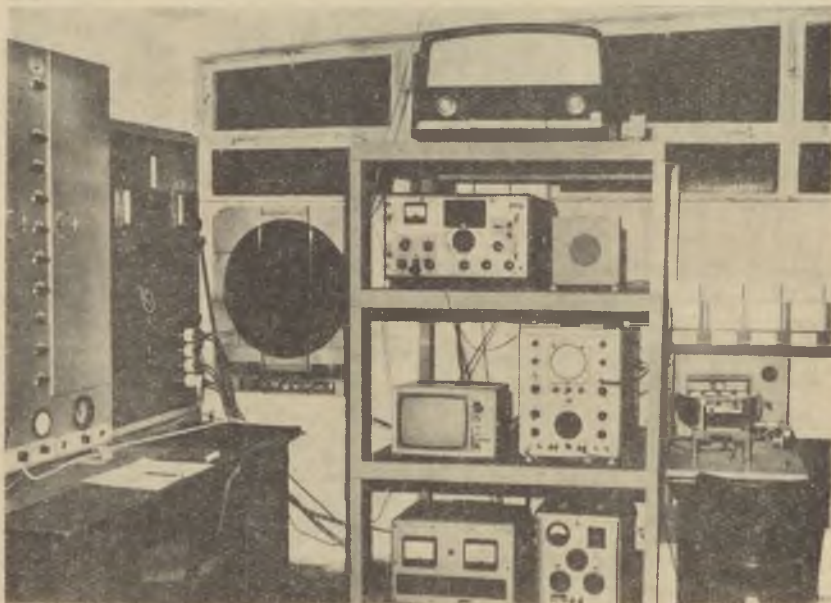
Hisszük és reméljük; hogy ennek megoldásában a Városi Tanács segítséget fog nyújtani, amelynek záloga az a sok támogatás, amelyben ez ideig is része volt Urániánknak.

Hajmási József
az Uránia vezetője

MISKOLC

A miskolci Uránia egész évben a nagyközönség és a tanulójfúság rendelkezésére állt.

Üzemi vállalati csoportok, szocialista brigádok részére a csillag-



9. ábra. Részlet a Miskolci Szputnyikmegfigyelő Állomás műszerszobájából.
(Balról-jobbra: kvarcóra, áramelosztó, középen az állványon felülről lefelé: rádió,
mikrofon, rövidhullámú rádióvevő, hangszóró,
alatta: minivizor, oszcilloszkóp,
alatta: stabilizátor és akkumulátortöltő,
jobboldalt: a kronograf a fényképezőgépekkel.)

vizsgáló kupolatermében minden hétfőn este tartottunk ismeretterjesztő előadást és távcsöves bemutatást, minden hónapban más tematikával.

Péntek esténként az általános és középiskolai csoportokat fogadtuk, a tananyag csillagászati részét kiegészítő előadásokat és bemutatást tartottunk.

Minden szerdán távcsőépítési szaktanácsadást, utána pedig szakköri foglalkozást tartottunk. A szakköri foglalkozások elméleti részén a Választmány levelező csillagászati tanfolyamának anyagát dolgoztuk fel, melyből egyesek vizsgát is tettek. A gyakorlatokon a szakkör tagjai a csillagvizsgáló megfigyeléseibe és azok feldolgozásába kapcsolódtak be, a nyári szünetben pedig a Szputnyikmegfigyelő Állomáson megfigyelési gyakorlatokon vettek részt.

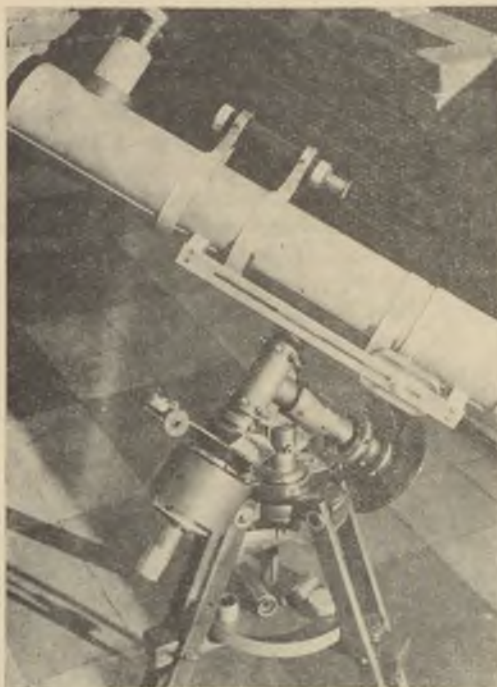
Az Urániába látogató csoportokkal és a szakkör tagjaival az előadások és bemutatások mellett negyedévenként ismertettük a téli, tavaszi, nyári és őszi égbolt csillagképeit és fényesebb csillagait. A kupolában tartott távcsöves bemutatáson kívül a szemléltetést szolgálta, hogy a látogatók megtekintették a Csillagvizsgáló előterében és kupolatermében rendezett „Ember a kozmoszban” kiállítást, továbbá az Uránia ismeretterjesztő és tudományos munkáját bemutató képeket és grafikonokat, valamint a Szputnyikmegfigyelő Állomás műszereit.

Dr. Szabó Gyula
az Uránia vezetője

TÁVCSŐÉPÍTŐ PÉCSI AMATŐRÖK

A pécsi ideiglenes elhelyezésű Urániában és annak szabadtéri bemutatásain 1968-ban is sokan részesültek az égitestek távcsöves látványának élményében. A látogatók száma 4800 fő volt, akik részére 58 előadást is tartottunk. Az Uránia csillagászati szakkörébe újabb tagok kapcsolódtak be és távcsöves vizsgálatokat is végeztek. Több szakköri tag dr. Balázs László irányításával elkezdte komoly kapacitású saját távcsöve tükrének csiszolását, illetve a műszer összeszerelését finommozgató berendezéssel, osztott körökkel, napkivető ernyővel. Ötletes megoldásait a mellékelt képek szemléltetik.

dr. Tóth László
szakosztályi titkár



10. ábra. Amatőrök pécsi műhelyéből.

95 mm-es tükör Newton-szerelése finommozgató berendezéssel, osztott körökkel (leolvasható deklinációban $1/10$ fok, az órákörön $1/2$ perc). Pólusra történő pontos tájolása esetén egyes objektumok a katalógus adatai alapján felkereshetők. Vezetése rezgésmentes. Nagyítószoögű okulár — súlya 380 gr — alkalmazásánál a távcső újabb egyensúlyozása válik szükségessé. Ez a deklinációban csúsztatható súllyal történik. A súly konzerves dobozba öntött ólom. A mozgó súly elhelyezése a tubuson úgy célszerű, ha az az okulárhoz és keresőtávcső illesztéséhez viszonyítva lehetőség szerint 180 fokra kerül, s így a tubus optikai tengelye körüli egyensúlyozás is biztosított. Foto: dr. Balázs László



11. ábra. Segédtükör szerelése, Napmegfigyelésekhez szűrőüvegek foglalása.

A szűrő foglalata régi fényképezőgépeknél alkalmazott rugós keret, mely lehetővé teszi a különböző méretű okulárookra való rögzítést.

Az alumínium hengerpalásthoz a képen látható módon (szegeccseléssel) kapcsolódik a prizma tartója. A prizmatartó a hengerpalásthoz vörösréz hullából készített megfelelő szilárdságú rudacskával kapcsolódik. A rud szerelése anyácsavar segítségével könnyűszerrel teszi lehetővé a prizma minden irányban történő mozgását, illetőleg rögzítését. Foto: dr. Balázs László

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Az érdeklődés előterében továbbra is az 1968-ban felfedezett *pulzár*ok állnak. A felfedezett pulzárak száma erősen megnőtt (Ld. a XIV. táblázatban a múlt év végéig felfedezett 27 pulzárra vonatkozó adatokat). Mindegyikre jellemző a rendkívül rövid periódus. Eddig a leg-rövidebb periódusú pulzár az NP0532, $P=0^s.03309$. Maguknak a pulzusoknak hossza a periódus csekély törtrésze és úgy látszik, hogy a pulzusok annál élesebbek, minél rövidebb a periódus. Különben a pulzusok erőssége és alakja periódusról periódusra gyorsan változik, néha a pulzusok kettősök, sőt ismeretes hármas is, és általában két pulzus között van egy kis intezitású szekundér pulzus.

A legmagasabb frekvencia, amelyben pulzárt észleltek, 3000 MHz, a legalacsonyabb pedig 40 MHz. Bár a jelek kis erősségűek, az emittáló felület kicsisége miatt a felületi energiaemisszióknak rendkívül nagy-nak kell lennie vagy 100 megawattnak cm^2 -enként. Különösen, ha igazolódik az az újabb eredmény, hogy a pulzárak sokkal messzebb vannak, mint először gondolták. A távolságukat ugyanis a pulzusuknak a különböző frekvenciákon való beérkezési időkülönbségekből határozták meg, feltételezve, más eredmények alapján, hogy a diszperziót okozó intersztelláris elektronok térbeli sűrűsége $0,1/\text{cm}^3$. A CP 0382 pulzár rádiósugárzásában azonban, amely a galaktikus egyenlítőben fekszik, felfedezték a Perseus-galaxiság HI felhői okozta abszorpciós vonalat és ez azt jelenti, hogy a pulzárnak messzebb kell lenni 4200 parsecnél, a Perseus-ág távolságánál. Viszont akkor ebben az irányban a pulzusok diszperziójából $0,006/\text{cm}^3$ -nél kisebb elektronsűrűség adódik, egy pulzus energiájára pedig ilyen nagy távolság mellett $2 \cdot 10^{31}$ erg-et kapunk a rádióhullámsávban. De a HI abszorpció tekintetében egyelőre ellentmondások vannak a Jodrell Bank és francia rádióállomások eredményei között, úgyhogy a pulzárak távolságának problémája még megoldatlan.

Rendkívül érdekes fordulatot vett a pulzárak problémája, amikor az USA Green Bank-i National Radio Observatory-ban *Staelin* és *Rei-*

fenstein két pulzárt talált a Crab-köd közelében, amelyek a NP 0527 és NP 0532 jelzést kapták. Az arecibo-i 300 m-es teleszkóppal meg lehetett állapítani, hogy a NP 0532 pulzár 10^7 -en belül van a Crab-köd centrumában, ezzel szemben az NP 0527 másfél fokra van a Crab-ködtől, de a rádióhullámok érzézéséből ugyanakkora diszperzió adódik a két pulzárra és ez arra mutat, hogy a két pulzár azonos távolságban van tőlük. (IAU Circ. 2110.) Meg kell jegyezni, hogy *Hewish és Ohoyne* már 1965-ben felfedeztek a Crab-ködben egy igen kicsi rádióforrást (*Nature* 207, 59), amelynek átmérője, minthogy mutatja az interplanetariszcintillációt, $0''1$ -nél kisebb. Nincs kizárva, hogy ez a rádióforrás azonos a most pulzárnak felismert objektummal.

A szupernova-maradvány Crab-ködben talált pulzár igen valószínűsítette azt a feltevést, hogy a pulzárok neutroncsillagok, hiszen úgy gondolják, hogy a szupernova-robbanás alkalmával a gravitációs kollapszus neutroncsillaghoz vezet. A Crab-köd közepében két csillag is található közel egymáshoz, és ezek közül a délebbre fekvőről *Baade* már ezelőtt 30 évvel feltételezte, hogy a szupernova maradványa, mert irányából néha füstszerű plazmafelhők látszottak kiindulni. *Minkowski* még 1942-ben megvizsgálta a csillag színképét, amely különlegesnek adódott, mert benne az expandáló Crab-köd rászuperponálódó emissziós vonalain kívül semmi más színképvonal nem látszott.

Az 1969. év elején több obszervatóriumban is hozzáláttak annak megvizsgálásához, hogy vajon nem mutatható-e ki a rádióperiódussal azonos periódussal fluktuáló optikai forrás a Crab-ködben. Először a Steward obszervatórium 91 cm-es távcsövével sikerült kimutatni 1969. január 15-én az NP 0532 pulzárt az optikai tartományban. (*W. J. Cocke, M. J. Disney és D. J. Taylor*, IAU Circ. 2128, *Nature* 221, 525.) Igen sok csatornás fotoelektromos berendezéssel a Crab-köd centrális részének sok helyén egyidejűleg gyűjtötték a pulzár periódusával a jeleket. A centrális csillagok közvetlen közelében a pulzár periódusával azonos periódusú optikai fluktuációt kaptak, az optikai maximális fényesség a V-tartományban 15 fényrend volt, amíg az időintegrál 18. rendű. A Kitt Peak 213 cm reflektorán $2''$ -es diafragmával izolálták egymástól a két centrális csillagot, és így sikerült kimutatni, hogy az optikai kép a déli csillag lehet csak (IAU Circ. 2129). A fényintenzitás minimumába csak a Crabköd-háttérből erednek a jelek, úgyhogy az optikai sugárzásnak nem változó komponensét még nem sikerült kimutatni. A fénygörbe teljesen olyan, mint a rádiófluxus görbéje: rendkívül éles maximum $V=13,9$ -mal, két maximum között félúton szekunder maximum $V=15,4$ -gyel. A csillag B-V és U-B színindexei igen hasonlítanak a régi novák és a Sco X-1 színindexeihez. Így igen nagy az ultraibolya többlet. Az optikai fluxus több mint 2 nagyságrenddel nagyobb, mint a rádiófluxus (*Ap. J.* 155, L 121).

A Lick csillagda 3 méteres távesővének coudé-fókuszában képerősítővel kombinált televíziós kamerával egyértelműen sikerült kimutatni a Baade-féle csillag azonosságát a pulzárral. (*J. S. Miller, E. S. Wampler, Nature 221, 1037.*) A csillagfény útjában a pulzár periódusával forgó kivágott korongot helyeztek, és ez lehetővé teszi, hogy a pulzárt maximumában vagy minimumában lássák. A televíziós ernyőről készült felvételpár egyik képén a Crab-köd déli centrális csillaga olyan fényes mint az északi, a másikon csak az északi csillag látszik.

A másik Crab-pulzár, amennyiben egyidőben keletkezett az NP 0532-vel, igen nagy sebességgel dobódott ki a szupernova-robbanáskor, mivel 900 év alatt már $1,2^\circ$ -ra távolodott el tőle. Évi sajátmozgásának így $4''8$ -nek kell lennie. 18 fényrendnél fényesebb ilyen objektum nincs a környéken, úgyhogy ennek a pulzárnak optikailag gyengébbnek kell lenni, mint a centrális pulzárnak.

Jelenleg a PSR 0833-45 pulzár optikai képe után kutatnak. Ez a pulzár is egy szupernova eredetű köddel kapcsolatos a Vela csillagképben. Periódusa 0,0892. A rádió-diszperzió ugyanolyan rendű mint a Crab-pulzárnál, és minthogy az utóbbi erős ultraibolya többletet mutat, elég U, B, V fotometriát végezni a környékén. A Cerro Tololo Observatory Schmidt-teleszkópjával készült 2 órás felvételen a rádió pozíció hibáján belül csak egy csillag van, amelynek U-képe erősebb a B-képénél és erre $B \sim 19$ magn. Nincs kizárva, hogy ez a csillag a Vela-pulzár optikai képe (*Nature 22, 359*).

A Columbia University Laboratory munkatársai 1969. március 7-én, majd az US Naval Research Laboratory munkacsoportja március 13-án felboesátott rakétával a röntgentartományban is megfigyelték az NP 0532 Crab-pulzárt (*IAU Circ. 2142*). A pulzusok ebben a tartományban is teljesen olyanok, mint a rádió és optikai tartományokban. A pulzusok fluxusa 6—8%-kal emelkedik a köd röntgenfluxusa fölé.

Az NP 0532 felfedezése után néhány héttel kiderült, hogy a pulzár periódusa nő és pedig olyan mértékben, hogy kb. ezer év alatt megduplázódik. Azóta már több más pulzárnál is ugyanezt találták. Amikor *T. Gold* felvetette azt a gondolatot, hogy a pulzárok neutroncsillagok, és periódusuk a neutroncsillagok tengelyforgási idejével azonos (*Nature 218, 731, 1968 és 25, 1969*), megjósolta ezt a periódusnövekedést, mert szerinte a pulzusok energiája a rotációs energiából ered. De a Vela-pulzárnál néha periódusesökkenést is találni (*P. Reichly, G. S. Dowds IAU Circ 2140*), bár ezek a csökkenések csak rövid ideig tartanak, különben ennek a pulzárnak is nő a periódusa. Eszerint a legrövidebb periódusú pulzárok a legfiatalabbak, és ez megegyezik azzal, hogy az aránylag fiatal Crab-pulzárnak van a legrövidebb periódusa.

A Crab-pulzár felfedezése megoldotta a Crab-köd energiaproblé-

máját. A centrális csillag pulzusai mindig újabb és újabb energiát adnak át a ködnek, és az így folytatni tudja szinkrotron sugárzását.

A pulzásokra eddig kigondolt elméletek között legmegfelelőbbnek látszik a rotáló neutroncsillag hipotézis. A neutroncsillagnak erős mágneses terének kell lenni. A mágneses tér miatt a csillag légkörének ugyanazon szögsebességgel kell rotálni mint a csillagnak. De már 100—1000 km-re a csillagtól a rotációs sebesség elérné a fénysebességet. Minthogy ez nem lehet, a légkör ezen részének le kell szakadni a belső részről. Lehet, hogy a sugárzás ezen leszakadás alkalmával keletkezik, és elképzelhető olyan mechanizmus, mely a sugárzást erősen irányítottá teszi. Itt is felmerült az ún. ferde rotátor hipotézis, mint a mágneses és az RR Lyrae-változók esetében. A sugárzás erős, közel 100%-os polarizáltsága is alátámasztja ezt a hipotézist.

1968 decembere óta a mikrohullámú rádióemisszió vizsgálata által valószínűsítően indult meg az *interstelláris molekulák* felfedezésének. Először a californiai Berkeley Egyetem munkatársai és *C. Townes, J. Welch* a Sgr Az környékén két ammónia (NH_3) vonalat észleltek emisszióban (Phys. Rev. Lett. 21, 1701, Nature 22, 917). A felfedezés 5 m átmérőjű teleszkóppal történt, több órán át tartó regisztrálással. Ezen a környéken erős OH abszorpció is megfigyelhető. Az ammóniamolekulák térbeli sűrűségéből az következik, hogy az interstelláris felhőkben a N-nek kb. 1%-a kombinálódik H-nal.

Ugyanez a kutatócsoport a vízmolekulák 1,35 cm-es sugárzását fedezte fel a Sgr B 2, a W 49 és az Orion-köd irányából. A Sgr B2-ben a H_2O emisszió ugyanabból az irányból jön, mint az NH_3 -é (Nature 221, 626).

Nagy meglepetés volt a formaldehyd (HCHO) felfedezése a Greenbank-i obszervatórium munkatársai által (L. E. Snyder, D. Buhl, B. Zuckerman, P. Phamer, Ph. Rev. Lett. 22.). 23 átvizsgált forrás közül 15-ben találtak HCHO -t. A felfedezés azért is fontos, mert ebből következtetni lehet metán jelenlétére az interstelláris hideg ködökben. A metán közvetlen felfedezésére nincs remény a rádióemisszió által.

Mindezen molekulák felfedezése megfelel arra a kérdésre, hogyan kerültek olyan anyagok, mint ammónia, H_2O és metán elsősorban, a bolygók őslégkörébe. Ezek a felfedezések arra is mutatnak, hogy az interstelláris felhőkben nem olyan erős az ultraibolya sugárzás, hogy megakadályozza komplex molekulák keletkezését.

Az Icarus kisbolygó 1968 júniusi földközeliében a Caltech Jet Propulsion Laboratory rádiócsillagászai radarmódszerrel a bolygó átmérőjéül 900 m-t kaptak. Fényelektromos megfigyelések szerint a fényesség $1^{\text{h}}13^{\text{m}}$ periódussal változik. Ez nyilván a kisbolygó tengelyforgási ideje, a fényváltozás a szabálytalan alak következménye. (Science 162, 903.)

A Jupiter vörös foltjáról kiderült, hogy örvény az atmoszférában. A folt vidékén át mozgó kicsi fekete foltok sugárzásából vezethető le ez a következtetés, és az is kiderült, hogy a vörös folt széle 12 napos periódussal forog (E. J. Reese, B. A. Smith, *Icarus* 9, 474).

Az 1968. szeptemberi budapesti IAU változócsillag kollokviumon jó áttekintést lehetett kapni a változócsillag-kutatás legújabb eredményéről. Bár a kollokvium témája csak a nemperiodikus jelenségek voltak, de éppen ez a téma az utóbbi években igen nagy fejlődésen ment át. Mind jobban kiderült az irreguláris változók nagy fontossága a csillagfejlődés szempontjából. Azonkívül a periodikus változócsillagokban is rendkívül sok szabálytalanságot találtak az utóbbi években, és még a fedési kettőscsillagokról is kiderült, hogy a komponensek közti gázáramok igen különleges jelenségeket okoznak, és rendkívül meglepő a rendszerállandóknak a fénygörbéből való levezetését.

A fényváltozás átmeneti jelenségek szabálytalan egymásutánjából áll elő. A Napon időben és térben elkülönítve figyelhetjük meg ezeket a jelenségeket, a csillagok esetében legfeljebb csak időben szeparáltan, mint a flare csillagokban, novákban, U Geminorum csillagokban stb. Általában azonban igen sok lokális vagy az egész csillagra kiterjedő jelenségek keverékét figyelhetjük meg az állandóan változó irreguláris fénygörbékben. Ezeknek a matematikai statisztika módszereivel való vizsgálata alig vezetett valami eredményre, főleg a megfigyelési anyag elégtelensége miatt. Sokkal többre mentek kombinált spektroszkópiai és fotometriai (esetleg még rádió) megfigyelésekkel. Ilyenekkel főleg a Lick-observatórium megfigyelői, elsősorban *Herbig* amerikai akadémikus, jeleskedtek. Így pl. *Herbig* kiderítette, hogy az RR Lyrae-csillagnak osztályozott VV Puppis tulajdonképpen novászzerű kettős csillag. Két irregulárisnak hitt változócsillagról (BW Tau és BL Lac) kiderült, hogy extragalaktikus rádióforrások. Minthogy minden Seyfert-galaxis, rádiógalaxis és quasar fényessége és rádiófluxusa változik, a pontszerű quasarok összetévesztése változócsillagokkal igen könnyen lehetséges.

Igen sokszor tehát az egyes csillagokra speciális interpretáció szükséges. Mégis vannak bizonyos általános elvek a nemperiodikus változócsillag-jelenségek fizikai interpretációjához. Ilyenek:

1. *Szoláris analógiák.* Ezek különösen a flare és a T Tauri csillagokra hozhatók fel, különösen mióta *Lovell* felfedezte, hogy az optikai csillagflareket rádióflarek követik, akárcsak a Napnál. Általában a kromoszféra aktivitásáról nyert tapasztalatok mind nagyobb alkalmazást találnak a csillagokon. A napjelenségeknél szabálynak mondható, hogy mindig mágneses jelenségekkel kapcsolatosak, és mind több evidenciát nyerünk arra, hogy ez az elv a változócsillagokon is alkalmazható. Éspedig nemcsak az irreguláris fajtákra. Így pl. a Cefeidák szín-

képe, amikor a sugaruk a minimális, olyan mint a fáklyáké és ezen fáklyák megjelenésével egyidőben indulnak meg a lökés hullámok a légkörükön át. Szuperóriás csillagokban, amelyek kettőscsillagok komponensei, jól megfigyelhető a protuberancia aktivitás. A napszélhez hasonló, anyagvesztéssel járó jelenséget mind többfajta csillagnál ismerünk meg. (A csillagok anyagvesztéséről közvetlenül a budapesti után kollokvium volt Triestben.)

2. *Rotációs instabilitással fellépő jelenségek* gyorsan forgó csillagok esetében, mint Be, Of és Wolf-Rayet-csillagoknál. Mind több evidencia van arra, hogy mágneses erők nagy szerepet játszanak az ilyenfajta csillagoknál. Különbön nehezen lehetne megérteni a burokképződés ciklikus fellépését ezeknél a csillagoknál.

3. A *Merrill-féle fátolyelmélet* a hosszúperiódusú és az R Coronae Borealis csillagokra. Eszerint e csillagok alacsony temperaturájú fázisában molekulák keletkeznek. A legújabban felfedezett erős polarizáció ezeknél a csillagoknál is arra utal, hogy a polarizációt valószínűleg okozó grafitrészecskék irányítva vannak mágneses erőktől.

4. *A csillagok kettősségével összefüggő irregularitások*, mint novászzerű kitörések, periódus- és fénygörbeváltozások a komponensek közti plazmában. Nincs kizárva, hogy mindezek a jelenségek itt is mágneses erők összeomlásakor keletkeznek, és lehet, hogy a novajelenséget nem egyik komponens produkálja, hanem a komponensek közti sűrű plazma. A rokon ún. szimbiotikus változók esetében közvetlenül mértek már erős mágneses teret, és az ún. pulzáló periodikus csillagokban megfigyelt irreguláris jelenségek valószínűleg szintén mágneses eredetűek.

Herbig előadásában az ún. Herbig—Haro objektumról beszélt, amelyek különleges, csillagszerű emissziós ködök karakterisztikus spektrummal, erősen ködös vidékeken, mint az Orion-köd, a Taurus-köd stb., ahol sok T Tauri csillag van. Felfedezésük (1948) óta ezekről alig tudtunk eddig valamit, általában azt hitték, hogy igen fiatal, rendkívül gyorsan fejlődő égitestek. A legérdekesebb a Herbig No.2=Haro 10a, amely legalább 8 fényes magból áll, beágyazva gyengébb, 20"-40" elliptikus területen fekvő ködbe. Ebben a komplexumban jelent meg 1947 és 1954 között két új mag, és az akkor nagy feltűnést keltett. Azóta Herbig szisztematikusan fényképezte a vidékét, és kiderült, hogy több mag erősen változik. Mindenesetre a két új mag megjelenése nem jelenti két új csillag születését, hanem csak olyanszerű jelenséget, mint pl. az FU Orionis kifényesedése volt.

Walker új spektrumok alapján kimutatta, hogy a fiatal, nagy ultravioleta többletet mutató csillagok nagy részénél néha a vörös felé eltolódott abszorpciós vonalak jelentkezők, míg a T Tau csillagokban ugyanezek a vonalak az ibolya felé vannak eltolva. Ezt Walker szerint

csak úgy lehet interpretálni, hogy a T Tauri csillagok anyagot dobnak ki, még az UV többletű csillagokban anyag esik a felületre. *Dibaj* és *Esipov* a H α -vonal profiljának vizsgálatával megállapította, hogy a T Tau-csillagoknál az atmoszféra mozgása sokkal komplikáltabb, mint egyszerű expanzió.

A kollokviumon igen sok szó esett a flarecsillagokról. Az IAU változócsillag-kommissziójának *Gershberg* krími csillagász vezetésével van egy munkabizottsága, amely széles körű kooperációt szervezett a flarecsillagok optikai és rádió megfigyelésére. *Gershberg* és *Chugainov* beszámoltak az eddigi eredményekről, amelyek közül a legérdekesebb, hogy némelyik flarecsillagnál sikerült periodicitásokat találni a flarek megjelenésében.

Eddig csak K2-nél későbbi törpe csillagokban figyeltek meg fleket. *Bakos* canadai csillagász beszámolt M6 nyílthalmaz legfényesebb csillagának, egy B8 típusú csillag flerjéről, 1965. július 3-án a csillag 9 fényrend amplitúdójú flaret mutatott! Bakos szerint a nagy kifényesedés a csillag új burokképződésével függ össze.

Hutchings kanadai csillagász előadásában rámutatott az irreguláris csillagok szinképvizsgálatában az időfeloldás fontosságára. Több B és Be csillagra, amelyeket eddig stabiliseknek gondoltak, ha egymás után sűrűn készítünk szinképet, legmegfelelőbbben fotoelektromos regisztrálással: jelentős változásokat kapott.

Feast dél-afrikai csillagász az RY Sagittarii, R Coronae Borealis típusú változó 1967—68. évi minimumában végzett spektroszkópai és fotometriai megfigyeléséről számolt be. Ilyenfajta csillagokról rendkívül kicsi az eddig rendelkezésre álló megfigyelési anyag. Érdekes eredmény, hogy a csillag minimumában egy gyenge komponenst sikerült felfedeznie. Ennek színadataiból a változó abszolút fényességére maximumban $V = -4$ adódik.

Igen sok előadó foglalkozott a kitöréseket produkáló szoros kettőscsillagokkal. *Krzeminski* és *Smak* szép interpretációját adta Nova WZ Sagittae-nek új fotometriai megfigyelések alapján, *Smak* és *Stepien* pedig TT Arietisnek. Az utóbbi fényváltozását három független aktivitásra bontották:

1. periodikus változások 0,2658 periódussal és 0,15 amplitúdóval
2. quasi-periodikus fluktuációk 14—20^m periódussal és változó amplitúdóval
3. irreguláris fluktuációk 1 perces időskálával. A csillag forró, főág alatti szoros kettős.

A Sco X-1 röntgenforrásról sikerült kimutatni gyenge rádiósugárzást is (*Andrew, Purton*, Nature 218, 856. *J. G. Ables* Ap. J. 155, L. 27.) A rádiófluxus is változik, a lassúbb optikai változásoknak megfelelően. A röntgentartományban ún. flickering és flare-típusú kitörések

észlelhetők. Lewin 1^m5 amplitúdójú flaret is megfigyelt (Ap. J. 152, L 55), amely 30 percig tartott.

A rádiócsillagászatban egy év óta az eddigi legnagyobb alapvonalként az Ousala (Svédország) és Green Bank (USA) 6319 km távolságot használnak, ami lehetővé tesz $0,001$ pontosságú pozíciómeghatározásokat.

A NAPTEVÉKENYSÉGRŐL*

1. Bevezetésül

Általában 11 éves — vagy, ha a mágneses polaritási viszonyokat is tekintjük 22 éves — egymásutáni időszakokban nagyjából hasonlóan lezajló, de mind kvantitatív vonatkozásokban mind a részjelenségeket illetőleg korántsem azonos módon ismétlődő eseménysorozatokat figyelhetünk meg a Napon. A közvetlen tapasztalat szerint mindezen igen sokféle és különböző, de egymáshoz kapcsolódó — tehát fizikailag összetartozó — változások összességét nevezzük naptevékenységnek.

Ma még a tudomány megoldatlan kérdései közé kell sorolnunk nemcsak azt, hogy „mi a naptevékenység végső oka”, hanem a naptevékenység több — régóta jól észlelhető — (szoláris) megnyilvánulásának értelmezését is. Nincsen olyan fizikai alapokon nyugvó megbízható elmélet, amelynek segítségével előre lehetne számítani a naptevékenység címszóval egybefoglalt változások alakulását, azaz a naptevékenység menetét, és deduktív úton még kvalitatív előrejelzés sem adható. Jelenleg legfeljebb az empirikus extrapoláció az egyetlen lehetőség egy-egy szoláris prognózishoz bizonyos speciális kedvező esetekben.

Ami a Napon közönséges kis távcsövekkel is észrevehető, azt már a 17. század elején többen megállapították. Így azt, hogy akár egyik napról a másikra feltűnő változások játszódhatnak le; „csipkés” szélű, teljesen szinte soha sem egyforma, fényes és sötét alakzatok tűnhetnek fel, amelyek alakjukat — legalábbis kismértékben — szinte folyvást változtatják. Sőt *Ch. Scheiner* — már akkor — azt is megfigyelte, hogy ezek a fáklya- és foltjelenségek a Naphoz (a földi egyenlítő analógiájára definiált) egyenlítőjéhez képest párhuzamosan és szimmetrikusan fekvő két zónájára koncentrálódnak. Meglepő, hogy ezen alapvető fontosság, de kielégítően még ma sem értelmezett napfizikai felismerés után még két évszázad telt el anélkül, hogy a napfoltok gyakoriságának évtizedes ciklikusosságát felfedezték volna. Mikor *S. H. Schwabe*, gondos és kitartó észlelései révén, a napfolttevékenység „pe-

* A Magyar Tudományos Akadémián 1969. február 20-án (az MTA X. Osztálya által rendezett unktion) ohangzott előadás.

riodikus” voltára 1843-ban először rámutatott, felfedezése alig keltett visszhangot. A tudományos világ erre csak évek múlva — *Humboldt* *Cosmos*ának harmadik kötete nyomán — 1851–52-ben figyelt fel. De ezek után, már 1852-ben, nem egy helyen és többen is bizonygatták, hogy a napfoltok gyakorisága és a földmágnesség bizonyos változásai között kapcsolatnak kell lenni, mivel a vonatkozó kétféle észlelési adat-sorok számértékeinek időbeli menete hasonló.

Azt, hogy a naptevékenység Földünkön hatást gyakorolhat, már több, mint egy évszázada tudjuk. De mindmáig teljes bizonyossággal talán csak egyes geofizikai diszciplínák körébe vágóan sikerült csak jól definiálhatóan korrelációkat találni ilyen vonatkozásokban. Ezzel szemben ismerünk már nem csupán statisztikailag kimutatható kapcsolato-kat is, olyanokat, amikor a Napon végbemenő egy-egy változás egy-értelmű következményeként — meghatározott időbeli késéssel — például valamilyen geofizikai parameter számszerű változása következik be. A naptevékenység közvetlenül és elsődlegesen (mai ismereteink szerint) főleg a magnetoszférára és az ionoszférára hat, de hatásai közvetve, áttételek révén (és talán nem kevés esetben közvetlenül is) le-juthatnak, és sok esetben — jól tudjuk — le is jutnak még a Föld felü-letéig is. Újabb keletű kutatásokat figyelembe véve: valószínűnek lát-szik, hogy a naptevékenység alakulását nemcsak geofizikai, hanem bio-lógiai problémáknál (így az emberi szervezetre gyakorolt esetleges ha-tásait) is komoly vizsgálat tárgyává kell tenni, és pedig korántsem ki-zárólag a troposzféra fölötti esetekben.

Közbevetőleg helyénvaló emlékeztetni arra, hogy a Nap nemcsak a naptevékenység révén gyakorol változó erősségű hatásokat a Földre és a Földön, hanem a földfelület, illetve a Föld és a Nap viszonylagos hely-zetéből eredő besugárzás- és gravitációs-változásokkal, mondhatjuk úgy, geometriai okokból is. Idevágó példaként felhozhatjuk, hogy ezért különböztetünk meg évszakokat, és ez úton magyarázza a *Milanko-vics*-féle elmélet a jégkorszakokat.

A következőkben azonban csupán az elektromágneses sugárzások révén közvetlenül észlelhető naprétegekben (más szóval: a naplég-körben) lejátszódó elektromágneses és korpuzszkuláris kisugárzás-vál-tozásokat, az ezzel kapcsolatos szoláris mágneses terek alakulását és a főbb naplégköri mozgásokat fogjuk röviden és vázlatosan ismertetni. Hangsúlyozni szeretnénk a Nap sokrétű korpuzszkuláris sugárzásainak (más szóval: részecskesugárzásainak) fontos — talán döntő — szerep-t a naptevékenység földi hatásainál.

A naptevékenységet a rendelkezésre álló, hosszabb időközökre ter-jedő és így a Nap—Föld fizikai kapcsolatok kutatására alkalmas és fel-használható észlelési anyagokból taláalomra kiválasztott és mellékelt képek segítségével mutatjuk be.

2. A „nyugodt” Nap

1. képünkön a naplégkör — még közvetlenül észlelhető — legalsó rétegének, a fotoszférának egy kis részlete látható olyan időpontban, mikor „nyugodt”, zavartalan; más megfogalmazásban: nem aktív, azaz naptevékenységet nem mutat. (Gyakorlatilag a fotoszférafénye az, amit közönségesen napfénynek nevezünk.) A zavartalan fotoszféra ún. granulációs szerkezetét szemlélteti az 1. kép. Egy-egy fényes granula átlagos élettartama — ameddig identifikálható — kb. 10 percre tehető. Ennyi idő alatt az ilyen képek fehér-fekete struktúrája rendszerint már teljesen elváltozik. Átlagban véve a fényes helyek felfelé, a sötétek lefelé tartó mozgásokról, konvekcióról tanúskodnak, a Doppler-effektusra alapozott spektroszkópiai mérések szerint.

Az ún. űrkutatói lehetőségeknek (azaz, hogy messze a földi légkör sűrűbb rétegei fölött, ennek akadályozó hatásait kiküszöbölve is végezhető észlelések) a Nap fizikai megismerése szempontjából igen sok döntő fontosságú eredménye van máris. Ezek egyike éppen az, hogy ma már tudjuk — ami felől vagy egy-másfél évtizeddel ez előtt még korántsem lehattünk biztosak —, hogy például az a granulációs szerkezet, amit 1. képünk mutat, valóban szoláris eredetű, tényleg hű képet ad a Napon uralkodó viszonyokról. Sajnos földfelszínről történő megfigyelések esetén csak az igen ritkán adódó legjobb leképzés másodpercei alatt észlelhetők a granulációk.

A „nyugodt” Nap legjobb definícióját talán — a granulációk segítségével adhatjuk meg. Mondhatjuk, hogy akkor és csak akkor nincs semmiféle naptevékenység, ha a Nap fotoszférikus rétegének minden helye, illetve granulációs szerkezete, az 1. képen láthatóhoz hasonló. (Természetesen ideális észlelési körülmények közepette és az egész napfelületre vonatkozólag. Nyilvánvaló, hogy ilyen ideális megfigyelési lehetőség egyedül a Földről meg sem valósítható.) Tehát: a Nap akkor „nyugodt”, ha csak a változatos és változékony granulák rajzolódnak (illetve rajzolódnának) ki a fotoszférán, és ott egyéb szembeszökő fényességkülönbség nem mutatkozik. Rögtön hozzátehetjük azonban: lehetséges, hogy a Nap teljesen sohasem „nyugodt”, még ezen értelemben sem. Legfeljebb időnként megközelíti az aktivitás mentes állapotot. Átlagban 11 évenként fordul elő, hogy mintegy egy-két évig csekély a naptevékenység, és ilyenkor lehet néhány olyan hónap, amikor egyes napokon — néha még több egymásutáni napon át is — a fotoszférikus napkorongon aktivitás nem észlelhető. A „nyugodt Nap éveinek” nevezték el az ilyen aránylag igen csekély mérvű naptevékenység időszakait.

3. A napképekről

Képeink az elektromágneses sugárzások kb. 8 angström és 4 méter közé eső tartományának több, alkalmasan kiválasztott, különböző szélességű sávjában „nézve” ábrázolják a Napot. A képek voltaképpen azt érzékeltetik, hogy a Nap egyes helyeiről több, máshonnan kevesebb volt a kisugárzás. A fényességbeli, illetve a világos—sötét különbségek utalnak erre. A sötét részek voltaképpen csak kontrasztban sötétek, a legtöbbször mindössze a fotokontraszt miatt (ami a nyomdai reprodukciókban még igen jelentősen fokozódik, és az eredeti felvételek finomabb részleteit kioltja). A fekete helyek tehát általában nem azt jelentik mintha onnan nem jött volna sugárzás. A rádiófrekvenciás „képek” általában az intenzitás váltakozását számokkal adják meg (4/c-d kép); a nagyobb intenzitású helyekre, így a lokális maximumokra a berajzolt vonalak hívják fel a figyelmet.

Az elektromágneses spektrum különböző sávjainak felhasználásával, így az egyes színképvonalak fényében (tehát például más-más atomtól származó fényvel) készült napképek tanulmányozásának azért nagy a jelentősége, mert az így nyerhető különféle képek gyakorlatilag a Nap különböző, általában más és más magasságban elterülő rétegeinek a kutatását teszik lehetővé. Innen ered a sokszor feltűnő különbség, ha két egyidejű, de nem egyező hullámsávbeli napképet hasonlítunk össze. (Lásd például a 2/a-b, 3/a-c és a 4/a, c-d képeket.)

Ha például — megfelelő speciális „színszűrő-berendezés” segítségével — a hidrogén gáz vörös, H-alfa színképvonalának a fényében fényképezzük a Napot: a fotoszféra feletti rétegekről kapunk képet. Látható az azonos napokon készült fotoszféra — H-alfa képpárok egybevetéséből, hogy az átlagosnál fényesebb és sötétebb helyek fényességkülönbsége mennyire sokkal nagyobb a H-alfa (2/a-b és 3/b-c) képen. De általában is az a helyzet, hogy a Nap elektromágneses kisugárzásának intenzitása erősebben ingadozik helyről helyre (sőt időről időre is) a fotoszféra fölötti részekben, mint a fotoszférában. Ezért van az, hogy a Nap jelentősebb változásai közül, fényképek révén általában a fotoszféra jelenségei demonstrálhatók a legnehezebben.

Elvileg a teljes elektromágneses spektrum bármely hullámhossztartományából kiválasztott hullámsáv segítségével leképezhetjük a Napot. De nagy felbontású, kis részleteket is jól mutató képeket egyelőre még csak a fény útján kaptunk. A kb. 2900 angströmnél rövidebb hullámhosszakkal fényképeket csak a Föld felszínétől nagy magasságokban készíthetünk, de a kb. 20 méternél hosszabb rádióhullámok sem jutnak le a földre.

A Napról készülő képek segítségével szerezhetők a naptevékenységre vonatkozó legfontosabb adatok, ha a képek irányítása kielégítően

ismert (mint például a 2/a és 3/c képeknél, a látható és bemért helyzetű fonálkereszt révén). Az ilyen fotografikus észlelési sorozatokból, az elegendően rövid időkülönbséggel nyert egymásutáni felvételekről sokféle napjelenség időbeli lefolyása és a látóvonalra merőleges mozgások sebessége határozható meg. A fotoszférában percek, a felsőbb naprétegekben másodpercek alatt észrevehető változások is történhetnek. Nyilvánvaló, hogy minél jobb leképzést és felbontást sikerül elérni a képeken, annál több és jobb bepillantást kapunk a Napon lezajló folyamatok fizikai kutatásaihoz.

Az egyes spektrumvonalakra „hangolt”, igen keskeny hullámhosszszávot átteresztő szűrőkkel készített képek segítségével nemcsak a látóvonalra merőleges, hanem a látóvonalba eső sebességek is megállapíthatók. Tekintsük például a 12/b kép alsó sorában álló három egyidőben exponált fényképet. Közülök a középső a H-alfa vonal hullámhosszértékével pontosan egyező, a bal oldali $3/4$ angströmmel rövidebb, a jobb oldali ugyanennyivel hosszabb hullámhosszúságú fényben készült. Ez által, a Doppler-effektus jól ismert következményeként a bal oldali képet a felénk közeledő, a jobb oldalt a tőlünk távolodó, míg a középsőt a hozzánk képest távolságukat éppen lényegesen nem változtató hidrogénatomoktól származó fény kellett hogy létrehozza; pontosabban: a képek kialakításában döntőleg szerephez jutott atomok zöme feltétlenül így mozgott. Nem lehet tehát vitás, hogy például a kép jobb alsó sarkában E -vel jelölt, sötétnek látszó gázcsomó a Napon lefelé mozgott. De, ha egy pillantást vetünk ezen képsorozathoz tartozó első sorbeli középső és jobb oldali fényképre, melyek szintén az említett módon csak kb. 8 perccel korábban készültek, azt is azonnal megtudhatjuk, hogy akkor még nem indult meg a szóban forgó lefelé áramlás.

4. A naplégkör sugárzásairól

A napképeken a sugárzásérősség helyenkénti változása révén kirajzolódó különféle alakzatok, a képalkotásra használt hullámhossztól függően, általában a Nap egy-egy elég jól elhatárolhatónak tekinthető vastagabb vagy vékonyabb rétegéről, az ottani jelenségekről és mozgásokról adnak felvilágosítást. A Naptól kilépő elektromágneses sugárzások globálisan állandó erősségűnek ismert és folytonos színképet adó (termikus eredetű) részei gyakorlatilag a fotoszféra alsó részéből származnak, míg a hellyel és idővel változó kisugárzások általában a magasabban fekvő naprétegekben jönnek létre. Lehet, hogy csupán a napfolt legsötétebbnek mutatózó helyét, az ún. umbrát kell kivételnek mondanunk, ahol a fotoszféra anyagának hőmérséklete vagy 1000 fokkal lecsökkent.

A Nap legfeltűnőbb színképvonalai, a szoláris Fraunhofer vonalak közül a legerősebbek, voltaképpen a kromoszférában keletkeznek. Az igen változó erősségű (nem termikusan gerjesztett) elektromágneses napsugárzások közül például a Röntgen-fény és a méteres rádióhullámok java része, a Nap kromoszféra feletti, távolra kiterjedő legkülsőbb légrétegéből, a koronából hoznak hírt. A fizikailag leginkább jól elkülönülő három naplégköri réteg, a fotoszféra, kromoszféra és korona hőmérsékleti viszonyai hozzávetőlegesen és átlagban, rendre 6000, 15 000 és millió fokkal jellemezhetők. Az utóbbi magas érték akkor feltétlenül igaz, ha a korona határát csupán néhány napátmérőig kiterjedtnek gondoljuk. A fotoszféra mindössze néhány száz, míg a kromoszféra néhány ezer kilométer vastag réteget alkot. Hogy meddig tart a korona, erre a kérdésre a válasz voltaképpen a definíciótól függ. Ma a legtöbben arra az álláspontra helyezkednek, hogy még Nap—Föld távolságnál is messzebbre nyúlik; ezek szerint Földünk még a Nap légkörében kering. Mind az állatövi fényt, mind az ellenfényt okozó interplanetáris porrészecskéket és az egyéb interplanetáris anyagokat is, főleg az expandáló korona (igen erősen ionizált) plazma anyagának kondenzációjával értelmezhetjük.

A Nap állandó jellegű és a korona expanziójával feltehetőleg szoros kapcsolatban álló részecskesugárzásához időnként nagymértékű többlet-részecskesugárzás társul. A Nap részecskesugárzásának összenergiája jóval nagyobb mértékben ingadozik, mint elektromágneses sugárzása. Ezen részecskesugárzás energiájának időbeli változásai, főként az áramlásban résztvevő könnyű atommagok, elsősorban a protonok számának és átlagos sebességének ingadozásaitól erednek.

A szoláris részecskesugárzásban lényegesen különböző nagyságú sebességgel mozgó atomok, illetve ionok és elektronok is előfordulnak; a kis (kb. néhány száz km/sec) sebességű áramlást *napszélnek* nevezzük, de a kozmikus sugárzás kategóriájába eső, nagyságrendileg a fény sebességét megközelítő részecskék is jönnek a Napból. Tehát úgy is mondhatjuk: a Nap részecskesugárzásának sebesség-, illetve energiaspektruma igen széles. Ezen energiaspektrum bármely tartományában létrejöhetnek nagyfokú és hirtelen intenzitásbeli ingadozások. Olyan mérvűek is amelyek a Nap részecskesugárzásában foglalt teljes energiához viszonyítva is még jelentőseknek tekinthetők. Ezzel szemben, a Nap által az elektromágneses sugárzások révén kibocsátott összenergiához képest, az átmeneti elektromágneses sugárzásnövekedések következtében kibocsátott többletenergiák csekélynek minősülnek. A kb. 100 angströmnél rövidebb hullámhosszaknál, így a Röntgen-fény esetében válhatnak csak számottevőbbé. A napsugárzás elektromágneses összenergiájának zöme nagyrészt a látható fény tartományába esik (az energia maximuma is), míg a sugárzás intenzitásának ingadozásai

jórészt az ennél nagyságrendekkel rövidebb és sokszorososan hosszabb (rádió-) hullámhosszakhoz. Az ilyen időleges intenzitásnövekedések, különösen a nagyobb fokúak, csaknem egyidőben, illetve bizonyos késséssel, többé-kevésbé kiterjednek ugyan az egész elektromágneses spektrumra, de a színekép látható és az ehhez csatlakozó ultraviola és infravörös részében általában és elsősorban csak színeképvonalakat érintenek, a folytonos spektrumot alig.

Mivel egyrészt a Nap forgási tengelye csaknem merőleges a Föld pályasíkjára (az eltérés alig több 7° -nál), másrészt a Nap átlagos rotációs periódusa a Földhöz képest mindössze kb. 4 hét, így lényegében az egész naplégkör fontosabb sugárzásváltozásai közül a lassúbbak, továbbá a napperem környezetében, így a koronában, a naplégkör különböző magasságban lejátszódó jelenségei térbelileg is könnyen lokalizálhatók. (lásd például a 3/a és a 4/c-d képeket.)

A Nap forgása folytán a napkorong szélére kerülő vidékek felett gyors kisugárzás-változások, és mozgások is, különösen jól észlelhetők (Lásd például a 7. és 13. képsorokat). A 13. képünkön látható protuberancia nem csak emelkedőben volt, hanem közben, mint általában is, az „ív-mentén” nagy sebességgel mozogtak a protuberanciát alkotó gáz-tömegek, és pedig egy részük az egyik, másrészük az ellenkező irányba. Sőt, ha az egész felvétel-sorozatot, (melynek egyik másolata a debreceni obszervatórium birtokában van és) amelyből a 13. képen bemutatott három filmkocka való, mozgó-filmként levetítjük, egy-két gázcsomó esetén még az is észrevehető, hogy az ívet-követő mozgás spirális vonalban történt. A protuberanciák a sokszorosán halványabb (és ezért ezen felvételeken ki nem mutatható) koronában mozognak. Kívételesen észlelhetők a szoláris gravitáció ellenében, az ottani szökési sebességet meghaladó sebességű protuberancia-mozgások is. Tehát nyugodtan mondhatjuk: ezen közvetlen tapasztalati adatok is bizonyítják, hogy a Napot gáz-részecskék valóban elhagyhatják. A 11. képsor példát ad arra, hogy az amit a Nap pereme mentén protuberanciának, a napkorongon általában hosszúkás alakjuk miatt (sötét) filamentnek nevezünk: azonos jelenség. A legtöbb nagyobb, elnyúlt, fekete alakzat a H-alfa fényben készült napkorong felvételeken nem más, mint általában „felülről” látszó és az alatt elterülő kromoszféra eltakaró protuberancia.

5. Mágneses terek a Napon

A napkorona belső részeit mutató képekről (különösen jól 6. képünkön) eléggé feltűnő, hogy a korona a Nap rotációs tengelyéhez képest határozottan szimmetrikus sajátosságokat árul el, hogy szerkezete

van, és, hogy a koronában az anyageloszlás — legalábbis a pólusoktól nem távoli részeken — olyanféle, mint nagyjából a rotációs tengellyel egybeeső mágneses dipólus erővonalainak a rendezettsége. A korona fényének polarizáltsági viszonyaiból is oda kell következtetni, hogy ez valóban így van. A Nap efféle általános mágneses tere nyilván nem lehet hatástalan a korona anyageloszlására, hiszen spektroszkópiailag is bizonyított az ottani atomok gyors mozgása és sokszoros ionizációja. A Nap pólusainak mágneses terét ma már Zeeman-effektus mérések révén eléggé megbízhatóan ismerjük: átlagosan mindössze néhány gauss erősségű.

Nagy mágneses terek a napfoltokban vannak. 4000 gaussnál erősebbeket is tapasztaltak. A napfoltokat körülvevő fáklyamezők, sőt a folt nélküli fotoszférikus fáklyák is mágneses terek székhelyei. A kromoszfériból a koronába felnyúló protuberanciákban is sikerült már közvetlen mérésekkel mágneses tereket kimutatni.

A mágneses terek erősségének és polaritásának tipikus eloszlását nagyobb napfoltcsoportokban a 8., 9. és 10. képek szemléltetik. A 4/b kép pedig példát ad a napfoltokat körülvevő és a folt nélküli fáklyás területek mágneses viszonyaira.

6. A Nap aktív vidékei

A napléggör egy-egy kisebb-nagyobb részének „aktivizálódása” mindig a fotoszférikus fáklyák és mágneses terek keletkezésével indul meg. A fotoszféra és (például a H-alfa, vagy az ionizált kalciumtól eredő ún. K vonal fényében látható) kromoszféra szerkezetében ez által létrejövő elváltozások átmeneti jelenségek ugyan, de a különféle, sokszor igen látványos tűnemények sorozatai egy-egy ilyen helyen nem ritkán hetekig is eltartanak. Napfoltok feltűnésével és a mágneses terek lokális erősödésével a fotoszféra feletti naprétegekben is szembeszökő változások mennek végbe. Az így alakuló és területileg is növekvő aktív vidék különféle többletenergiák forrásává válik, és onnan időről időre igen erős sugárzások hagyják el a Napot. Az ilyen napkitörések rendszerint akkor a legerősebbek és leggyakoribbak, mikor a foltok által alkotott foltcsoport maximális kifejlődésben van. A napkitöréseket régebben szinte kizárólag a H-alfa vonal fényének lokális „fellángolásából” lehetett észrevenni, ezért használjuk legtöbbször (az angol szakirodalomból átvett) fler szót ezen jelenség megnevezésére. Közvetlenül voltaképpen még ma is csak a „fler” az ami észlelhető, de tudjuk, hogy minden egyes fler ténylegesen energiakitöréssel áll kapcsolatban.

Az aktív vidékek különféle és sokszor szerfözlött bonyolult válto

zásai jöllehet csak tünetei hatalmas energiakitöréseket okozó napfizikai folyamatoknak, de mégis a kutatásoknak elsősorban ezek lefolyását kell részletekbe menően feltárni. Annyi már ez idő szerint is biztosnak tekinthető, hogy mágneses terek által igen nagy sebességre felgyorsított elektromos töltésű részecskék játsszák a döntő szerepet, és pedig nemcsak szoláris, hanem terresztikus vonatkozásokban is. Ezek azonban észlelési adatokat a Nap légköréről csak az általuk kiváltott elektromágneses sugárzások révén szolgáltatnak és közvetlenül csak a Föld közelébe eljutó részecskék detektálhatók és mérhetőek.

Néha hónapokig is eltart, míg egy aktív vidék ismét „nyugodtnak” mondhatóvá válik, azaz a naplégkör gáztömegeiből kialakult, alakjukat, intenzitásukat és mozgásukat folyvást változtató képződmények eltűnnek. Az aktivitás egyébként általában úgy szűnik meg, hogy közben, a foltok eltűnése után, oszlóban, fokozatosan nagyobb területre terjed ki az aktivitás: a gyenge mágneses terek és a velük kapcsolatos fáklya-mezők egyre inkább szétszakadoznak. Az aktív területekkel kapcsolatban rendszerint hosszú életű, (nemritkán több hétig észlelhető) hosszan elnyúlt protuberanciák is lótrejönnek. A jelentősebb flereknek viszont gyors mozgású, sokszor csak órákig létező protuberanciák a velejárói. Ezek a protuberanciák a legtöbbször a fler helyétől nagy távolságokban észlelhetőek, de mégis szinte a fler által kormányozottan mozognak. Kitűnő példa erre a 12/a – b képsorozatban bemutatott eset; az E-vel jelölt filament, ill. protuberancia messzebbre volt a fler helyétől, mint a Föld – Hold távolsága; az A és E helyek mintegy 5 perc időkülönbséggel „érzékeltek” a flert (tehát, az – ez idő szerint még – ismeretlen természetű hatásnak kb. 600 km/sec sebességgel kellett tovaterjedni). De olyan eset is észlelhető, mintha egy már létező filamentból, vagy legalábbis annak létezése révén, fejlődne ki egy nagy fler; a 14. kép is ezt példázza.

A „nagy flerek” aránylag ritkák (lásd ezen kiadvány XII. táblázatát). A flereket osztályozhatjuk területi kiterjedésük, vagy élettartamuk alapján, vagy más módon is. „Nagy flereknek” nevezhetőek már az úgynevezett legalább 2-es jelentőségűek, amelyek a gömb-napfelület milliomodrészé felének legalább 250-szeresét elérik. Ha ebben az egy-ségben megadva a fler területe már 600, akkor már 3-as jelentőségű flerről beszélünk. A 2-es flereknél kisebb, az 1-es, és a még kisebb az ún. szubflerek gyakorisága igen sokszorta magasabb, mint a nagyobbaké. Egy nagyobb aktív vidékben, a maximális kifejtettséghez közeli napokban, ilyen kisebb, a legtöbbször csak 10 – 20 percig tartó flerek óránként többször is felléphetnek.

Extrémül nagy flereket néhány kivételes esetben a folytonos, látható színtartományban, más szóval fehér fényben is észleltek már. A 3/a képünkön a napkorong logfényesebb helyén a kifényesedés egyéb-

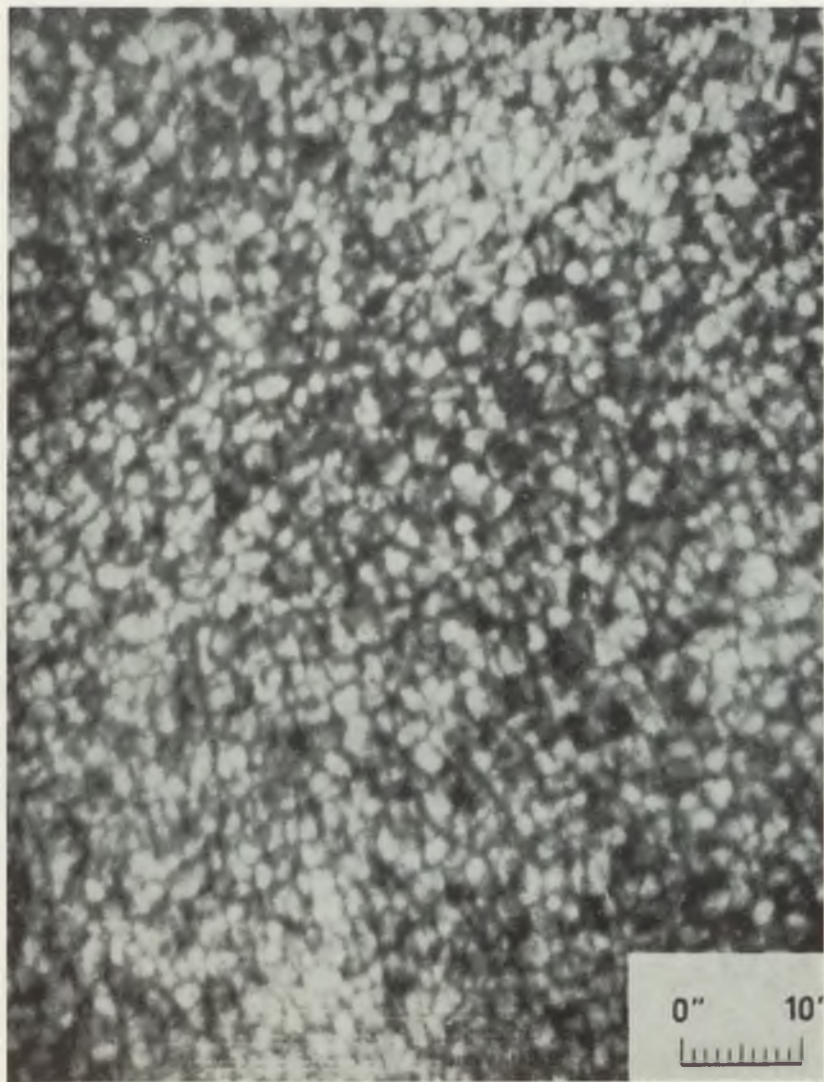
ként éppen egy 1-es flertől származik; azt is mondhatjuk ott a flert röntgen-fényben látjuk (ugyanabban az aktív vidékben másnap 3-as H-alfa fler is volt.)

7. A naptevékenység mérőszámai

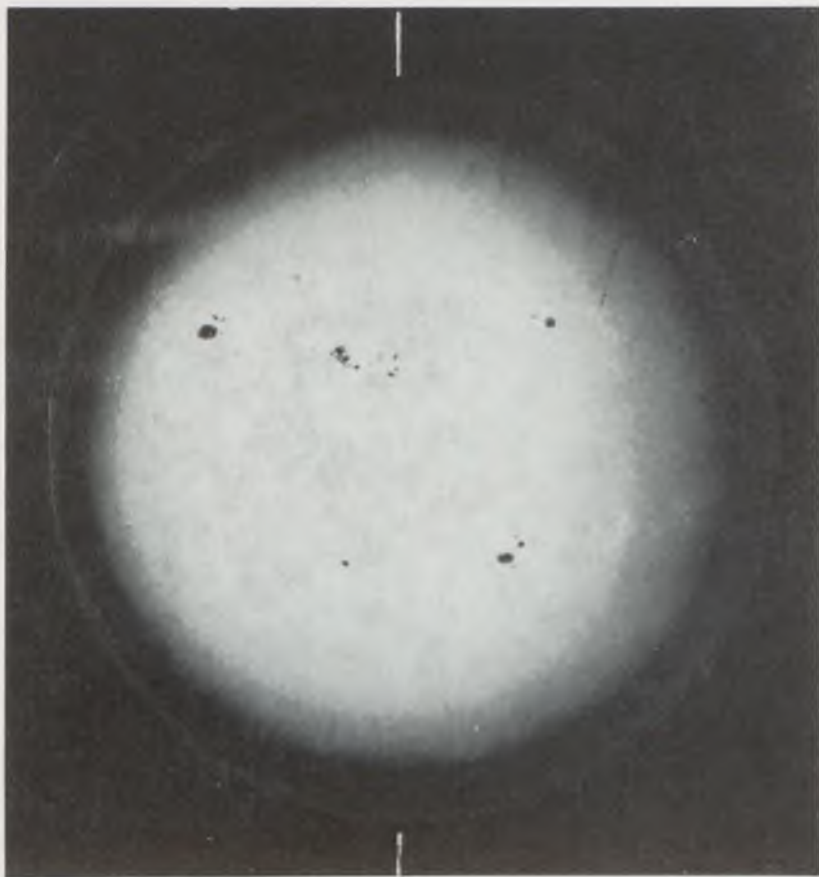
Sajnos ma még nincs mód rá, hogy a naptevékenység fokát fizikai szempontokból egyértelműen meghatározhassuk; így például azt, hogy a Nap átlagos energia-kisugárzásához viszonyítva mennyivel növekedett meg a sugárzás. E helyett általában talán a legmegbízhatóbb az, ha arra a kvalitatív megállapításra szorítkozunk, hogy minél több és minél kiterjedtebb és gyors fejlődésben levő aktív vidék van a Napon, annál nagyobb a naptevékenység, és ekkor valószínű, még a további erősödés is.

Statisztikai szempontokból és hozzávetőlegesen a naptevékenység erősségét szinte bármely napjelenség felhasználásával és igen sokféle-képpen is megadhatjuk. Például: a flerek, vagy a foltok és foltcsoportok gyakoriságával; a fotoszférikus vagy a kromoszférikus fáklyák, vagy a napfoltok összterületével; valamelyik radiofrekvenciás tartomány intenzitásával, stb. Mindezen gyakorisági, területi, és intenzitás adatokat még több fajta módon is definiálhatjuk. Ennek ellenére a naptevékenység változásaira ez úton bevezetett különböző mérőszámok menetében általában sok hasonlóság van, sőt a legfeltűnőbb maximumok és minimumok időpontjai és relatív amplitúdói is közelítőleg megegyeznek, vagy szabályszerű időbeli vagy amplitúdóbeli eltolódást mutatnak.

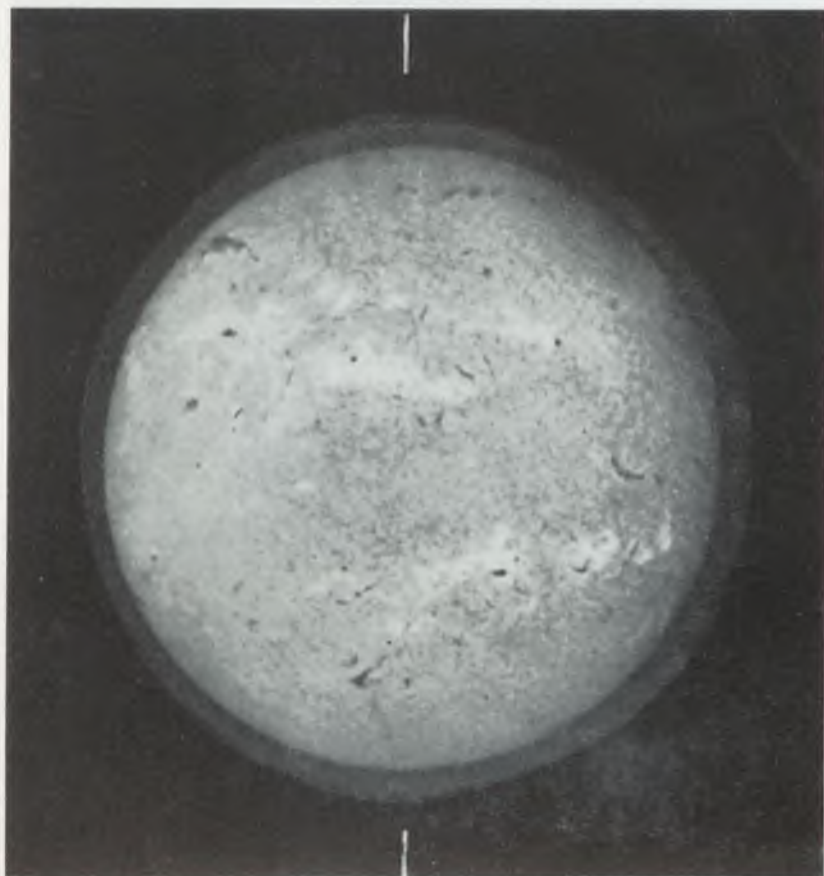
A naptevékenységi hatásokat eláruló különféle geofizikai jelenségek és mérési eredmények általában a naptevékenység csak egyik vagy másik megnyilvánulásával, így többek között a fent említett „mérőszámok” valamelyikével mutatnak kielégítően jó korrelációt. Pedig joggal feltételezhetjük, hogy a Nap – Föld fizikai kapcsolatok nyilván igen szorosak sok olyan esetben is, ahol ma még bizonytalan, gyenge korrelációk utalnak csak erre. Alátámasztja ezt az, hogy a naptevékenységi indexek közül az évszázados múltú Wolf-féle, zürichi napfoltrelatívszám, amely fizikai szempontokból voltaképpen értelmetlen és napfizikailag sem definiálható egyértelműen, a gyakorlatban mégis használhatónak bizonyult és egyengette az utat a naptevékenység egyes földi hatásainak felismeréséhez.



1. kép. *Nap-granulációk.* (A Mt. Wilsonon 12-hüvelykes objektívvel, közönséges „fehér” fényben készült fénykép.) A napkorongnak egymástól mintegy 7250 km-re levő két pontja látható a Földről 10” szög alatt. A kép egy csaknem huszszor ekkora átmérőjű napkorong-kép részlete

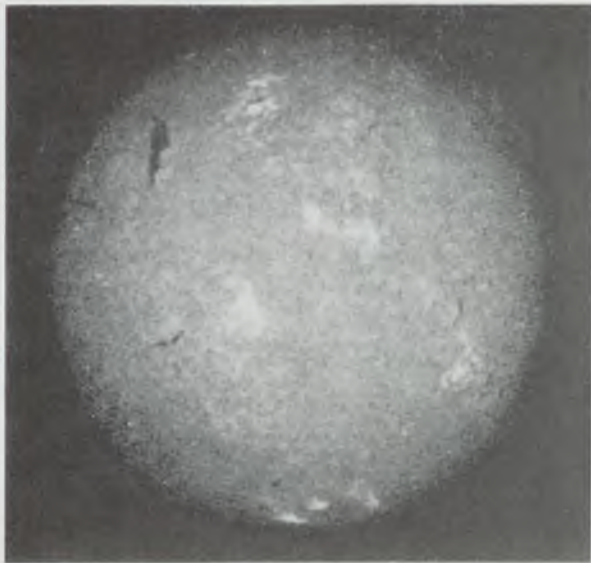


2/a. kép. *A Nap 1968. január 10-én, sok napfolt és kiterjedt fotoszférikus fáklyamezők. Az ultraviola (UV) színtartomány (3750 Å körüli) mintegy 100 Å-nyi sávjában (a dobreceni MTA Napfiz. Obsz. 5-hüvelykes fotohéliográfjával) készített fénykép. A látható fény is csaknem ugyanezt a képet mutatná. A főkülönbség az lenne, hogy a fáklyák általában esupán a napperem közelében volnának láthatók; az UV képeken, az eredeti negatívon a napkorong közép-pontjában is, ha történetesen oda esnek*

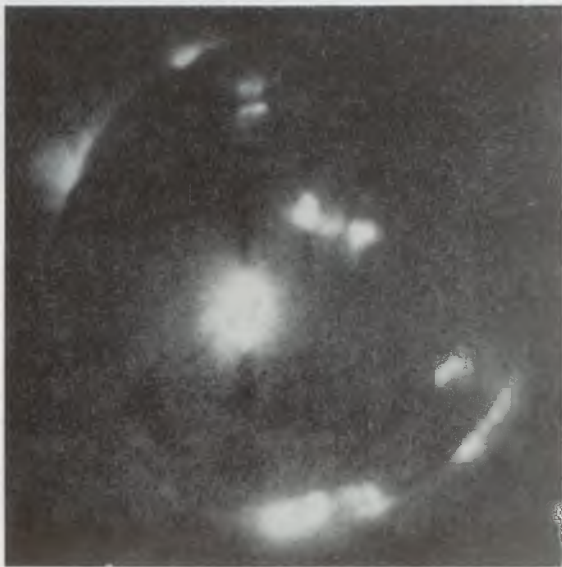


2/b. kép. A hidrogén H- α színeképvonalának fényében (a római obsz.-ban)
készült fénykép a Napról, 1968. január 10-én

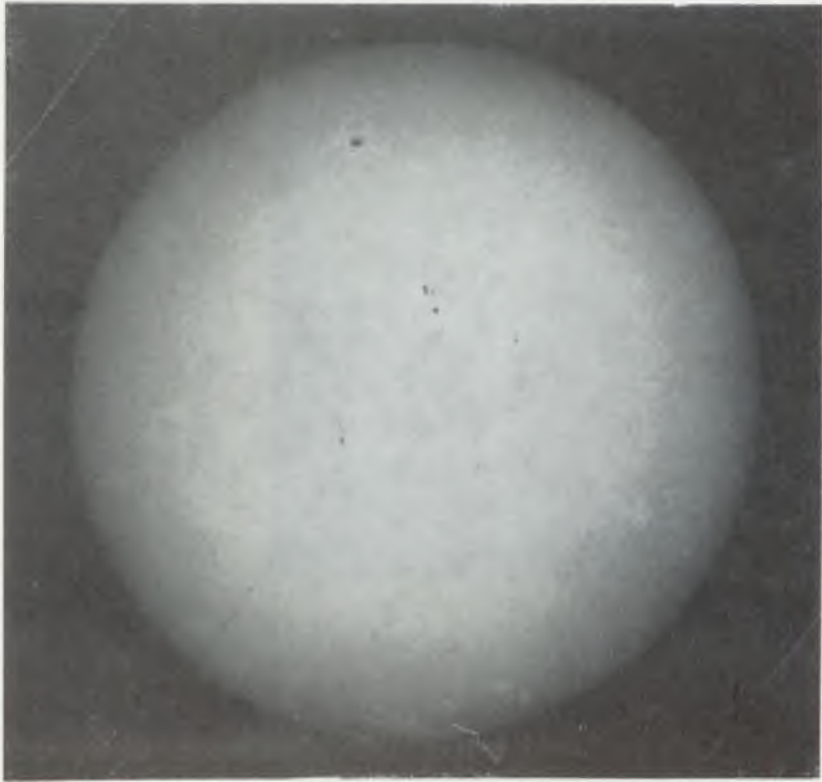
2/a. és 2/b. kép csaknem egy időben – 53 perc különbséggel – készült



3/a. kép.
(Röntgen)



3/b. kép.
(H- α)

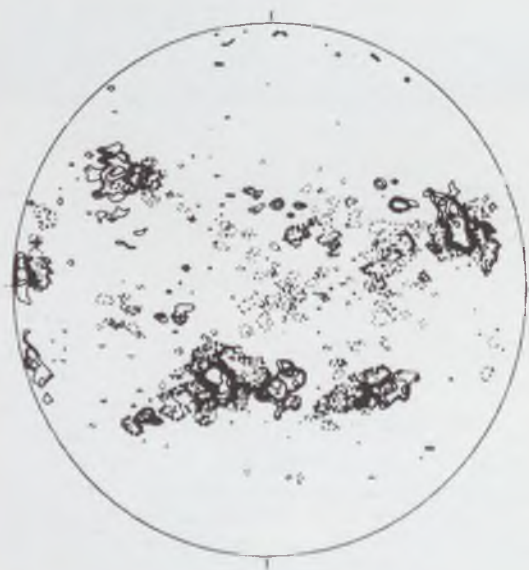


3/c. kép. (UV)

A (3-as sorszámmal jelölt) három napkép mind 1968. június 8-án készült. A 3/a Röntgen-fénnyel fényképezett, egy 23 cm-es átmérőjű 132 cm-es fókusztávolságú, mesterséges holdba helyezett Kanigen „röntgen-távcsővel” készült (American Science and Engineering); a 3/b egy (ESSA-ból származó) H-alfa kép; a 3/c egy debreceni UV-kép (a 2/a képhez hasonló)

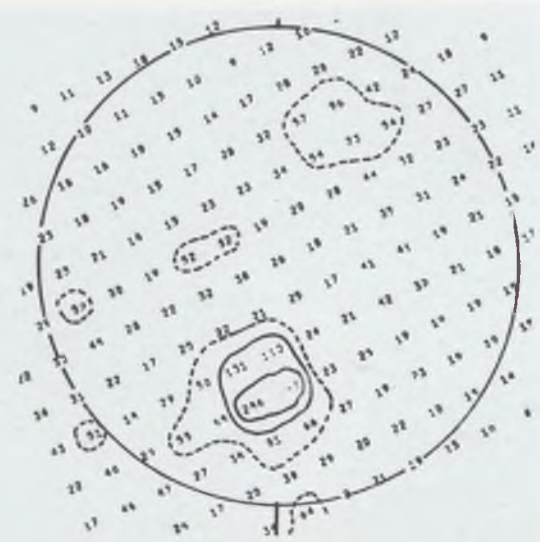


4/a. kép.
*A Nap
H-alfa
fényben,
1968. X. 27.
(Róma)*

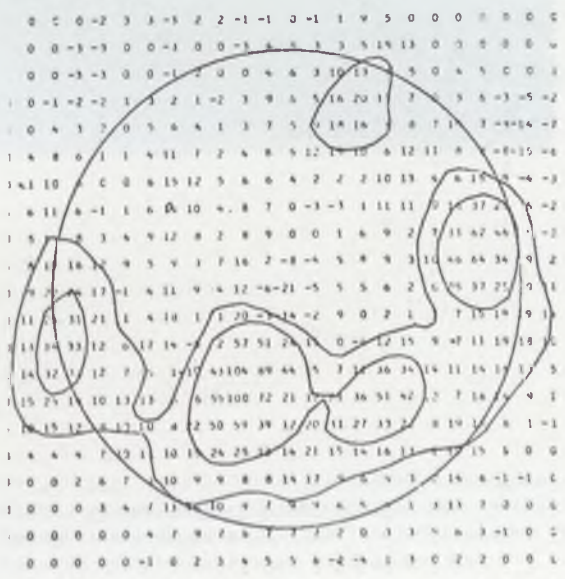


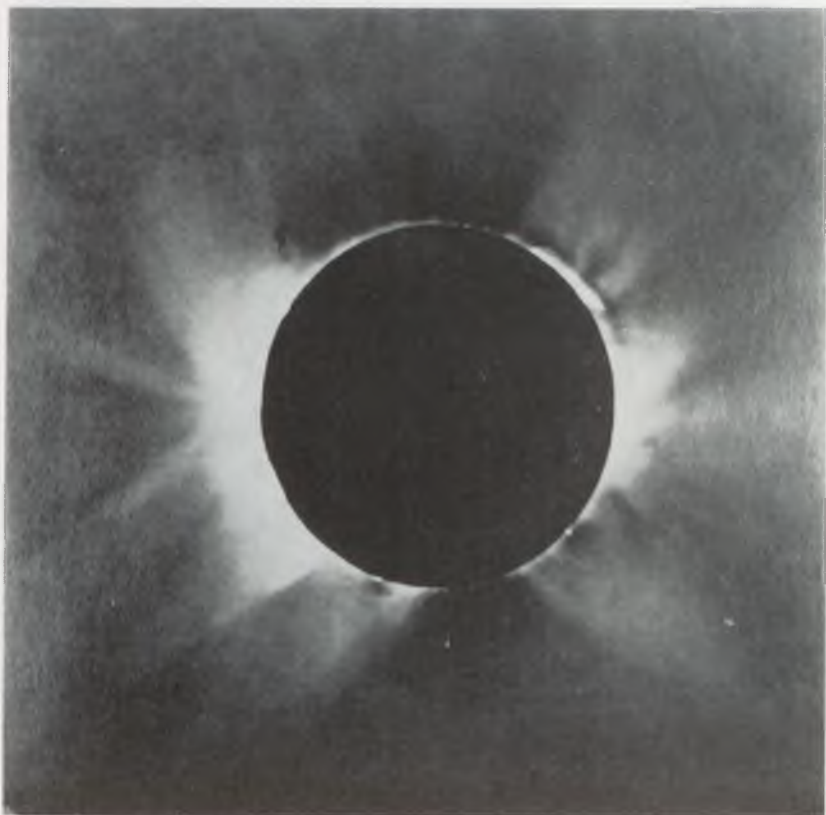
4/b. kép.
*A „gyenge”
mágneses
terek
eloszlása
a Napon,
1968. X. 27.
(Mt Wilson)*

4/c. kép.
 A 21 cm-es
 rádió-
 intenzitás
 eloszlása
 a Napon,
 1968. X. 27.
 (Fleurs)

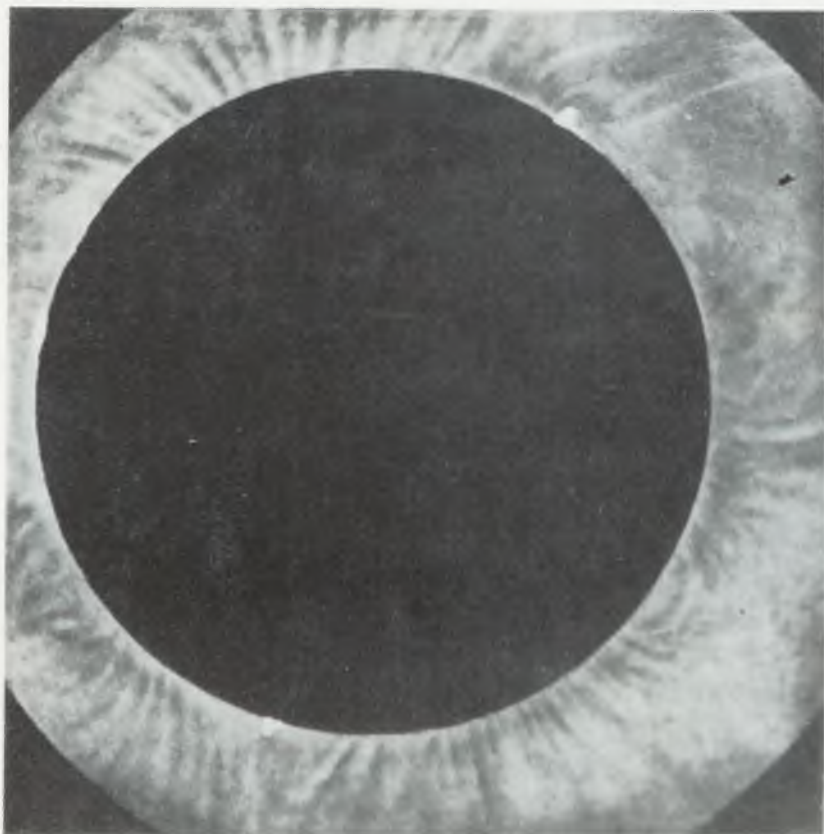


4/d. kép.
 A 9 cm-es
 rádió-
 intenzitás
 eloszlása
 a Napon,
 1968. X. 27.
 (Stunford)

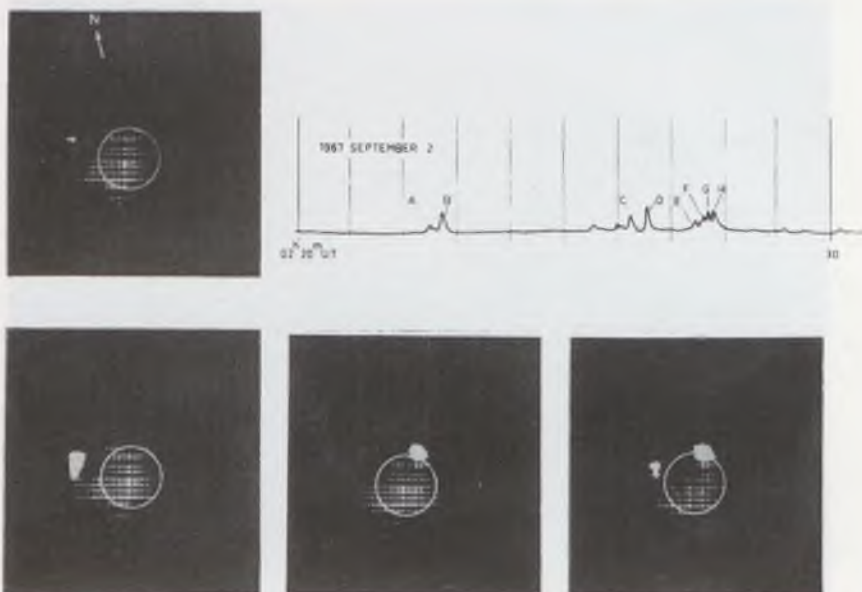




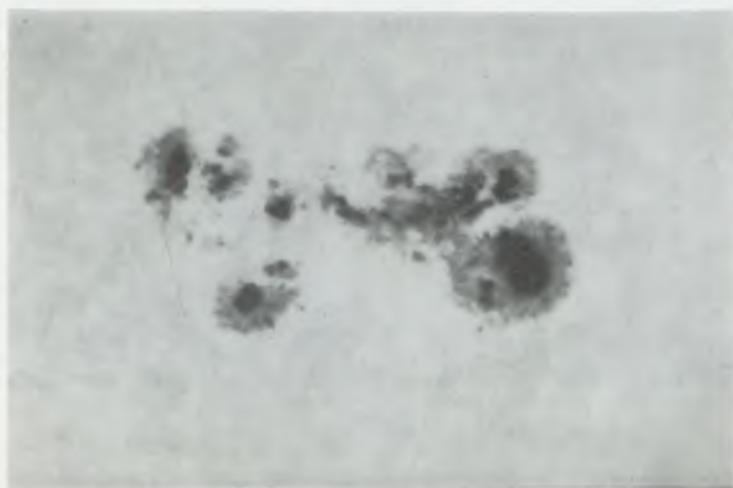
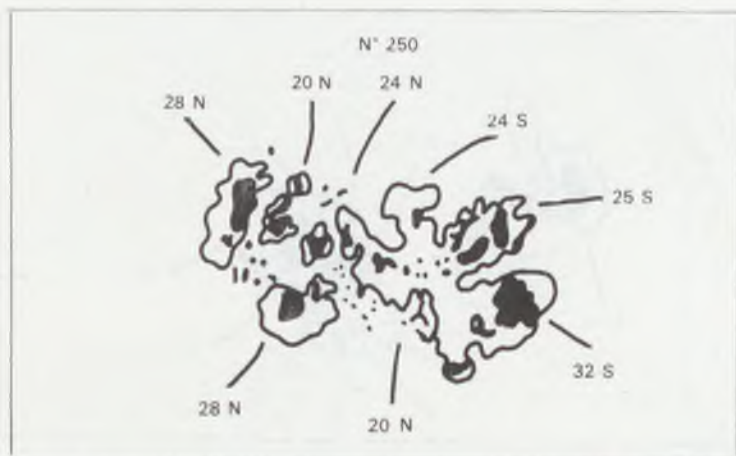
5. kép. A „külső” napkorona, az 1968. szeptember 22-i
teljes napfogyatkozáskor
(A párizsi Inst. Astrophys. szibériai expedíciójának felvétel)



6. kép. *A belső napkorona, az 1961. február 15-i teljes napfogyatkozáskor. A sötét holdkorong peremén, – a négy legfényesebb helyen – túlexponált protuberanciák láthatók. (A debreceni obsz. bulgáriai expedíciójának felvétele)*



7. kép. Négy napkép arról, hogy a 3,75 méteres rádióhullámok hogyan mutatták a Napot 1967. szeptember 2-án, világidőben 2 óra 21 perc és 2 óra 29 perc között. (CSIRO, Oulgoora észl.) A 4 rádió-héliogram mindegyike 60 (E-W) x 48 (N-S) = 2880 pontból összerakott kép. A fényképek egy intenzitás-modulációs katódsugáreső 1,5 perces expozíciójával készültek. A jobb oldalon, a felső sorban levő diagram, a 3,75 m-es rádió-hullámhosszon, a Nap összintenzitás-változását mutatja. (Ez egyébként igen alacsony volt. Jóval nagyobb rádió-intenzitás esetén 1 másodperces expozíció is elegendő ilyen rádióhéliogramok készítéséhez.) Ezek a képek voltaképpen a napkorona -- látszólag nagy, a valóságban még kicsiny, de gyors -- változásait mutatják. A fehér körök a szabadszemmel látható napkorong szélét ábrázolják.



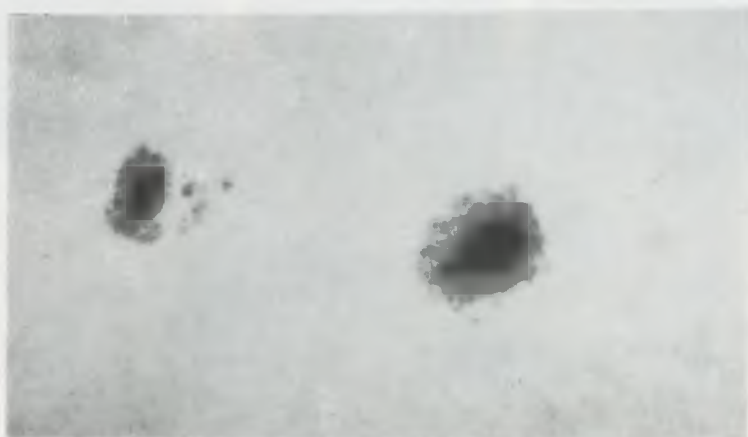
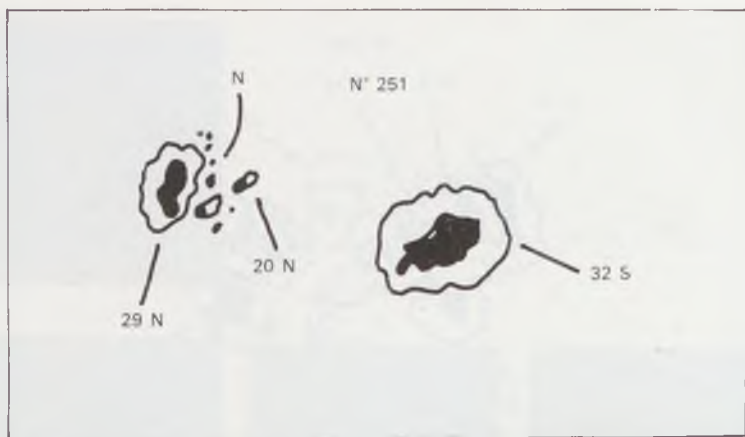
8. kép. A Nap északi félgömbjén egy nagyobb foltsoport és ezen belül a mágneses polaritások eloszlása, valamint a mért mágneses térerősségek . 1967. VII. 27.

A fénykép hosszabbik szőle a Nap egyenlítőjével párhuzamos helyzetű.

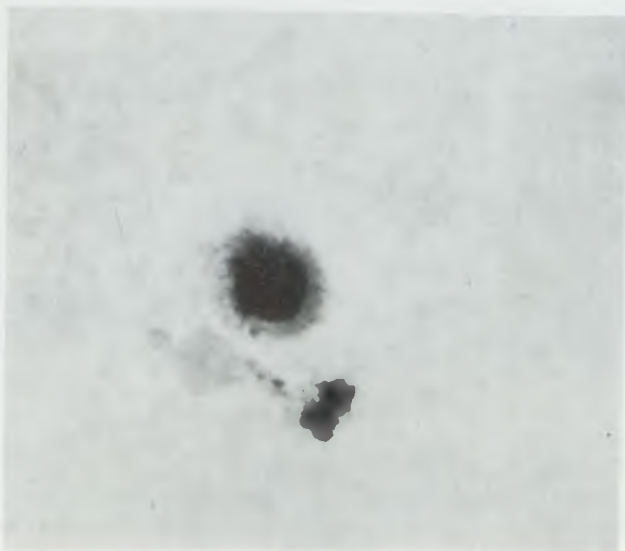
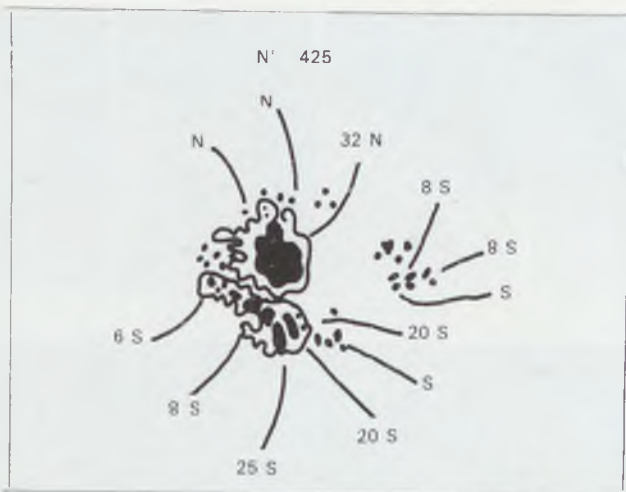
Kelet balra, észak felfelé esik.

(Dobreceni UV-kép és kb. 3 órával korábbi *SibIZMIR* (*Irkutszk*) mágneses mérés.)

N betű északi, S déli mágneses polaritást jelent. A számok a mágneses tér nagyságára kapott mérési eredményeket tüntetik fel 100 gaussokban



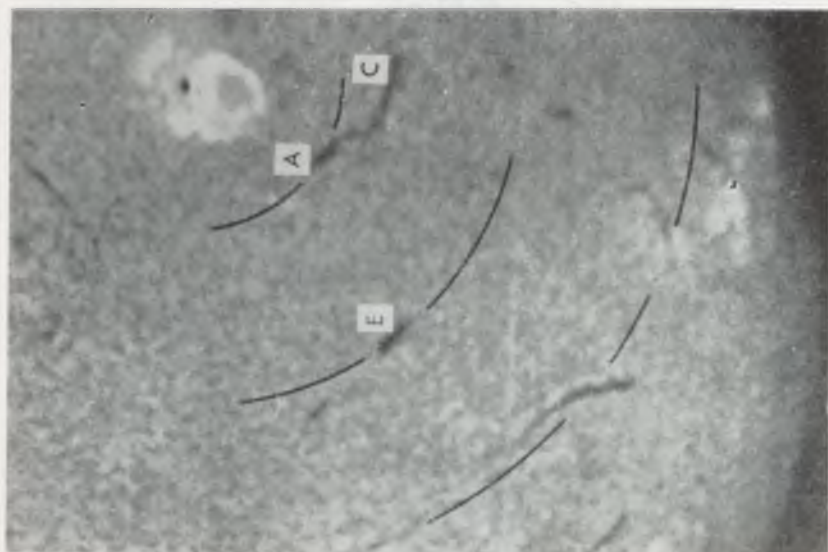
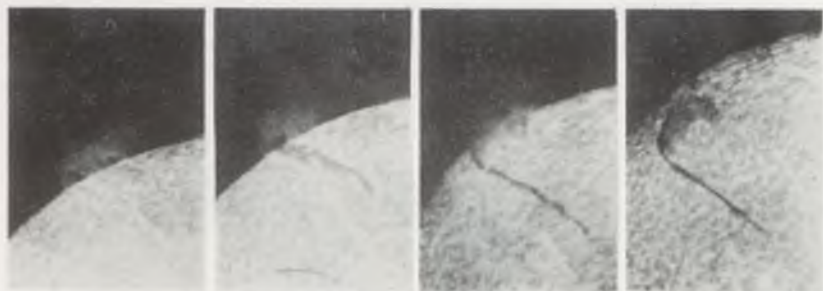
9. kép. Egy „szabdályos”, nagy bi-poláris napfoltcsoport a Nap északi félgömbjén, 1967. VII. 27. A fénykép ugyanazon lemezről készült nagyítással, mint a 8. kép. (lásd még 8. kép szövegét)



10. kép. Egy „szabálytalan” mágneses polaritási-elosztást mutató napfoltsoport a Nap déli félgömbjén. 1968. X. 27. (Debreceni UV-kép, Sib IZMIR mágneses mérés;

(lásd még a 8. kép szövegét)

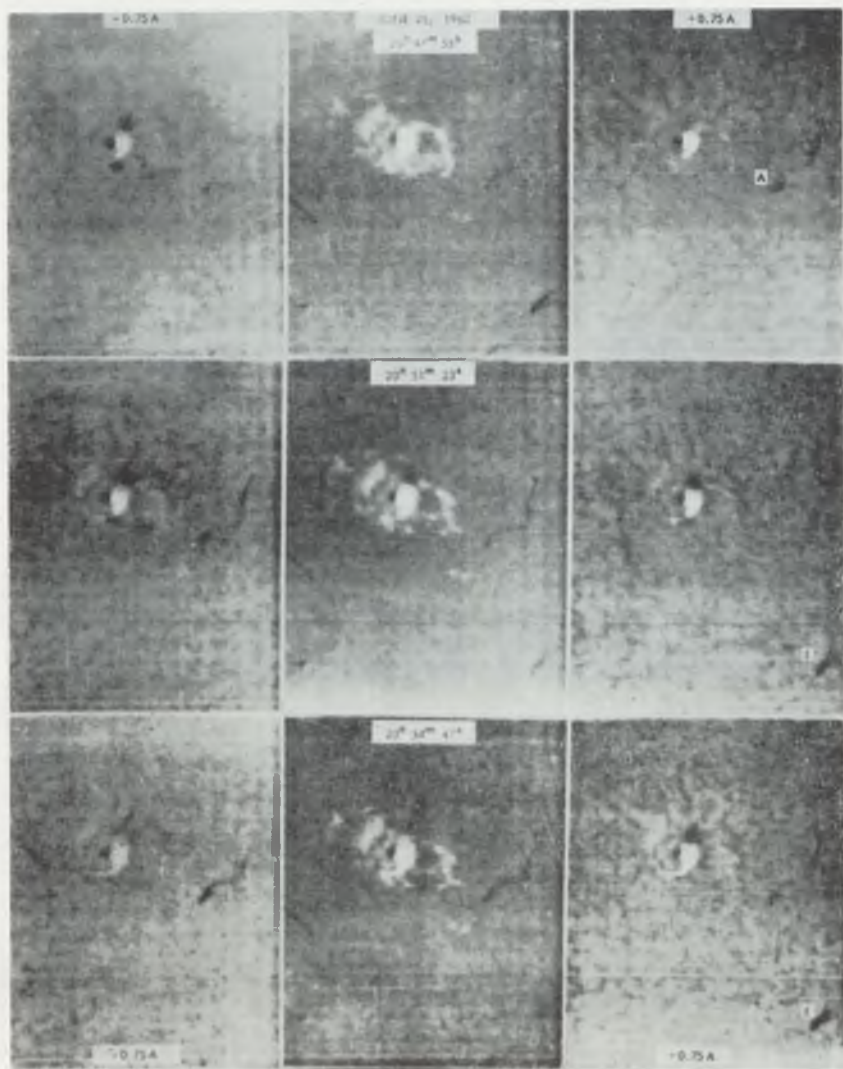
Ezen foltsoport környezetében, ill. fölött mutatkozik a legaktívabb vidék a 4/a-c. képeken. A folt nagy umbrájának helye „átlátszik” a H-alfa (4/a) képen



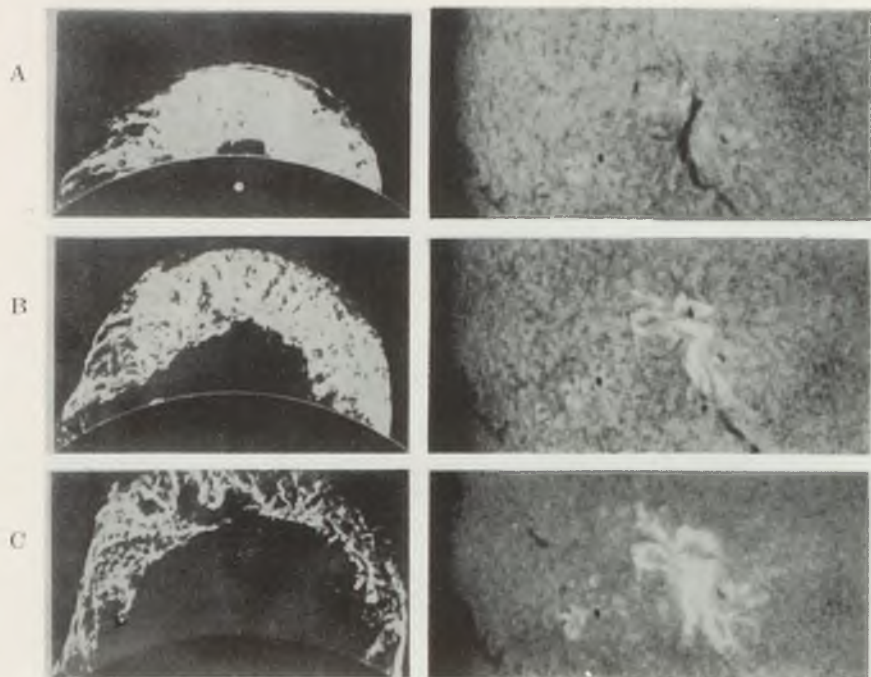
11. kép. *Filament-protuberancia*, 4 egymásutáni napon (1929. VIII. 26 – 29) az ionizált kalcium *K*-vonalának fényében (Mendon Obsz.-ban) készült felvételek.

12/a. kép. 1960. június 25-én a *H*-alfa vonalban fényképezett részlet a napkorongról; egy fter és a vele kapcsolatban állott filamentek.

A kép kb. 10 perccel korábban készült, mint a 12/b. kép felvételei közül a legkorábbi három. (A 12/b. képsorozaton a 12/a. képen bemutatott napkorong-részletnek csak mintegy a fele látszik.)
(A McMath-Hulbert Obsz. képeiből)



12/b. kép. (Lásd a cikk 3. részének utolsó bekezdését és a 12/a. kép feliratát)



13. kép. *Egy* 1946. június 4-én észlelt íves-protuberancia. Az A és B kép között 30 míg a B és C között 15 perc telt el. (HAO, Climax-i észl.) a H-alfa vonalban.) A napkorong a távcsőben el volt takarva. A fehér kis kör az A képen a Föld méretét mutatja.

14. kép. *Egy nagy* (3-as) H-alfa fler, 1961. szeptember 28-án
(Lockheed obsz. felv.)

A középső felvételhez képest a felső 8 perccel korábban, az alsó ugyanennyivel később készült

8. A napeiklus

Ha a naptevékenység bármelyik megnyilvánulását és erre vonatkozólag bármilyen mérőszámot tekintünk is, ennek időbeli változásában, minden esetben, feltűnő lesz egy periódusosnak látszó, mintegy évtizedes periódusú ingadozás. Különösen szépen mutatkozik ez meg, ha hosszabb időszakokra (például naptári hónapra vagy évre, vagy több naprotációra) vonatkozó átlagértékeket veszünk. Ezen évtizedes szakaszos változások grafikus ábrázolásaihoz tartozó görbék menetével definiáljuk a naptevékenység, és részjelenségeire vonatkozó maximumokat és minimumokat. A naptevékenység maximumainak amplitúdói is változnak, és pedig valószínűleg egy kb. 8 évtizedes periódusban. A foltokon kívül más napjelenségnél ilyen szisztematikusan lassú, szekuláris változás még nem volt alaposan kivizsgálható, mivel egyelőre nemigen áll rendelkezésre elegendő, ill. elég hosszú időközre terjedő megfigyelési anyag. A napfoltoknál azonban már a foltstruktúrában, a kétféle foltterület, az umbra és az ezt körülvevő másfajta (szálas) szerkezetű penumbra viszonylagos nagyságának átlagértékeinél is sikerült felismerni ezt a feltehetőleg 80 év körüli periódust.

Az évtizednél sokkal rövidebb időszakokban lezajló, több-kevesebb hasonlósággal ismétlődő naptevékenységi változásokat is igyekeztek különféle periódusokkal, ill. ezek szuperpozícióival értelmezni, de végeredményben egyáltalán semmiféle napjelenségnél sem tekinthetünk valóban fizikai változástól eredő alap-periódusokat meggyőzően bizonyítottak. A kb. 4 hetes naprotációs periódussal szinkron ingadozások, amelyek több egymásutáni rotáció folyamán tapasztalhatók, egyszerűen attól erednek, hogy a különösen aktív vidékeken az erősebb aktivitás élettartama ilyen hosszú ideig is eltarthat. Az évtizedes, pontosabban (a már több, mint két évszázadra terjedő napfoltészlelésekből meghatározott) átlagosan 11 éves „periódus” esetében, ha például a naptevékenység minimumát vesszük, matematikai szempontból még joggal beszélhetünk periódusról. De a napeiklus, a naptevékenységnek egy szorosan összetartozó eseménysorozata. Fizikailag nézve: 11 évnél jóval tovább tart és mielőtt még véget érne, már sokkal előbb megkezdődik egy új napeiklus: az így létrejövő átfedések a minimális aktivitás időszakaira esnek és legalább két évre terjednek.

A Nap évtized nagyságrendű ciklikus változásait minden bizonyítással az aktív vidékek mágneses polaritási eloszlásának törvénye szabja meg. Az aktív vidékeken az északi (N) és déli (S) mágneses polaritás relatív helyzete általában, nagyjából a napegyenlítővel párhuzamos helyzetű: pontosabban: az aktív vidék, illetve az aktív vidékhez tartozó foltcsoport a naprotációnak irányát tekintve „előmenő” (p), azaz a nyugati (W) része rendszerint valamivel közelebb van az egyenlítő-

höz, mint a másik, az ezt „követő” (f), azaz a keleti (E) része. Az ilyen polaritás-eloszlású napfoltcsoportokat szokás szabályosnak nevezni. (Az eddigi tapasztalatok szerint minél inkább szabálytalan — ebben az értelemben — egy foltcsoport, annál inkább hajlamos az aktív vidék erős flerekre, így nagy sebességű protonok kibocsátására.) A napfoltcsoport élettartamának java részében szabályos, vagy legalábbis bizonyos ideig csaknem mindig felismerhető ezen körvonalazott sajátossága; ugyanez áll az aktív vidék egészére és azon esetben is, ha az nem jut el sohasem a foltképződés stádiumáig. (Megjegyzendő még, hogy a p-részt kell a főrésznek tekintenünk, általában az a nagyobbra fejlett.)

A magas naptevékenység éveiben az aktív vidékek mágneses orientáltsága az egyenlítő két oldalán különböző. Így például 1967—68-ban a Nap északi félgömbjén a p-foltok S-, az f-foltok N-polaritást mutattak, ugyanekkor a déli félgömbön a polaritások eloszlása ellentétes volt (azaz N-polaritásúak a p-foltok voltak). A naptevékenység minimumaihoz közeli időpontokban mintegy két évig tartanak azon időszakok, amikor mindkét fajta polaritási eloszlás egyenlő valószínűséggel fordul elő az egyenlítővel határolt bármelyik félgömbjén a Napnak. De még ez esetben is elég jó az elkülönülésük. Az egyenlítőtől északra és délre most is főleg ellentétes a polaritás, ha csak az alacsony, vagy ha csak a magasabb heliografikus szélességű helyeket hasonlítjuk össze.

Az aktív vidékek mágneses polaritása nemcsak attól függ, hogy a vidék a Nap melyik helyén van, hanem a polaritás eloszlása idővel — igen nagy szabályossággal — rendszeresen megváltozik. Két egymást követő naptevékenységi maximum, illetve magas naptevékenységi időszak polaritási viszonyai mindig ellenkezőek. Ha a p-foltok az északi félgömbön N-polaritásúak voltak a korábbi maximum idején, akkor a (10—11 évvel) későbbinél S-polaritásúak lesznek. A naptevékenység minimumaikor és ezen időtájt tapasztalható négy polaritási zóna közül: az egyenlítőtől távolabbi kettőben az aktív vidékek polaritása a legközelebbi, míg az egyenlítőhöz közeli két zónában a megelőző naptevékenységi maximumra jellemző polaritás-eloszlást mutatják.

A naptevékenység maximuma után, amennyiben a tevékenység már lényegesen lecsökken és egyidejűleg a fáklyák és foltok zónája egyre inkább lehúzódik az egyenlítő felé, jóval a naptevékenység minimuma előtt, akkor kezdődik meg az új napeklus, ha a magasabb szélességeken az alacsonyabb szélességektől aktív vidékeinek polaritásával ellentétes polaritásúak kezdenek feltűnedezni. A régi ciklus ekkor és a naptevékenység minimumát követőleg is még egy ideig az egyenlítő közelében „tovább él”. Nyilvánvaló, hogy napfizikailag az a helyes, ha azonos napeklushoz tartozónak tekintjük: a napegyenlítő azonos oldalán mintegy 12—14 év leforgása alatt észlelhető és azonos mágneses polaritási eloszlással jellemezhető összes aktív vidékeket.

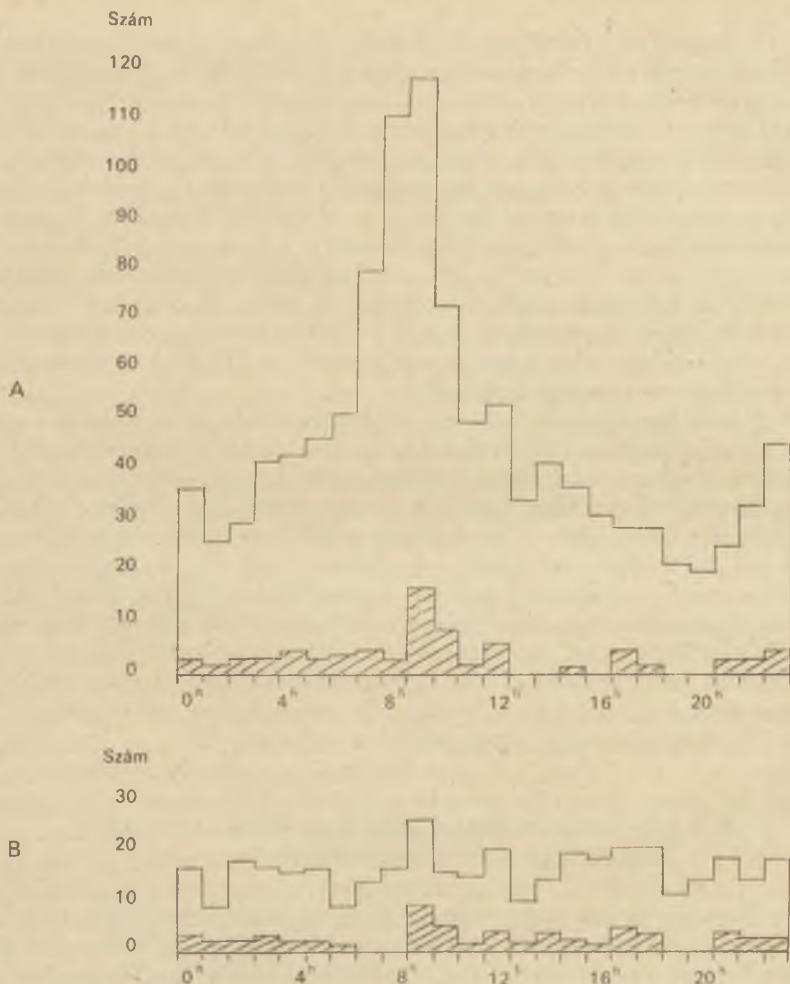
A Nap aktív vidékeinek mágneses polaritás-eloszlása tehát napciklusról napciklusra felcserélődik, de megcserélődik a Nap általános mágneses terének iránya is, ez azonban a naptevékenységi maximum utáni időben, vagy legalábbis ekkortájt következik be, és nem a ciklus kezdetén vagy végén. A Nap pólusainak átmágneseződését az 1957-es napfoltmaximumhoz tartozó ciklus folyamán észlelték először. A Nap északi pólusa, amely az 1950-es évek elején történetesen N-polaritású volt, S-polaritású lett. (Így mágneses polaritás-eloszlásokat bemutató 4/b, és 8–10 képeink, de véletlenségből a többiek is, mind olyan időpontban készültek, amikor a Nap északi pólusa S-, a déli N-polaritású volt.) Ez az átmágneseződés azzal értelmezhető, hogy az elhalóban levő aktív vidék pólusok felé mozgó f-részei „szállítják” a pólusokra az ellentétes mágneses polaritásokat.

A vázlatosan ismertetett, vagy felemlített változásokon kívül még sok mást is ismerünk, amelyek több-kevesebb szabályossággal napciklusról napciklusra rendszeresen ismétlődnek. Így a napkorona optikai képe is módosul a ciklus folyamán. A naptevékenység minimumainak éveiben a napegyenlítő síkjával párhuzamos irányú kiterjedése a pólusok felettinek többszöröse, míg a magas aktivitás idején, legkifejezettebben ennek maximumakor vagy egy esztendőn keresztül csaknem gömbszimmetrikusnak mondható. A protuberanciák heliografikus eloszlása is más a napciklus maximum előtti és utáni időszakában stb. Sajnos azonban, mindmáig még nem gyűlt össze elegendő megfigyelési anyag arra sem, hogy ezen sokféle változások fizikai kapcsolatai jól, kellő alapossággal tanulmányozhatók legyenek.

9. A nemzetközi együttműködés fokozásának fontossága a naptevékenységre vonatkozó kutatásoknál

Vitás sem lehet, hogy mind napfizikai, mint teresztrikus (tehát gyakorlati) szempontokból a legjelentősebb napjelenség a fler. Rövid élettartamuk és előre nem látható időpillanatokban bekövetkező feltűnésük miatt: megfigyelésük, kielégítő mértékben, csak az egész Földre kiterjedő, megfelelő észlelőhálózat révén oldható meg. Mindmáig azonban ezt a követelményt, a megkívánt módon, nem sikerült megvalósítani. Bizonyított erre — egyebek mellett — az 12. ábrán bemutatott megfigyelési anyag, amely pedig felöleli a földkerekség összes észlelő helyeinek (így mind a szocialista, mind a kapitalista államok) összes vonatkozó észleléseit is.

Az ábra H-alfa flerek számának észlelt eloszlásait tünteti fel a nap (világidőben felírt) óráira; a fler kezdetének vagy első észrejevésének időpontját és három év (1964–66) megfigyelési anyagát hasz-



12. ábra. Fler észlelésekre vonatkozó gyakoriságok. H. W. Dodson, F. R. Hedeman: „Reevaluation of Solar Flares 1964–1966” (World Data Center A. Report UA62. August 1968) nyomán.

nálták fel. Az ábra felső részében látható két (A) hisztogram közül a bevonalkázott a legalább 2-es, míg a másik a legalább 1-es jelentőségű flerekre vonatkozik, ha az észlelők által megadott klasszifikációkat vesszük alapul (az „International Astronomical Union: Quarterly Bulletin on Solar Activity” nyomán). A 8–9 óra közé eső kirívó maximum az európai észlelőktől származik; a hisztogram időbeli nem konstans

menete szembeszökően figyelmeztet arra, hogy a fler észlelési adatok felhasználásánál igen kritikusan és körültekintően kell eljárni, így különösen szoláris földi hatások tanulmányozása esetén. Az ábra alsó részének két (B) hisztogramja a felső kettő (A) mintájára, ugyanazon megfigyelési anyagra alapozva készült, de a közvetlen észlelési adatok gondos mérlegelése, újraértékelése után, egy célszerűen összeállított katalógus (Finding List) segítségével. Látható, hogy mindezek ellenére még mindig maradtak, a „nagy” flereknél is, aligha szoláris eredetű, nem véletlen jellegű, aggályos egyelőtlenségek.

Ezzel kapcsolatban megemlíttük, hogy Nap körüli pályára kényszerített tartályba (mesterséges bolygóba) helyezett műszerekkel sikerült már néhányszor a Napnak Földünkötől elfordult felén is flereket detektálni. Az ilyen észlelési adatok eredményes felhasználása sem képzelhető el nemzetközi együttműködés nélkül.

Annak ellenére, hogy már 1904-ben létrejött (a napfizikai kutatások mind ez ideig legeredményesebb úttörőjének, *G. E. Halenek* a kezdeményezésére) egy nemzetközi tudományos társulás a kooperatív napkutatások beindítására és elősegítésére, és már az akkor kibontakozó együttműködés azóta is egyre csak fokozódott, különösen és úgyszólván az utóbbi évtized során az (1919-ben alapított) Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) keretein belül, mégis elengedhetetlenné vált, hogy egyéb nemzetközi szervezetek is elősegítsék a Nap és elsődlegesen a naptevékenység kutatásának meggyorsítását és eredményesebbé válását. Így a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsa (ICSU) „speciális bizottságai” útján már több mint egy évtizede hathatósan támogatja a napkutatásokat világszerte. Az 1957–58-ban megrendezett Nemzetközi Geofizikai Évek (IGY), majd még inkább 1964–66-ban, a Nyugodt Nap Nemzetközi Évei (IQSY) alatt, az előzetesen egyezményekben rögzített, kampányszerű észlelési sorozatokkal hatalmas mennyiségű új információt nyertünk a naptevékenységről és ennek geofizikai hatásairól. Az ily módon adódott fontos eredmények nyomán parancsoló szükségszerűség volt létrehozni (az eddigi ad hoc IGY és IQSY ICSU-bizottságok helyett) állandó jellegű nemzetközi tudományos szervezetet a Nap-Föld fizikai kapcsolatok sokoldalú, világméretű együttműködésben történő tanulmányozására. Így alakult meg (az ICSU égisze alatt, az úrkutatási ún. COSPAR bizottság mintájára, ezzel „hivatalosan” is szorosan együttműködő szervezet) a Szoláris-Terresztrikus Fizikai Unió-közi Bizottság (IUCSTP).

A naptevékenységi hatásokban érdekelt tudományszakok számára, sőt gyakorlati szükségletekből is, ma már nélkülözhetetlen a naptevékenységre vonatkozó adatok ismerete. A Nap-Föld fizikai kapcsolatok valóban eredményes tanulmányozásához az elsődleges láncszemet természetesen a napfizikai kutatások szolgáltatják.

AZ APOLLO-PROGRAM

1969. július 20-án a csillagászat és az ausztronautika, sőt általános-ságban szólva, a tudomány és a technika történetének kimagasló eseményét köszöntötték százmilliók szerte az egész földkerekségen: első alkalommal jutott el az ember egy idegen égitestre. Az eredményes holdraszállás megkoronázta az amerikaiak eddig legnagyobb szabású tudományos vállalkozását, az Apollo-programot.

Méreteit tekintve ez a program a második világháború korszakának atomtechnikai terveivel mérhető össze, de azokat számottevően felülmúlja. A vállalkozás volumenjét jellemzi, hogy 1964 táján háromszázezer, 1968 végén pedig százhetvenezer ember dolgozott közvetlenül vagy közvetve a program különféle munkáin, s eddigi költségei az újabb adatok szerint mintegy 24 milliárd dollárra tehetőek.

Első, kiforratlan tervei 1960-ra nyúlnak vissza, de a program születésnapjának 1961. május 25-ét tekinthetjük, amikor *Kennedy* elnök bejelentette, hogy 1969. december 31. előtt az első emberek megvetik a lábukat a Holdon. Figyelemre méltó, hogy ez a bejelentés *Gagarin* űrrepülése után hat héttel hangzott el, kilenc hónappal az első amerikai űrhajó elindítása előtt.

A program 1962 júliusára öltött végleges formát, s meghatározták ütemezését is, amelyet nagyobb mértékben csak az 1967. januári katasztrófa után kellett módosítani. Az 1968-ban elért eredmények végül lehetővé tették egyes fázisok megrövidítése árán az eredeti elgondolás szerinti véghatáridő tartását.

Fellapozva az Apollo-terv nyilvánosságra hozatala előtt megjelent asztronautikai irodalmat, a holdutazás merőben más elképzeléseivel találkozunk: űrállomásról indított űrhajó-karavánokkal és így tovább. Nem mondhatjuk, hogy az ilyen fajta tervek minden esetben laikus írók fantazmagóriái lettek volna. Az egyik hasonló elképzelés 1951-ből éppen *Wernher von Brauntól* származik, aki később az Apollo-program kidolgozásában nagy szerepet vállalt.

Amikor az amerikaiak 1961-ben célul tűzték ki, hogy egy évtize-

den belül űrhajósaikat leszállítják a Holdra, a lehető legrövidebb idő alatt kifejleszthető, emellett viszonylag a leggazdaságosabb rendszert kellett választaniuk. Három megoldás jött számításba.

Az egyik változat szerint egy hatlépcsős óriásrakétával közvetlenül mentek volna a Földről a Holdra, s onnan a rakéta végfokozataival vissza a Földre. Egy ilyen űrutazásban semmiféle közbenső manőverre sem lett volna szükség. Ezt a megoldást el kellett vetniük, mert az Apollo-programban kidolgozott Saturn-5 óriás hordozórakétánál sokkal nagyobb szerkezetet kellett volna megépíteni.

Újabb amerikai közlések szerint ezt a *Nova* elnevezésű, állítólag mintegy 8000 Mp indulási tolóerejű hordozórakétát az Apollo-utáni programban sem készítik el, hanem továbbra is a Saturn-5-tel a bevált metodika mellett maradnak. Mindezt még ki kell egészítenünk azzal, hogy a Novához hasonló gigantikus szerkezet nemcsak költségessége miatt és konstrukciós tekintetben támaszt rendkívüli nehézségeket, hanem az üzemeltetés szempontjából is. Kérdéses, hogy egy ilyen hatalmas tolóerejű rakéta a mai kémiai hajtóművekkel célszerű módon megvalósítható-e. Ha ma még a Hold elérése az efféle hordozórakétákkal közvetlenül nem lehetséges is, a nukleáris rakéták megjelenése után ezt a megoldást nyilván újra előveszik.

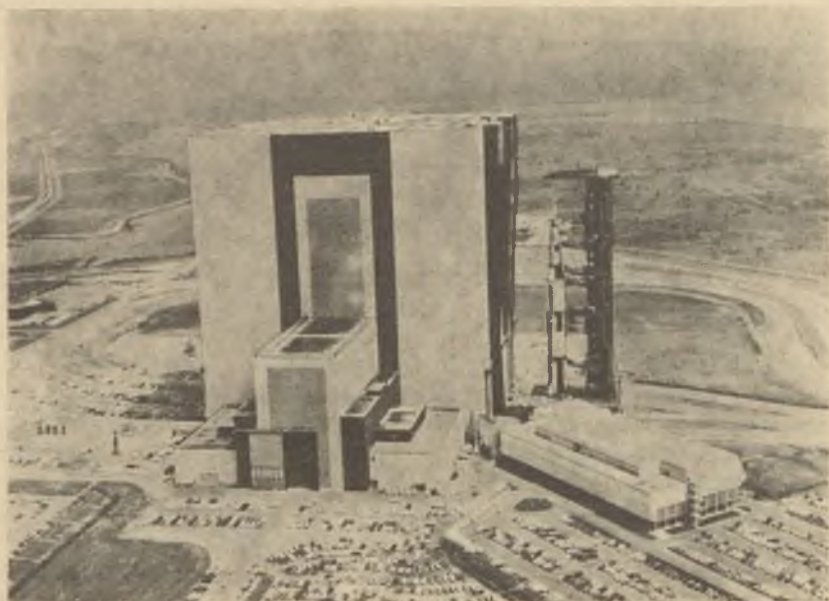
Egy másik megvizsgált változatban két Saturn-5 rakétára volna szükség. A második rakéta feladata, hogy hajtóanyag-utánpótlást szállítson a Föld körüli parkoló pályán várakozó első rakéta — a tulajdonképpeni hordozórakéta — részére. Az áttankolás után innen indulna a rakéta az űrhajóval a Holdra. Ezt a változatot sem használhatták, mivel itt igen bonyolult manőverek szükségesek, s ráadásul a rendszert nem lehetett volna a kívánt határidőre kifejleszteni.

Harmadik megoldásként maradt a végül is megvalósításra került változat, vagyis az űrhajónak a Hold körüli parkoló pályára juttatása, ahonnan az égitestet egy törpe űrhajóegységgel, a holdkomppal érik el.

A Saturn-hordozórakéta

Ugyanúgy, ahogyan maga az űrhajózás a modern nagyrakéták kialakításával indulhatott meg — sőt szükségszerűen meg kellett indulnia —, az egyes űrhajózási programok kulcsa is a rakétatechnikusok kezében van. Minden egyes program az adott feladatnak megfelelő rakétaszerkezet létrehozását kívánja.

Az Apollo-program hordozórakétájának megalkotásában mindekelőtt a már említett szempontot: a fejlesztésre rendelkezésre álló idő rövidségét kellett figyelembe venni, de még ennél is fontosabb követelmény volt, hogy a lehető legnagyobb mértékben megbízható konst-



13. ábra. A Saturn-5 hordozórakéta összeszerelő épülete

rukció készüljön. Éppen ezért el kellett vetni bármilyen újszerű megoldás gondolatát, akár a szerkezetben, akár a hajtóanyagokban.

Az egyes rakéta-részegységek különféle elrendezésű egybeépítéséből születtek meg a Saturn-rakétacsalád tagjai. Az Apollo-programban az 1B és az 5 jelzésű változatok jutottak jelentősebb szerephez.

Mint minden komplex műszaki alkotásban, természetesen itt is a program főbb elemeinek konstrukciója, az elkészült darabok kipróbálása, esetleges áttervezése a részletes ütemtervnek megfelelően párhuzamosan folyt. A Saturn-1B hordozórakéta alkalmas volt arra, hogy az űrhajó egyes egységeit — tehát nem a teljes rendszert — Föld körüli pályán kipróbálhassák. Ez a kétlépcsős hordozórakéta, amelynek végfokozata egyébként ugyanaz, mint a háromlépcsős Saturn-5-é, 784 Mp induló tolóerejű, 545 tonna indulási tömegű, s 16 tonna tömegű terhet tud a Föld körüli pályára állítani.

Érdeemes részletesebben foglalkozni a Saturn-5 hordozórakétával, hiszen az Apollo-8 óta a program valamennyi kísérletében ez szerepelt. A Saturn-5 jelenleg a legnagyobb rakétaszerkezet, amelyről adatok nyilvánosságra kerültek.

Ez a hordozórakéta 11 nagyobb méretű rakétából épült, s ha még a szabályozó, az egyes rakétafokozatokat szétválasztó és egyéb — a haj-

tást közvetlenül nem szolgáló — rakétákat is számbavesszük, az együttes nem kevesebb, mint 41 rakétát foglal magában. Köztük vannak kis méretű, mindössze 33 kp tolóerejű példányok; az első fokozat F-1 típusú rakétaegységei viszont egyenként maximálisan 770 Mp tolóerő kifejtésére képesek.

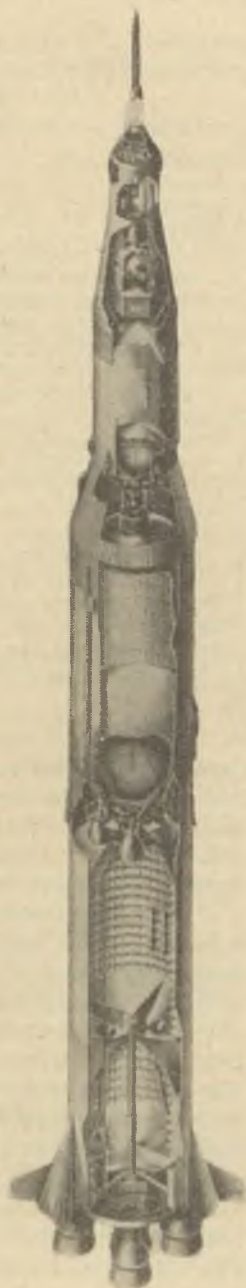
A teljes szerkezet hossza indításkor 110 m, legnagyobb átmérője a stabilizáló felületek nélkül 10 m. Az említett hosszól maga a hordozórakéta 87 m, a fennmaradó 23 m-t az Apollo-űrhajó, valamint az indítási mentőtorony-rakéta veszi igénybe. A hatalmas hordozórakéta 130 tonnás hasznos terhet képes Föld körüli parabolpályára állítani, 45 tonnányi tömeget indíthat útnak a Hold és — esetleg későbbi programban — 27 tonnát a bolygók felé.

A Saturn-5 fontosabb jellemzőit az 1. táblázatunk foglalja össze.

Egymagában a pusztá szám adatok alapján nehezen lehet többé-kevésbé helyes fogalmakat alkotni a gigantikus rakétaszerkezet-ről. A fényképek, a televíziós és a filmfelvételek általában jól szemléltetik az Országháznál kereken tíz méterrel magasabb óriásrakéta méreteit. Kevésbé könnyű azonban elképzelni a Saturn-5 hajtóanyagának mennyiségét. Mivel a második és a harmadik fokozat tüzelőanyaga a nagy fajtérfogató folyékony hidrogén, ezért az összesen 90 tonna tömegű hidrogén befogadásához 1322 m³ tartálytérfogatra van szükség.

Az összes betöltött tüzelőanyag és oxidálószer 2570 tonna, térfogata 3744 m³. Ilyen mennyiségű folyadék szállítása két teljes tehervonati szerelvényt igényel. Ugyanekkora térfogatú vizet fogad be egy 100 m hosszú, 20 m széles és átlagosan 1,87 m mély medence, vagyis nagyjából két sportuszoda.

A tekintélyes méretek ellenére a tartályok feltöltése mindössze öt óra hosszat tart, a hajtóművek pedig — ha az üzem a tervezett prog-



11. ábra. A Saturn-5 hordozórakéta

I. táblázat

Megnevezés	I. fokozat	II. fokozat	III. fokozat
hossz (m)	42	25	20
átmérő (m)	10	10	6,7
induló tömeg (t)	2820	646	162
ebből			
felhasznált hajtóanyag (t)	1998	422	106
egyéb tömegcsökkenés (indítási mentőtorony leválasztása)	—	6	—
rakétaszerkezet, segédberendezések, maradék hajtóanyag (t)	176	56	12
szállított hasznos teher (t)	646	162	44
hajtóanyagtartályok térfogata (m ³)			
kerozin	765	—	—
folyékony hidrogén	—	1030	292
folyékony oxigén	1250	330	77
betöltött hajtóanyag (t)			
kerozin	615	—	—
folyékony hidrogén	—	70	20
folyékony oxigén	1420	360	85
rakétahajtóművek száma és típusa	5 db F—1	5 db J—2	1 db J—2
összes tolóerő csúcserőteke (Mp)	3850	510	105
üzemidő (sec)	151	362	464
égésvégi sebesség (km·sec ⁻¹)	2,7	6,8	10,8
elért pályamagasság (km)	67	197	

ramnak megfelelően bonyolódik le —, 2533 tonna hajtókeveréket alig valamivel több mint egy negyedóra alatt fogyasztanak el. A kriogén anyagok: a cseppfolyós hidrogén és oxigén kezelése, tárolása és felhasználása műszaki és üzemi szempontból egyaránt meglehetősen nagy nehézségeket jelent.

A hajtókeveréket persze nem lehetne ilyen gyorsan felhasználni a hordozórakéta segédberendezései nélkül. Jellemző adatként említjük meg, hogy az első fokozat hajtóanyag-tápszivattyúit egy 55 000 LE teljesítményű gázturbina működteti.

Ha a táblázat konstrukciós adatait utánaszámoljuk, szembeötlő, hogy az egyes fokozatok tömegarányai (vagyis az induló és az égésvégi tömegek hányadosai) nem nagyok: az első fokozaté 3,43, a másodiké 2,96, a harmadiké 2,9. Ez is bizonyítja, hogy a szerkesztésben nem törekedtek valamilyen újszerű megoldásra, hanem megmaradtak a jól bevált, sokszorosan kipróbált konstrukciók mellett. A tömegarányok kevésbé kedvező értékeinek hatását ellensúlyozza, hogy a hajtókeverékek nagy energiatartalmúak. Az első fokozat kerozin—oxigén keveréke 224 kpsec/kp, a második és a harmadik fokozatok hidrogén—oxigén

keveréke pedig 388 kpsec/kp fajlagos impulzusú, azaz 2,2, illetve 3,8 km/sec kiáramlási sebességű. Ezekkel az értékekkel adódnak a táblázatban feltüntetett égésvégi sebességek.

Meg kell jegyeznünk, hogy a hordozórakéta harmadik fokozata két szakaszban működik. Az első, 152 másodpercig tartó üzemidő végére 7,75 km/sec sebességet érve el, az űrhajóval rááll a Föld körül vezető parkolópályára. Kétszer megkerülve a Földet, ismét működtetik a rakétát, ezúttal 312 másodpercig. Ekkor, elérve a 10,8 km/sec égésvégi sebességet, a Hold felé vezető pályára tér.

A Saturn-5 összeszerelése egy erre a célra emelt épületkolosszusban történik. A *Vehicle Assembly Building* (rövidítve: VAB), magyarul Hordozórakéta Összeszerelő Épület nevet viselő létesítmény Cape Kennedytől északra, a Merrit-szigeten emelkedik. A fémburkolatú épület 160 m magas, térfogata 4,5 millió m³, tehát nagyjából harmadával nagyobb a Kheopsz-piramis 3,4 millió m³-es térfogatánál.

A VAB nagy csarnokában egyidejűleg négy Saturn-5 típusú hordozórakéta szerelését végezhetik. Ugyanitt történik az első fokozat előszerelése is; a többi fokozatokat alacsonyabb csarnokokban állítják össze, majd a VAB nagy csarnokában építik egybe az első fokozattal. Itt a szerelés 45 napig tart.

Ezután az összeszerelt hordozórakétát az indítóállvánnyal és a szerelőtoronnyal együtt átszállítják a VAB-tól mintegy öt és fél km-re levő indítóállásba, mégpedig úgy, hogy a rakéta állványzata szállítás közben függőleges helyzetben van. A szállításra különleges lánctalpas jármű szolgál, amely a szóban forgó távolságot körülbelül kilenc óra alatt teszi meg. A jármű 2700 Mp súlyú. Motorjait 4 MW összes teljesítményű generátorok táplálják, segédberendezéseiknek energiaellátásáról pedig egy 1,5 MW-os generátor gondoskodik. Az indítóállásban az üzembehelyezéshez még 12 napra van szükség.

A megszokott technikai alkotásokkal összehasonlítva az óriási hordozórakéta mindenképpen egyedülálló konstrukció. A rakétától és segédberendezéseitől rendkívül nagy megbízhatóságot követelnek, s ez nem csekélység, hiszen a gépészeti, az elektromos és az elektronikus alkatrészek száma tízmilliós nagyságrendű. Ugyanakkor az üzemidő halatlanul rövid, részletekben összesen 977 másodperc, vagyis alig valamivel több, mint egy negyedóra. Az első fokozat hajtóműveinek gyárilag szavatolt üzemideje is mindössze 2200 másodperc.

Vegyük szemügyre táblázatunkat. A 2820 tonna induló tömegből végül is a Hold felé vezető pályára 44 tonna hasznos teher kerül: az Apollo-űrhajó a holdkomppal. (Mint később látni fogjuk, a Holdat a 14,4 tonna tömegű holdkomp éri el.) A fantasztikus költségek és rengeteg munka árán megépített hordozórakéta első két fokozatának pályafutása az Atlanti-óceán mélyén ér véget, a harmadik rakétalépcső

pedig, miután a Hold felé vezető pályára állította az űrhajót, ettől különválva, Naprendszerünk mesterséges bolygójává válik.

Az űrkutatási programokban mind ez ideig a gazdaságosság szempontjai háttérbe szorultak. Mint látjuk, az amerikai holdutazási program gyakorlatilag hét év leforgása alatt történt megvalósítása, jobban mondva végighajszolása csakis ilyen szembeötlően kevésbé gazdaságos módon volt lehetséges.

Aligha hihető azonban, hogy a távolabbi jövő Hold-űrhajóit is ilyen metodikával juttatnák célba. A következő években ugyan az amerikaiak még meg akarnak maradni a Saturn-5 használata mellett, de kétségtelen, hogy a rendszeres holdexpedíciók gazdaságosabb módszereket követelnek.

Az Apollo-űrhajórendszer

A Saturn-hordozórakéta után ismerkedjünk meg a vele pályára állított hasznos teherrel: az Apollo-űrhajórendszerrel. A rendszernek két fő egysége van; az egyik maga az *Apollo-űrhajó* vagy anyaűrhajó (Apollo-Spacecraft), a másik a *holdkomp* (Lunar Module, LM). Az anyaűrhajó két egysége a *parancsnoki egység* (Command Module, CM) és a *műszaki egység* vagy szerviz egység (Service Module, SM). Pályára állítás előtt ezek a hordozórakéta harmadik fokozatának fészekrészében, adapterében (Spacecraft-LM Adapter, SLA) vannak elhelyezve.

Az indítás fázisában a parancsnoki egység orrához csatlakozik a mentőtorony-rakéta. Ha a start nem sikerül, akkor a mentőrendszert működtetve, ez valósággal leszakítja a parancsnoki egységet a hordozórakétáról és biztonságos távolságra viszi. Szabályos üzemben a feleslegessé vált mentőtoronyt a Saturn-hordozórakéta második fokozatának indítása után fél perccel választják le a parancsnoki egységről.

Maga az anyaűrhajó a hordozórakétáról válik le mintegy 15 perccel azután, hogy ez a Föld körüli parkolópályáról ráállt a Hold felé vezető pályára. Ekkor, a leváláskor az anyaűrhajó még semmilyen kapcsolatban sincs a holdkomppal, mely visszamaradt a hordozórakéta adapterében.

Az anyaűrhajó, leválása után kereszt tengelye körül teljes, 180 fokos fordulatot tesz, ún. transzpozíciós manővert végez, s orr-részevel a hordozórakéta felé fordul. Ezután — a műszaki egység manőverező rakétáját működtetve — randevú-művelettel csatlakozik a holdkomphoz, vagyis dokkol vele. A következő lépésben lerobbantják az adaptáló rész burkolatát, s így nincs akadálya annak, hogy az Apollo-űrhajó visszafordulva eredeti helyzetébe, elvigye magával a holdkompot.

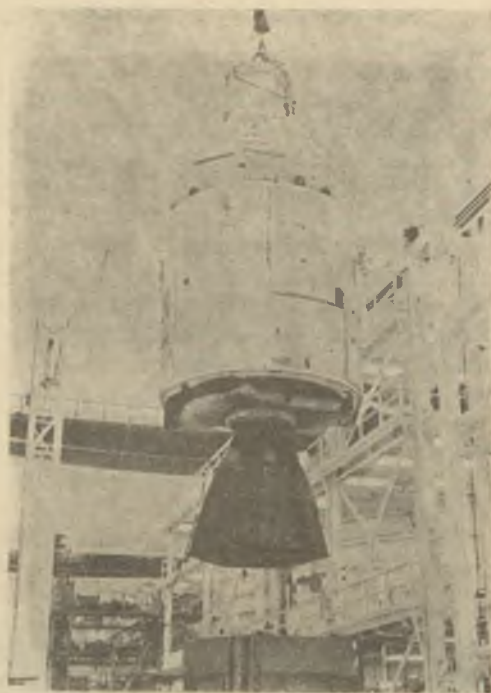
Önként vetődik fel a kérdés: miért kell ezeket a bonyolult műveleteket végezni, nem lehetne-e a holdkompot az Apollo-űrhajóval összekapcsolva szállítani a hordozórakétában? Az említett manőver szükségességét az indokolja, hogy a holdkomp nyilvánvalóan csakis az űrhajó orr-részéhez csatlakozhat, hiszen az űrhajó másik végén a műszaki egység foglal helyet. Arra nincs lehetőség, hogy a holdkompot a hordozórakétában az űrhajó fölé tegyék, mivel indításkor itt van az űrhajó mentőtornya.

Nézzük ezek után a most már összekapcsolt űrhajórendszer egyes elemeit.

A *parancsnoki egység* esonka kúp formájú, 3,9 m legnagyobb átmérőjű és 3,66 m magasságú test. Tömege 5,63 tonna, belső térfogata 6,2 m³. Ez az egység az űrhajórendszer utasfülkéje, mely három űrpilóta befogadására alkalmas, nyomás alá helyezhető, hermetikusan zárható, alumíniumötvözet szendvicelemezből kialakított konstrukció.

Az utasok életfeltételeit biztosító és a klimatizációs felszereléseken kívül itt vannak az irányító, a navigációs és a távközlési berendezések, valamint egy nagy műveleti sebességű elektronikus számítógép is. Az egységen hat törperakéta szolgál stabilizálási és helyzetbeállítási feladatokra; ezek visszatéréskor, pontosabban szólva: a földi légkörbe való belépéskor működtethetők. Ugyancsak a visszatéréskor jutnak szerephez az egységen elhelyezett ejtőernyők is.

A fülkemoszféra eredetileg csökkentett nyomású oxigén-hélium elegy volt. Az Apollo-1 katasztrófiája után az egységen konstrukciós módosításokat hajtottak végre, s többek között az atmoszférát is megváltoztatták. Indításkor a kabinban közel normál nyomású és összetételű levegő van, amelyet csak a pályára állás után cserélnek át a csökkentett nyomású oxigén-hélium elegyre.

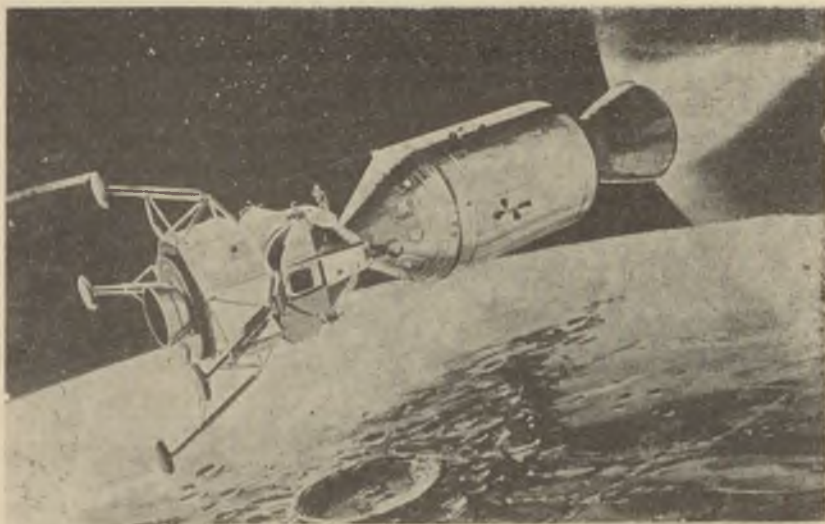


A *műszaki egység* a parancsnoki egység mögött elhelyezett hengerformájú, 3,9 m átmérőjű, 6,7 m hosszú test, alumíniumötvözetből készült burkolattal. Belső terében foglal helyet a manőverező rakéta (Service Propulsion System, SPS), itt vannak a hajtóanyagtartályok, a fűtőanyagcellák, továbbá egyéb fedélzeti kiszolgáló rendszerek. Az egység induló tömege 23,27 tonna, ebből a hajtóanyagokra 18,9 tonna jut. Stabilizálási és helyzetbeállítási műveletek végzéséhez 16 törperakéta áll rendelkezésre.

A 9,5 Mp tolóerejű manőverező rakéta ötvenszer indítható szerkezet, s összesen 635 másodpercig lehet üzemeltetni. Megbízható működése a holdutazás egyik kritikus problémája, hiszen ez a rendszer állítja rá az űrhajót a Hold körüli pályára, majd visszatéréskor a Föld felé vezető útra. Tüzelőanyaga hidrazinelegy, oxidálószere nitrogéntetroxid.

A hidrogén-oxigén fűtőanyagcellák egyfelől elektromos energiát szolgáltatnak, másfelől üzemükben víz keletkezik és hó szabadul fel. A víz sótabletták feloldása után alkalmas az űrutasok ivóvízszükségletének a fedezésére, a fejlődő hőt pedig a parancsnoki egység termikus egyensúlyának a kialakítására is felhasználják.

A *holdkomp* az Apollo-űrhajórendszer legjellemzőbb része. A teljes



16. ábra. Az Apollo-űrhajó a holdkomppal

szerkezet nagysága 6,2 m, legnagyobb átmérője 4,3 m. Hajtóanyaggal feltöltött állapotban összes tömege 14,39 tonna; ez kerekbe a fele az anyaűrhajó tömegének.

A konstrukció érdekessége, hogy a holdkompot két fokozatból építették össze. Az egyik, a *leszálló fokozat* (Descent Stage, DS) a Holdon marad, s csak a felette elhelyezett *felszálló fokozat* (Ascent Stage, AS) tér vissza az anyaűrhajóhoz. Mindkét fokozatnak saját hajtóműve van. A leszálló fokozat hajtóművének tolóereje 4,76 Mp (változtatható 50 kp-ig), a felszálló fokozaté 1,59 Mp. A hajtóanyag azonos a műszaki egység manőverező rakétájának a hajtóanyagával.

A leszálló fokozat 9,69 tonna tömegű, ebből 8,03 tonna jut a hajtóanyagra. Ez a fokozat 4,8 Mp tolóerejű rakétahajtóművel gondoskodik arról, hogy a holdkomp fékezéssel, lágyan érjen a Hold felszínére. A 4,7 tonna tömegű felszálló fokozat 2,5 tonna hajtóanyagot tartalmaz, hajtóművének tolóereje 1,8 Mp; a Hold körüli parkoló pályára ez a hajtómű juttatja vissza az egységet. A holdkomp stabilizáló és helyzetbeállító rendszerében négy törperakéta működik.

A felszálló fokozaton van a kétszemélyes, panorámaablakkal ellátott, hermetikusan zárt utasfülke, nemkülönben az irányító rendszert, a navigációs és a telemetrikus berendezéseket, úgyszintén egy fedélzeti számítógépet magában foglaló tartály. A fülkének két, zsilipszerkezetű nyílása van: a felsőn lépnek át az utasok az anyaűrhajóból a holdkompba, az oldalsó szolgál a Holdon leszállt egység elhagyására.

A holdexpedíció

A holdkutató vállalkozásban három főből álló személyzet vesz részt, nevezetesen a parancsnok, a holdkomp pilótája, végül a parancsnoki egység pilótája. Ez utóbbi állandóan az anyaűrhajón marad, másik két társa pedig a holdkomp segítségével leszáll az égitestre.

Amikor az Apollo-űrhajórendszer a Hold közelébe ér, működtetik a műszaki egység manőverező rakétáját, és pedig az űrhajó olyan helyzetben, hogy a rakéta van elől, tehát fékező hatást fejt ki. A fékezés olyan mértékű, hogy az űrhajó rááll az égitest körüli elliptikus parkoló pályára. A Hold két ízben megkerülése után újabb fékezéssel a pályát cirkularizálják, vagyis körré alakítják át; a pálya mintegy 110 km magasságban vezet az égitest felszíné mögött, s az űrhajórendszer 117 perc alatt tesz meg egy teljes Hold körüli utat.

A parancsnok és a holdkomp pilótája még a Föld – Hold pálya szakaszon egy alkalommal átkúszott a holdkompba, és a járművet alaposan megvizsgálta. A Hold harmadik megkerülése idején (az első kör alakú pályán) a holdkomp pilótája ezt a műveletet megismétli. A tize-

dik Hold körüli út alkalmával foglalja el helyét járművén a holdkomp személyzete, s utolsó próbaként még egyszer alaposan ellenőrzi a berendezést. Együttal előkészíti a holdkompot az anyaűrhajótól való különválásra és a leszálló manőverre; ekkor történik a jármű teleszkopikus, úgynevezett gólyalábainak a szétnyitása is. Mindezek a műveletek 4 1/2 – 5 órát vesznek igénybe.

Ezután a holdkomp utasai előbb megszüntetik járművük kapcsolát az anyaűrhajóval, majd 20–25 perccel később teljesen különválnak tőle. A két jármű ekkor még körülbelül egy óra hosszat nem távolodik el túlságosan messze egymástól; a holdkomp is a kör alakú pályán kering. Előfordulhat ugyanis, hogy a kísérletet valamiért abba kell hagyni. Ekkor az előbbi műveleteket mintegy megfordítva, ismét csatlakozhat a holdkomp az anyaűrhajóhoz.

A szétválasztásnak ebben a kezdeti szakaszában a holdkomp fedélzeti számítóberendezésével meghatározzák, jobban mondva pontosítják a Holdra vezető pályát. Ezt a számítást az anyaűrhajó berendezésén is elvégzik. Ha a számítások egyeznek, a holdkomp megkezdí a leszálló műveletet. Meg kell jegyeznünk, hogy a jelenlegi tervekben szereplő holdi leszállóterek megközelítéséhez a leszálló manővert olyankor kell megkezdeni, amikor a holdkomp a Hold túlsó fele fölötti pályaszakaszon, tehát a Föld felől rádióárnyékban van, s így nem lehet vele összeköttetést létrehozni. A művelet sikere a Földről csak akkor ellenőrizhető, amikor a holdkomp előbukkan a Hold tányérja mögül.

A leszálló manőverben a holdkomp – a leszálló fokozat hajtóművének működtetésével – letér a parkolópályáról, s egy átmeneti ellipszisen 15 km-re közelíti meg az égitest felszínét. Ha az expedíció résztvevői bármilyen oknál fogva a választott terepet alkalmatlannak találják a leszállásra, programukat még félbeszakíthatják, és járművükkel visszatérhetnek az anyaűrhajóhoz. Valószínűbb, hogy erre nincs szükség, s ekkor egy újabb pályamódosítással a Hold felszínét nagyjából 30 m magasságig közelítik meg; itt a holdkomp – helikopterhez hasonlóképpen – lebeg az égitest felszíne felett. Ekkor határozzák meg a végleges leszállás helyét.

Eddig az irányítási, illetve a pályamódosítási műveleteket a fedélzeti automatika intézte; a leszállás legutolsó fázisának manővereit a holdkomp pilótája kézzel irányítja. Valamennyi irányítási művelet végrehajtását – természetesen, ha nem esik rádióárnyékba – a földi központ ellenőrzi, adott esetben jelezve, hogy milyen helyesbítés szükséges.

A Holdon leszállt jármű személyzete az adott expedíció programjában előírt feladatokat végzi. Az első emberek összesen 21 óra 27 percet töltöttek a Holdon; ebből mindössze 2 óra 18 percet a holdkompon kívül, amelytől mindössze 30 m-re távolodtak el. A közeljövő Apolló-kísérleteiben az expedíció résztvevői előreláthatólag 5–10 óra

hosszat tevékenykednek az égitest felszínén, a holdkomp 300–1000 m-es környezetében.

Mindezek után kerül sor a felszállásra. Ekkor a holdkomp két fokozatát — a kötőelemek robbantásos eltávolításával — különválasztják. A leszálló fokozat a Holdon marad, s egyúttal a felszálló fokozat indítóállványaként szolgál.

A felszállás nagyjából a leszállás fordított művelete: a holdkomp előbb egy átmeneti pályán halad, majd elliptikus pályán tart az anyaűrhajó pályája felé. A két jármű találkozása után kezdődik a randevúmanőver. Ennek sikeres befejeztével az expedíció résztvevői átmennek az anyaűrhajóba. A holdkompot erről ismét leválasztják, s a parkolópályán hagyják hátra — vagy a Holdra zuhantatják —, az anyaűrhajó pedig utasaival rátér a Föld felé vezető pályára. A Föld közelébe érve a műszaki egységet leválasztják, s csak a parancsnoki egység tér vissza.

Az Apollo-űrrepülések

Az első Apollo-űrrepülést 1967 januárjában akarták végrehajtani. Az emlékezetes katasztrófa miatt az Apollo-1 kísérlet elmaradt, sőt a program módosítása miatt az Apollo-2 és -3 útjára sem került sor.

1967. november 9-én zajlott le az Apollo-4 kísérlet. Ekkor próbálták ki először a Saturn-5 hordozórakétát, valamint — utasok nélkül — az űrhajó parancsnoki és műszaki egységeit. Ugyanebben a kísérletben az űrhajót egy 191 km perigeumú és 18 320 km apogeumú pályára állították, majd az apogeum-távolságból a parancsnoki egységet közel második kozmikus sebességre gyorsítva hozták vissza.

A Saturn-1B hordozórakétával 1968. január 23-án végzett Apollo-5 kísérlet a holdkomp kipróbálását, a Saturn-5 hordozórakétával 1968. április 4-én végrehajtott Apollo-6 kísérlet pedig a műszaki egység próbáit szolgálta. Ezekben sem voltak még utasok az űrhajón.

Az 1968. október 11–22 között lefolyt Apollo-7 kísérletben ismét a Saturn-1B hordozórakéta szerepelt. Ez volt a program első emberes űrrepülése. A kísérletben az űrhajó parancsnoki és műszaki egységeit vizsgálták.

Az Apollo-8 volt a program második olyan űrrepülése, amelyben az űrhajón emberek foglaltak helyet. Az indítást a Saturn-5 hordozórakétával végezték. Az Apollo-8 parancsnoka Frank Borman, a parancsnoki egység pilótája James A. Lovell, a — kísérletben ekkor nem szereplő — holdkomp pilótája pedig William A. Anders volt. Az űrhajó 1968. december 21-én startolt, 10 fordulatot tett a Hold körül, majd 147 órával a start után, 1968. december 27-én leszállt.

Az amerikai űrvezetés, a NASA az Apollo-program további

lépéseit az Apollo-8 sikeres útját követően szabta meg. Ennek megfelelően — az űrpilóták megbetegedése miatt négy késedelemmel — 1969. március 3-án indult Föld körüli útjára az Apollo-9, amelynek az volt a fő feladata, hogy a világűrben utasokkal próbálja ki a holdkompot. Az űrhajón, amely március 13-án szállt le, James McDivitt parancsnok, David Scott, a parancsnoki egység pilótája és Russel Schweickart, a holdkomp pilótája teljesítette feladatát.

Az Apollo-10 űrrepülése, mely 1969. május 18. és 26. között zajlott le, lényegében már a holdraszállás főpróbája volt. Ez alkalommal az Apollo-8-hoz hasonlóan megközelítették a Holdat. A holdi parkoló pályáról indították a holdkompot, amellyel azonban nem szálltak le az égitest felszínére, hanem 15 km magasságból szemrevételeztek egyes későbbi leszállótereket. Az Apollo-10 űrpilótái Thomas Stafford, Eugene Cernan és John Young voltak.

Ilyen előzmények után került sor 1969. július 16-án (közép-európai idő szerint) 14 óra 32 perckor a holdraszálló Apollo-11 indítására. Az űrhajón Neil Armstrong parancsnok, Michael Collins, a parancsnoki egység pilótája és Edwin Aldrin, a holdkomp pilótája foglalt helyet. Armstrong és Aldrin, a „Hold Kolumbuszai” a holdkomppal július 20-án 19 óra 23 perckor értek Holdat a Nyugalom Tengere délnyugati részén kijelölt 2. leszállóterén.

Hosszabb előkészítő műveletek után Armstrong július 21-én 3 óra 56 perckor, Aldrin 4 óra 14 perckor lépett a Hold felszínére. Kőzetminták gyűjtése, szeizmométer és laserreflektor elhelyezése, a napszél összetételének vizsgálatára szolgáló gyűjtőlemez kihelyezése és bevonása, valamint fényképezés és filmfelvételek készítése után előbb 5 óra 57 perckor Aldrin, majd 6 óra 9 perckor Armstrong visszatért a holdkomp belső terébe. A holdkomppal ugyanezen a napon 19 órakor szálltak fel az égitestről, s 22 óra 32 perckor csatlakoztak az anyaűrhajóhoz. A történelmi jelentőségű út befejeztével július 24-én 17 óra 49 perckor szálltak le a Csendes-óceánon.

1969 november 14. és 25. között hajtották végre az Apollo-12 holdrepülését Charles Conrad parancsnok, Richard Gordon, a parancsnoki egység pilótája és Alan Bean, a holdkomp pilótája részvételével. Conrad és Bean a Viharok Óceánján fekvő 7. leszállóterén kötött ki holdkompjával. E leszállóter közelében ért Holdat 1967 áprilisában a Surveyor-3 holdszonda.

Ez alkalommal az expedíció tagjai 31 és fél óra hosszát tartózkodtak az égitesten, ebből mintegy 8 órát a holdkompon kívül. A tudományos program végrehajtása után felkeresték a Surveyor 3-at, amelynek televíziós kameráját leszerelték és hazahozták. A következőkben évenként két-három alkalommal szándékoznak űrhajót indítani a Holdra: a részletes terveket az Apollo-20-ig bezárólag már kidolgozták.

AZ ÉLŐ ANYAGGÁ SZERVEZŐDÉS FOLYAMATAI A VILÁGEGYETEMBEN

A fantázia útjain

Számos alkalommal előfordult már a csillagászat történetében, hogy más égitesten létező élet, sőt értelmes lények jeleire véltek találni. A későbbi kritikai vizsgálat azonban eddig még minden esetben kimutatta, hogy elhamarkodott vagy kellően át nem gondolt következtetésről volt szó. Más égitesteken létező életre a csillagászat eddig még semmilyen konkrét bizonyítékot nem talált.

Az a vágy, hogy az ember magához hasonló társakra leljen a Világegyetemben, és az idegen bolygókon lehetséges élet kutatásának nagy természettudományos jelentősége érthetővé teszi, hogy bizonyos észlelési adatok a túlzott optimizmus irányába mozgatták meg a fantáziát.

Amint az első csillagászati távcső megmutatta a Hold nagy síkságait, a „maré”-ket, *Galilei* tengerekről és partmenti városokról álmódzott.

W. Herschel által 1781-ben felfedezett Uránusz bolygó zöldes színű korongocska formájában jelent meg a távcső látómezejében. A zöld szín nyomán viruló mezőkre és erdőségekre kalandozott a képzelet.

A XIX. században *Schiaparelli* „marscsatornái” talán még a mai ürrepüléseknél is nagyobb szenzációt keltettek. *Gauss* is foglalkozott azzal a gondolattal, hogy a Szahara sivatagban világító lámpákkal óriási méretben ki kellene rakni a Pithagorasz tétel ábráját s így üzenni a marslakóknak.

Az emberek manapság is hajlamosak előttük ismeretlen légköri jelenségekben más bolygók küldötteit gyanítani. Napsugarakban csillogó meteorológiai és más rendeltetésű léggömbök, tűzgolyók, halojelenségek, jelző rakéták rengeteg emberben keltették azt a hiedelmet, hogy a Kozmoszból jött „csészéaljat” látnak. A több tízezer bejelentés fáradságos kivizsgálása — sajnos — ismét csak azzal az eredménnyel járt, hogy légkörünkben közlekedő idegen űrhajók éppúgy nem léteznek, mint a múlt század marscsatorna építő mérnökei.

Amilyen nagy jelentőségű volna értelmes lények vagy hármilyen

élet nyomaira lelmi a Világegyetemben, éppen olyan szükséges minden, esetleg így is értelmezhető észlelési adat alapos felülvizsgálata, szigorú kritikája.

Derülátó és horúlátó következtetések

Meg lehet azonban állapítani, hogy a tudományosság követelményein belül is egyes kutatók a más égitesteken lehetséges élet szempontjából vizsgálatra érdemes megfigyeléseket igen borúlátóan, mások viszont sokkal bizakodóbban értelmeznék. Az optimista álláspont természetesen a legkevésbé sem jelent bizonyítékot, de hasznos lehet abból a szempontból, hogy újabb kutatásokra ösztönöz. Az elutasító pesszimizmus viszont mintegy pontot tesz a vizsgálatokra, lezárja a kérdést.

A Világegyetemben lehetséges élet kérdésében optimista és pesszimista értelmezésre számos példát említhetünk.

A Mars bolygó felszíne sötétebb foltjainak az ottani évszakok során történő színváltozását az optimisták növényzet kivirulása és hervadásaként értelmezték. Ez a lehetőség azonban még nem jelent bizonyítékot a marsbeli növényekre és további vizsgálatokat tett szükségessé. Észrevételezték, hogy nedvesség hatására szervesetlen anyagokon is végbemehet ilyen színváltozás. Az is felvetődött, hogy a foltok zöldes-kék színe csak a környező sivatag vöröses színének kontraszthatása, a valójában csak világosabb és sötétebb árnyalatok váltakoznak, ami nagyon jól magyarázható a Mars légkörében a nitrogén különféle oxigénvegyületeinek egymásba alakulásával. Mindezen lehetőségek számításba vétele nagyon is indokolt, a pesszimizmus csak abban a kijelentésben nyilvánult meg, hogy ezek megcáfolták a marsi növényzetet.

W. Sinton nem tekintette lezártnak a kérdést és 1958-ban a Mount Palomaron a foltok színképének infravörös tartományában kimutatta a klorofil elnyelési sávjait. A derülátók ezt bizonyítéknak tekintették a Marson szerves molekulák jelenlétére. Hamarosan „megcáfolták” azonban Sinton azzal, hogy az észlelt elnyelési sávok máshogyan is létrejöhetnek. Egyetlen észlelés még valóban nem tekinthető bizonyítéknak, de az esetleges más lehetőség sem cáfolatnak. Az 1971. évi nagy oppozíció, vagy még előbb a Marsot megközelítő űrszondák alkalmat nyújtanak a további vizsgálatra.

Arra nézve, hogy a Mars fizikai körülményei között lehetséges-e élet, pesszimista és optimista következtetésre jó példa *Feszenkov* és *Tyihov* álláspontja. Feszenkov úgy jellemzi a Mars felszínének viszonyait, mint ha a Földön 30 km-es magasságban lenne egy száraz fennsík, a légkörből pedig eltávolítanánk az oxigént. Ilyen körülmények között — Feszenkov szerint — magasabb rendű növényi élet elképzelhe-

tetlen. Ezzel szemben Tyihov és iskolája különféle szimulátor kísérletekkel kimutatta, hogy a növények hőháztartása alkalmazkodik a hideg klímához, ha pedig az egyenként károsítóan ható marsbeli tényezők összesítő hatásának tették ki a növényeket, ez még egyes magasabb rendű növények fejlődésére kedvező is volt.

Az óriásbolygók jóval mínusz 100 fok alatti hőmérsékletén általában eleve kizártnak tartják az életet. Az optimistábbak felvetik, hogy hátha lehetséges szilícium alapú élet is, melyre az ilyen hőmérséklet megfelelő.

A Holdon jól tudjuk, hogy élet nincs. Az oda jutó rakétákat mégis sterilizálják, hogy hátha vannak ott az anaerob baktériumokhoz hasonló mikroorganizmusok.

Életnyomok kutatása a meteoritokban

Az életnyomok kutatása szempontjából a meteoritok vizsgálata is sok vitára adott alkalmat. A meteoritok tanulmányozásának az a nagy jelentősége, hogy az úrkutatás előtt egyedül ezek tették lehetővé kozmikus anyag közvetlen kémiai analízisét és ásványtani, valamint újabban korszerű fizikai-kémiai és atomfizikai módszerekkel történő vizsgálatát.

A bennünket ezúttal érdeklő vizsgálatok arra irányultak, hogy vannak-e a meteoritokban organizmusok bomlástermékeinek tekinthető szerves vegyületek, esetleg fosszilis mikrobák vagy más életmaradványok. Arra nem gondoltak, hogy olyan apró égitesteken, mint a meteoritok, szerveződött az élet, de azt a feltevést, hogy a meteoritestek egy, a Földéhez igen közel álló összetételű ősbolygó feldarabolásából származnak, a meteoritokban talált hélium izotópok aránya is valószínűsíti.

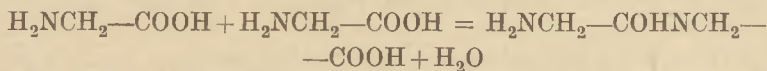
A Földi természetben az élő anyag molekuláinak atomjai a szén köré csoportosulnak. Szén — nyomokban — nagyon sok meteoritban találtak, néhány ún. szerves meteoritban pedig a szén mennyisége — mind amorf alakban, mind grafit és gyémánt alakjában vagy különféle carbidokban — eléri a 2—4,5 százalékot.

A szén azonban még csak egyik alkotórésze az élő anyag vegyi összetételének. Az élet igen bonyolult felépítésű és szervezettségű anyag létezési formája.

Az élő anyag legfontosabb szerves vegyületei a fehérjék és a nukleinsavak.

A fehérjék építőkövei az aminosavak. A fehérjék 20 féle aminosav kombinációból felépült, több millió atomból álló óriásmolekulák (makromolekulák). Maga a H_2NCH_2-COOH képletű (vagy a CH_2 gyökben

az egyik hidrogén helyett másféle atomot, illetve gyököt tartalmazó) aminosav még nem fehérje. Az aminosavak azonban ún. peptidkötéssel össze tudnak kapcsolódni, a következő módon:



Két aminosav dipeptiddé, több aminosav polipeptidekké egyesül. A fehérjékre jellemző tulajdonságok akkor kezdenek jelentkezni, ha többszáz aminosav molekula kapcsolódik össze, és pedig úgy, hogy a 20 féle aminosav a polipeptid láncban meghatározott sorrendben kombinálódik. Az élő sejt maga építi fel a saját fehérjéit, melyeknek molekulásúlya eléri a 40 milliót is.

Nagyon bonyolult makromolekulákból áll az öröklődés hordozóinak, a nukleinsavaknak vegyületcsoportja is. Az RNS molekulásúlya 1,5—2 millió, a DNS-é 4—6 millió. A nukleinsavakban sok nukleotid egység kapcsolódik láncszerűen egymás után polinukleotiddá. A polinukleotid egységei, a nukleotidok olyan anyagok, melyek heterociklusos bázisból, öt szénatomú cukorból és foszforsavból épülnek fel.

Elsősorban ezek a biológiai makromolekulák az élet hordozói. Az egyre nagyobb számú, majd az atomok millióit tartalmazó óriásmolekulák létrejötte az a mennyiségi változás, mely egyre bonyolultabb kémiai funkciók és kölcsönhatások kialakulásán keresztül új minőséghez, az előre jellemző tulajdonságokhoz vezet. Az új minőség azt is jelenti, hogy az élő anyag nemcsak mennyiségi — a molekulák atomjainak száma tekintetében — gazdagabb mint az élettelen anyag, hanem azáltal is, hogy makromolekulái bonyolult kapcsolatokba szerveződnek és az élő anyagot vegyületeinek meghatározott összrendezettsége, organizációja jellemzi.

A fehérjék és a nukleinsavak mellett fontos biokémiai vegyületek még a cukrok és a porfirinszármazékok. A porfirinváz négy pirrolgyűrű összekapcsolásából épül fel, a porfirinvázis vegyületek is igen bonyolult szerkezetűek. Ilyen porfirinszármazék pl. a zöld növények klorofillja, vagy a hem, mely a vörös vérsejtek haemoglobinjának alkotórésze.

Találtak-e a meteoritokban a biológiai jellegű vegyületekhez, fehérjékhez, nukleinsavakhoz, porfirinszármazékokhoz hasonló vegyületeket, vagy ilyen vegyületek alkotó részeit?

Szerves vegyületeket már régen kimutattak meteoritokban. *C. M. Wöhler* 1857-ben a kabai és a dél-afrikai Cold-Bokeveld-i meteoritban az ozokerithez hasonló vegyületet, egy nagyobb molekulájú szénhidrogént talált. *J. Smidt* 1876-ban egy $\text{C}_4\text{H}_{12}\text{S}_5$ összetételű vegyületet vont ki a kabai és alansi meteoritokból. Más meteoritokban $\text{C}_8\text{H}_9\text{O}_2$ összetételű szerves vegyületet is találtak.

Akadtak olyan feltevések, hogy a meteoritokban talált szénhidrogének talán élő szervezetek bomlástermékei, azonban *Wöhler* 1828-ban a carbamid szintézisével bebizonyította, hogy szerves vegyületet a laboratóriumban, abiogén úton, élő szervezetek közreműködése nélkül is elő lehet állítani. Így senmi sem indokolta azt a feltevést, hogy a meteoritok szénhidrogénjei valamilyen kapcsolatban lehetnek élő szervezetekkel.

Az 50-es években *B. Nagy*, *D. J. Hennessy* és *W. G. Meinschein* modern kutatási módszerekkel kezdték vizsgálni, többek között a franciaországi Orguel, a tanganyikai Ivuna és az újjélandi Mokoia meteoritok szerves vegyületeit. Ők már nemcsak szénhidrogéneket találtak, hanem aminosavakat, nukleotid bázisokat, cukorféleségeket, porfirin-származékokat, melyek között 24 szénatomot tartalmazó molekulák is voltak. 1961-ben pedig *dr. G. Clauss* és *B. Nagy* meglepő eredményt publikáltak: az Ivuna és az Orguil meteoritokban gömb alakú baktériumokra, sőt osztódó baktériumokra megdöbbentően hasonlító képződményeket, valamint fosszilizált egysejtűnek látszó alakzatokat találtak. A *Nature* folyóirat 1962-ben szimpozion jellegű cikksorozatban közölte a felfedezéshez fűződő kommentárokat és vitákat.

A csalódás most sem maradt el. A fosszilis egysejtűhöz hasonló képződményről kimutatták, hogy földi szennyeződés, a törpe parlagfű pollenje. Számos laboratóriumi kísérletből pedig az is kiderült, hogy a meteoritokban újabban talált szerves vegyületek is előállíthatók abiogén úton, éspedig igen egyszerű alapanyagokból.

Biológiai vegyületek mesterséges előállítása

S. M. Miller amerikai kutató metán (CH_4), ammónia (NH_3), vízgőz és hidrogén keverékén elektromos szikrákat ültetett át. Az elektromos kisülések hatására a gázelegyen aminosavak jöttek létre.

Ellenbogen metán vizes oldatát higanygőzlámpa ibolyántúli sugaraival kezelve kapott aminosavakat.

Krisna Bahadur indiai kutató kimutatta, hogy a természetes vizekben található fénoxidok, mint katalizátorok jelenlétében 500—1000 W-os izzólámpa hatására formaldehid és levegő vizes oldatában vagy széndioxid és levegő vizes oldatában spontán, aminosavak keletkeznek.

Ezen szenzációs kísérletek után még több kutató számos kísérlettel igazolta, hogy különféle alapanyagokból sugárzások vagy magas hőmérséklet hatására, vagy cian és ammónia esetében egyszerűen pár heti állás után aminosavak jelennek meg. A fehérjék felépítésében résztvevő 20 aminosav közül eddig 16 keletkezését mutatták ki ily módon.

A nukleinsavak alapanyagai abiogén keletkezésének lehetőségét is

igazolták *Ponnanperuma*, valamint *Oró* és *Kimball* kísérletei. Hig cián-hidrogén oldatot vagy metán és ammónia vizes oldatát ultrabolya sugarakkal, illetve nagy energiájú elektronsugarakkal kezelve, cián és ammónia vizes oldatát pedig 27—100 °C-on állni hagyva, nukleinsavszármazékokhoz jutottak.

Az utóbbi években a cukorféleségeket és porfirin vegyületeket is előállították abiogén úton. *Gabel* és *Ponnanperuma* formaldehid vizes oldatát forralva agyagásványok és alumíniumvegyületek jelenlétében három-, négy-, öt- és hatszénatomos cukrok keverékét kapták. *Hidgson* és *Baker* pirrolt és formaldehidet fémek jelenlétében 84 °C-on több órán át melegítve porfirinvázus vegyületet nyertek. Metánt, ammóniát és vizet tartalmazó közegben elektromos kisülések hatására is sikerült porfirinszármazékok keletkezését kimutatni.

A meteoritekben újabban talált szerves vegyületeket tehát nem lehet élő organizmusokkal való kapcsolat bizonyítékának tekinteni. Sőt arra is van már laboratóriumi kísérlet, hogy ha a meteoritokban fehérjét találnak, még ez sem tanúskodhatna az élet nyomai mellett.

S. W. Fox amerikai professzor aszparaginsav és glutaminsav jelenlétében aminosavak hevítésével általa protenoidnak nevezett fehérjeszerű anyagot állított elő, melyben az aminosavak 300 000 molekulásúlyú polipeptid láncáca kapcsolódtak. Más kutatók *C. N. Matthews* és *R. E. Moser* hidrogéncianid és ammónia, majd metán és ammónia keverékéből kiindulva kaptak fehérjeszerű polipeptideket.

Sajnos, úgy látszik, hogy a meteoritokban talált baktériumszerű képződmények sem élő anyag maradványai. *Fox* amikor forró vízben oldotta az általa előállított fehérjéket, a kihűlt oldatban a gömb alakú baktériumok méretével azonos gömböcskék keletkeztek. Elektronmikroszkóppal megállapították, hogy a gömböcskék fala a sejthártyához hasonló kettős membránszerkezetű. A kísérletek során a gömböcskék osztódását is megfigyelték. Formailag éppen úgy osztódtak, mint a gömb alakú baktériumok.

Fox nem élő sejtet állított elő mesterségesen, hanem a kísérlet éppen azt bizonyította, hogy a biológiai struktúrákhoz hasonló mikrostruktúrák is kialakulhatnak abiogén úton, az élet megjelenése nélkül.

Lehetséges, hogy a meteoritekben életnyomok kutatása le is kerül a tudományos kutatás napirendjéről (*L. Sztrókay Kálmán* „Az élet nyomai a meteoritokban” cikkét az 1964. évi Csillagászati Évkönyvben és a *Föld és Ég* 1967/2. számában).

Egyes kutatók nem tekintik a kérdést véglegesen lezártnak, mert ha az űrkutatás majd módot nyújt a meteoritestek légkörön kívüli közvetlen vizsgálatára, ez még hozhat meglepetéseket, de tény, hogy a meteoritokban életnyomok kutatása mind ez ideig negatív eredménnyel zárult.

Véleményem szerint azonban a meteorok kémiai analizisének eredményeit más, optimistább szemszögből is össze lehet kapcsolni a Világegyetemen lehetséges élet problématikájával, ha arra fordítjuk figyelmünket, hogy Földünkön hogyan alakulhatott ki az élet.

Mit tudunk a földi élet kialakulásáról

A földi élet keletkezésére legelfogadottabb *A. J. Oparin* szovjet biokémikus elmélete. Oparin szerint az élet megjelenését meg kellett előznie a szervesetlen anyagok abiogén evolúciójának, az atomokból kiindulva molekulák, egyszerűbb, majd mind összetettebb, bonyolultabb szerkezetű vegyületek képződésének s ennek során a mennyiségi változásoknak a minőségi ugrás, az életjelenségekhez vezető fokozatos felhalmozódásának.

Oparin szerint az abiogén evolúció legfontosabb lépcsőfokai:

1. Egyszerű, néhány atomos molekulákból kismolekulájú biokémiai vegyületek (aminosavak, nukleotid bázisok) képződése.

2. A kismolekulájú biokémiai vegyületekből biológiai makromolekulák (fehérjék és nukleinsavak, nagymolekulájú szénhidrátok) létrejötte.

3. A makromolekulák kolloidikai sajátosságaiknál fogva fizikai hatásokra sejtyszerű képletekbe, ún. koacervátumokba állnak össze, melyek éles határral elkülönülnek a környezetüktől és meghatározott belső struktúrával rendelkeznek.

4. Az egyszerű koacervátumok tovább szerveződnek összetett vagy komplex koacervátumokká, melyek sok vonatkozásban a protoplazma tulajdonságaihoz hasonlóak, de még nem élők.

Oparin a polipeptidekből, polinukleotidokból és más nagymolekulájú anyagokból képződött komplex koacervát cseppeket tekintette kiindulási rendszereknek az anyag evolúciójának az élet keletkezéséhez vezető útján. Szerinte e kiindulási rendszerektől a környezetükkel kölcsönhatásban álló, individuális kolloidrendszerek reakcióhálózatának nagyszámú specifikus katalizátor közreműködésével történő tökéletesedésén át vezetett az út az elsődleges (ős-) organizmusokhoz. Az anyag ezután a fejlődés újabb, biológiai szakaszába lépett.

Amikor Oparin kidolgozta elméletét, még csupán feltételezte kismolekulájú biokémiai vegyületek és makromolekulák spontán, abiogén keletkezését. Az utóbbi évtizedekben azonban a helyzet megváltozott. Oparin által feltételezett abiogén evolúciónak most már valamennyi szakaszát reprodukálták laboratóriumi kísérletekkel.

Őslégkör a laboratóriumban

Miller fentebb említett nagy jelentőségű kísérleteinek sokkal fontosabb célja volt, mint hogy megcáfolja a meteoritok szerves vegyületeinek biogén eredetét. Miller a metán, ammónia, hidrogén és vízgőz keverékével a Föld feltételezett őslégkörét reprodukálta, mely valószínűleg lényegesen különbözött a maitól. Más volt a légkör sugárzás áteresztő képessége is. A Nap ultraibolya sugárzásának legnagyobb részét elnyeli a magas légkörnek az oxigén atomokból létrejött ózon rétege. Az őslégkörön át azonban az ultraibolya sugárzás lejutott a Föld felszínéig. A geológusok feltételezik, hogy a Föld fejlődésének ebben a szakaszában, amikor a légkör vízpárái őstengerekké csapódtak le, a jelenlegieknél sokkal hatalmasabb és sűrűbb zivatarok elektromos kisülései tombolhattak.

Miller és más kutatók kísérletei azt bizonyították, hogy azok a kisebb molekulású biokémiai vegyületek, amelyekről az volt a vélemény, hogy a szabad természetben csak élőlények anyagcseréje útján keletkezhetnek, a feltételezett őslégkörben spontán, élőlények és enzimek közreműködése nélkül is kialakulhattak.

Fox, Matthews és *Moser* azután azt is kimutatták, hogy nemcsak a kis molekulású biológiai anyagok, hanem makromolekulák is keletkezhetnek abiogén úton.

Beigazolódott a makromolekulákból primitív struktúrák kialakulása is. A Fox-féle protenoid gömböcskék valószínűleg nem mások, mint Oparin koacervátumai.

Az abiogén evolúciónak tehát — a néhány atomos egyszerű szerzetlen molekuláktól kezdve az élet keletkezéséhez vezető út kiindulási rendszeréig — minden fázisát sikerült laboratóriumi kísérletekkel reprodukálni, melyek szerint a Földön megvoltak az élet megjelenéséhez szükséges, megfelelő összetételű szerves anyagok képződésének feltételei.

Ezek a kísérletek azonban nemcsak a földi élet kialakulása, hanem az élet előfeltételeinek más bolygókon létrejötte szempontjából is nagyon pozitíven értékelhetők.

Az élethez vezető út más bolygókon

Az élet más bolygókon is csak nyilván úgy jelenhetett meg, ha megelőzte a szerves anyagok makromolekulákhoz és primitív biológiai jellegű struktúrákhoz vezető abiogén evolúciója. A laboratóriumi kísérletek tanúsága szerint pedig ehhez nem valamilyen csak a Földre jellemző alapanyagok és feltételek szükségesek, hanem éppen ellenkezőleg a Világegyetemben gyakori molekulák és kozmikus hatások.

Egyszerűbb molekulák már a kevésbé forró csillagok légkörében is kimutathatók. A Napon eddig kb. egy tucat molekuláról tudunk, ezek között van a C_2 , CH, CN, NH, OH.

A neutrális, nem ionizált csillagközi gázban egyszerűbb szénhidrogének (CH) is előfordulnak. *Urey* szerint a gázporködökben a por katalizáló hatására a szabad gyökök stabilis molekulákká, metánná és más bonyolultabb szénhidrogénekké alakulnak. Újabban víz, ammónia, és formadelid molekulákat mutattak ki az intersztelláris térben rádiósugárzásuk révén.

A színképelemzés a bolygók légkörében metánt, ammóniát, széndioxidot, vizet mutatott ki. Az üstökösök magjának meteorrészececskéit *Whipple* hipotézise szerint ugyanezen anyagok jege cementezi össze. Az üstökösök kómája és csóvája többek között CN, NH_2 , CO^+ , CO_2 molekulákat tartalmaz.

A földi öslégkör metán, ammónia, hidrogén és vízgőz alkatrészei tehát nem különleges földi anyagok, hanem úgyszólván ez egész Naprendszerben és éppen így a Világegyetem más részein is gyakran előfordulnak. Ezekből az alapanyagokból pedig, a Kozmoszt betöltő sugárzások hatására spontán keletkeznek mind a kis molekula súlyú, mind az óriás molekulájú biológiai vegyületek. A szervetlen anyagok abiogén evolúciójának a Kozmosz teremti meg a feltételeit.

Miről tanúskodnak a meteorok

Bármilyen logikusnak is látszik azonban valamilyen következtetés, igazságát a tapasztalatnak kell megerősítenie. Erre a tapasztalatra tettünk szert a meteoritok kémiai analízisével. A meteorok nem amellet tanúskodnak, hogy a Kozmoszban nincs élet — erre a meteorok nem is illetékesek — hanem annak hitelt érdemlő tanúi, hogy kozmikus anyagban is végbement a szervetlen anyagoknak az élet megjelenéséhez szükséges abiogén evolúciója, mégpedig — a jelek szerint — egészen az Oparin-féle koacervátumokig.

Ez a pozitívum pedig sokkal fontosabb annál a negatívumnál, hogy a meteoritokban nem találtak életnyomokat. Abból, hogy az égitestek egy bizonyos konkrét fajtáján nem találunk életet még semmilyen elvi következtetést nem lehet levonni, mert ez nem jelenti azt, hogy másfajta égitesteken sem lehetséges élet. Az abiogén evolúciónak kozmikus anyagban is felismerése viszont közelebb visz bennünket ahhoz, hogy sokkal kedvezőbben ítéljük meg a más bolygókon lehetséges életet.

A fehérjék és más makromolekulák spontán keletkeztetése előtt legalább olyan rejtélyesnek látszott, hogy hogyan kerülhetnek fehérjék valamely bolygóra, mint élőlények feltételezése, hiszen élő szerve-

zetek anyagcseréje és enzimek közreműködése nélkül el se tudták képzelni fehérjék képződését. Ezért voltak olyan elméletek — mint a litosperma és radiopánsperma elmélet —, hogy az életcsírákat a meteorok vagy a sugárnyomás szállítja egyik égitestről a másikra. Persze így továbbra is rejtély maradt, hogy hogyan került az első életcsíra valahova. Az újabb kutatások és a meteorok tanúsága szerint az anyag fejlődése mindenütt eljuthat a biológiai makromolekuláig, ahol erre megvannak a kémiai és fizikai feltételek.

Mindez még nagyon távol van attól, hogy már mindent tudunk az élet keletkezéséről. A makromolekulák és biológiai jellegű mikrostruktúrák megjelenése csak szükséges, de korántsem elégséges feltétel a minőségi ugrásnak, az élet megjelenésének. Mint a meteoritok példája mutatja, a fejlődés meg is állhat a makromolekulák struktúráinál és csak olyan égitesteken megy tovább, ahol erre is kedvezőek a feltételek.

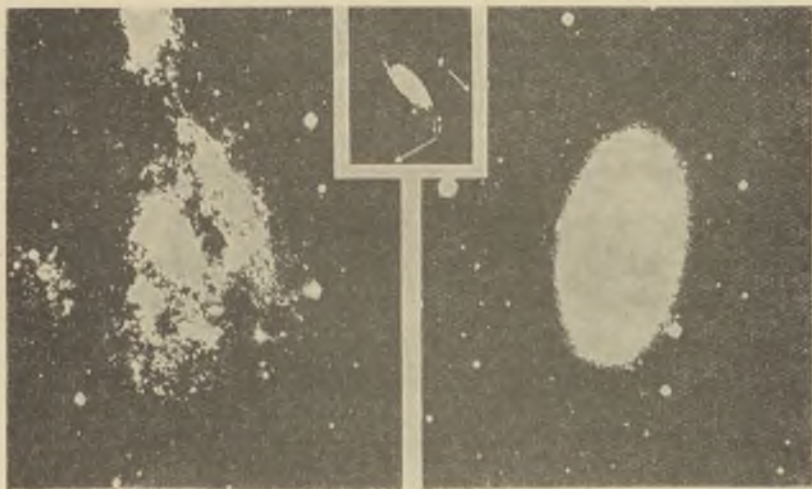
Csillagászat és biológia találkozása

A Földön az őslétkör és az ősóceán volt a színtere az élő anyaggá szerveződésnek és motorja pedig a Nap hő-, fény-, rövidhullámú- és korpuszkuláris sugárzása, valamint feltehetőleg a kozmikus sugárzás is. A fejlődésnek arra a szakaszára, ami a komplex koacervátumoktól az elsődleges őszervezetekhez vezetett, egyelőre csak elméleti következtetésekre vagyunk utalva. Lehet, hogy a Földön a későbbi élet elpusztította a koacervátumokat az élő szervezetekkel összekötő formákat. A biológia rohamos fejlődésére tekintettel nem lehetetlen, hogy a laboratóriumi kísérletek reprodukálják majd a koacervátumok további fejlődésének egyes mozzanatait. Legvalószínűbb azonban, hogy más bolygókon, például a Mars bolygón végzett közvetlen vizsgálatok derítenek majd fényt az élet kialakulásának ma még tisztázatlan kérdésére, mert a földi élet csak egyik része a Világegyetemet benépesítő életnek, a biológia legegységesebb törvényeit is a Világegyetemben ismerhetjük meg.

A GALAKTIKUS HALÓ

Ma már biztosan tudjuk, hogy a csillagok és a gázanyag, amelyekből Galaxisunk összeállt, több alrendszert alkotnak. Megfigyelhetünk pl. olyan objektumokat, amelyek csak nagyon gyengén koncentrálnak a Tejútrendszer síkjához, s közel szférikus rendszert képeznek. Ezekből áll az úgynevezett „galaktikus halo” (vagy pontosabban a halo II. populáció). A galaktikus halo kialakulása első fontos fázisa volt Tejútrendszerünk fejlődésének. Elsősorban ez indokolja vizsgálatának fontosságát.

Az intersztelláris ködök és az ezekből újabban formálódott csil-



17. ábra. Balra: részlet az Andromeda-köd spirálkarjából. A legfényesebb csillagok kék óriások. Jobbra: NGC 205 nevű kiscsillag. Legfényesebb csillagai sárga és vörös óriások, melyek 100-szor halványabbak a kék óriásoknál.

lagok szorosan a Tejútrendszer síkja mentén, a spirálkarokban helyezkednek el. Ezeket nevezzük extrém I. populációs objektumoknak.

Természetesen a két szélsőséges eset között a különböző típusú közbülső képződmények nagy száma létezik.

A populáció fogalma

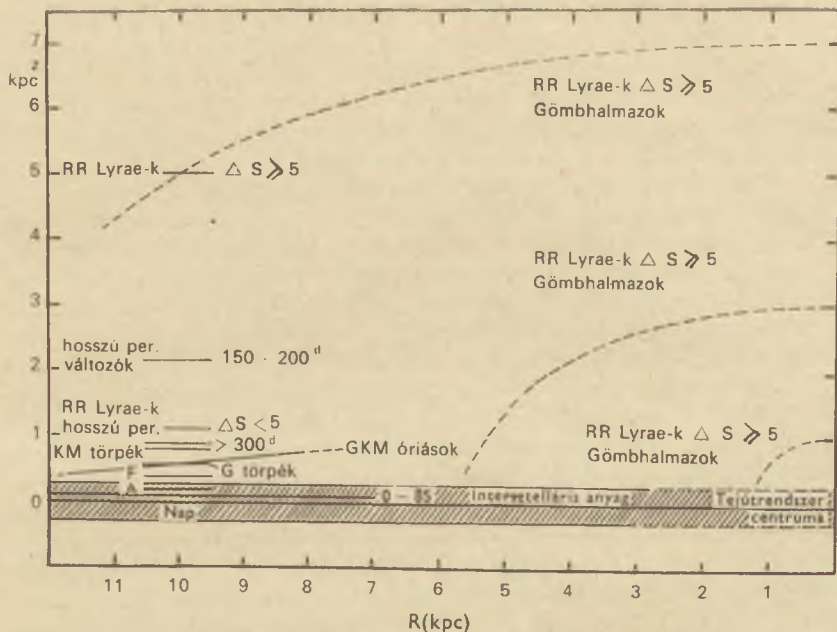
A populáció fogalmát *W. Baade* amerikai csillagász vezette be 1944-ben, amikor először sikerült individuális csillagokra bontania az Androméda-köd amorf centrális részét és elliptikus kísérőit, a Messier 32-t és az NGC 205-öt (17. ábra). *Baade* felismerte, hogy a feloldott csillagok sárga és vörös óriáscsillagok, és azonos típusúak a Tejútrendszer gömbhalmazainak legfényesebb csillagaival. Sejtése is helyesnek bizonyult; az elliptikus galaxisok csillagainak szín-fényesség diagramja hasonló a gömbhalmazokéhoz. Ezzel szemben az Androméda-köd és Tejútrendszerünk spirálkarjaiban levő csillagok szín-fényesség diagramja merőben más struktúrájú, emellett a legfényesebb csillagok kék óriások.

Az a tény, hogy mind a gömbhalmazok, mindpedig a spirálkarok csillagai különböző rendszerek tipikus képviselőinek látszanak, *Baadet* a két típusú csillagsokaság, „csillagpopuláció” létezésének hipotéziséhez vezette.

Főleg szovjet csillagászok hangoztattak először olyan véleményt, hogy a populációs típusoknak egy sorozata létezik, folytonosan változó karakterisztikákkal. Az általános vélemény azonban az volt, hogy a kétféle populáció koncepciója nagyon kényelmes munkahipotézis a galaktikus és extragalaktikus kutatásokban.

Baade eredeti munkájában a két típus közötti különbségtétel elsősorban fizikai sajátságokon (spektráltípus, luminozitás) alapult, kombinálva az objektumok helyzetével a Galaxison belül. Az első utalás a kinematikai sajátságokra csak az ún. nagy sebességű csillagokkal kapcsolatosan történt. Ezeket általában II. populációjúaknak klasszifikálták. Az utóbbi évtizedben a kinematikai sajátságok szinte a legfontosabb paraméterekké váltak. Ez azáltal vált lehetővé, hogy *B. Lindblad*, *J. H. Oort* és mások részletesen kidolgozták a csillagrendszerek dinamikai elméletét. Ezen elméletek alapján pl. *Lindblad* különböző mértékben lapított, különböző sebességeloszlással és közepes rotációs sebességgel rendelkező alrendszerek szuperpozíciójaként írta le a Galaxist.

Az alapvető populációs típusok felfedezésekor a különböző csillagok kémiai összetétele közötti különbségek vizsgálata még kezdeti állapotban volt, bár számos észrevételt tettek már a gömbhalmazok



18. ábra. A leglényegesebb objektumok térbeli eloszlásának sematikus ábrázolása a Tejútrendszer síkjára merőleges síkban. A vízszintes vonalak azokat a szinteket mutatják, ahol a jelzeti típusú csillagok térbeli sűrűsége a Tejútrendszer síkja menti érték tízedrészére csökken. A szaggatott vonalak a szferoid-eloszlású gömbhalmazok és RR Lyrae csillagok azonos térbeli sűrűségű helyeit jelzik.

(II. populáció) és nyílthalmazok (I. populáció) hasonló spektráltípusú óriáscsillagainak spektrumaiban meglévő különbségekről. Így például a gömbhalmazok legfényesebb csillagainak CN sávja keskenyebb a vártnál. Ezt a CN anomáliát a nagy sebességgel mozgó K óriásokban is megfigyelték.

A csillagpopulációk bevezetése igen termékenyítően hatott a csillagászati kutatásokra, hiszen a különböző területen (csillagok kinematikája, eloszlása, galaktikus dinamika, spektroszkópia stb.) dolgozó csillagászoknak egy közös érdeklődésű kutatási területet nyújtott. Minél több adat válik ismertté a populációk természetével kapcsolatban, annál közelebb kerülünk a populációk eredetére vonatkozó kérdések megválaszolásához. Ily módon a csillagpopulációk vizsgálata nagyban hozzájárul a csillagfejlődés jobb megértéséhez és az ilyen irányú in-

tenzív kutatásokhoz, amely ma a csillagászatot nagy mértékben jellemzi.

Mielőtt a populációs típusok klasszifikációjára és azok tömör jellemzésére térnénk, röviden tekintsük át alapvető ismereteinket a Tejútrendszer leglényegesebb objektumainak térbeli eloszlásáról. Az általános jellemzőket a 18. ábráról olvashatjuk le.

Érdekes megfigyelni, hogy a későbbi spektráltípusú csillagok kevésbé koncentrálnak a Tejútrendszer síkjához. Ugyanakkor az interisztelláris anyag szorosan a szimmetriasík mentén helyezkedik el.

Az ábra meggyőzően bizonyítja, hogy óriási különbségek vannak a különböző típusú objektumok eloszlásai között. A rendkívül erősen lapított eloszlástól a közel szférikus és centrálisan koncentráltig a közbülső állapotok széles skálája létezik.

Az egyes objektumfajták, eloszlási sajátágaikban meglevő különbségek mellett, nagy eltéréseket mutatnak kinematikai tulajdonságaikban is. Minél lazább koncentrációt mutat az objektumok egy rendszere a Tejút síkjához, azok átlagos sebessége is annál nagyobb általában.

Az utóbbi évek pontosabb vizsgálatai azt mutatták, hogy az eredeti Baade-féle populációk mellett közbülső típust is meg kell különböztetnünk, amelyet korong populációnak nevezünk. Azonkívül tovább két-két alosztályra kellett bontani az I. és II. populációs objektumokat. Az öt osztályba sorolt objektumok a sajátosságok többé-kevésbé folytonos sorozatát reprezentálják. A jelenleg elfogadott osztályozási rendszert táblázatban adjuk meg.

A megfelelő osztályba tartozó objektumoknak a galaktikus siktól mért átlagos távolságát $\langle |z| \rangle$, míg $\langle |Z| \rangle$ ezen síkra merőleges sebességük átlagát jelöli. Z_{ne} a He-nál nehezebb elemek gyakoriságát adja meg a H gyakoriságához viszonyítva. Mint látjuk, a II. populációjú objektumok fémszegények az I. populációsokhoz képest. Így a populációs típusok megkülönböztetésére a kémiai összetétel vizsgálata lehetőséget nyújt. Itt csak két módszert említünk meg.

Ha a csillag fémekben szegény, akkor az ultrabolya tartományban hiányozni fognak a fémekre jellemző abszorpciós vonalak is, így ebben a tartományban erősebben sugároznak, mint a normális fémtartalmú csillagok. Ezen eltérést, az ún. ultrabolya excessust, mérve a fém-, főleg vastartalomra jellemző paramétert kapunk.

A fémtartalomra jellemző másik paraméter az ún. *Preston-féle index*, amely a H és Ca II vonalakhól következtetett spektráltípusok különbségének tízszerese:

$$As = 10[\text{Sp}(H) - \text{Sp}(Ca II)].$$

Összefoglalva az eddigieket a következőket mondhatjuk. Tejútrendszerünk több alrendszerből áll, melyek közül az egyik leglényege-

sebb a közel szférikus eloszlású galaktikus halo. Ez a legöregebb és fé-
mekben legszegényebb objektumokat tartalmazza. Ezek után rátérünk
a galaktikus halo legrégebb objektumainak bemutatására.

II. táblázat

	II. populáció			I. populáció	
	halo II. popu- láció	közbülső II. popu- láció	korong populáció	öregebb I. populáció	extrém I. populáció
jellemző legfontosabb objektumok	szubtörpék gömb- halmazok RR Lyrae (ab) csillagok (periódus > 0,44 nap)	nagy se- bességű csillagok Z sebesség > 30 km/sec hosszú- periódusú változók (periódus < 250 nap, spektrál- típus < M5e)	galakti- kus mag csillagai plane- táris ködök novák RR Lyrae (ab) csillagok (periódus < 0,44 nap) gyenge- vonaltú csillagok	A-típusú csillagok erős-vonaltú csillagok Me törpék	gáz jelenlegi spirálstruk- túrával kap- csolatos fiatal csillagok szuperóriások cepheidák T Tauri csillagok fiatal nyílthalmazok
$\langle |z| \rangle$ (pc)	2000	700	400	160	120
$\langle |Z| \rangle$ $\left( \frac{\text{km}}{\text{sec}} \right)$	75	25	17	10	8
szferoidelosz- lás tengely- aránya	2	5	25?	?	100
koncentráció a centrum felé	erős	erős	erős?	gyenge	gyenge
eloszlás	egyen- letes	egyen- letes	egyen- letes?	egyen- telen, spirálkarok- rokban	rendkívül egyen- telen, spirálkarok- ban
Z_{tot}	0,003	0,01	0,02	0,03	0,04

A galaktikus halo komponensei

A halo tömegéről keveset tudunk, de valószínűleg a Tejútrendszer
össztömegéből legalább 5% a rá jutó hányad. A megfigyelések szerint
feltehető, hogy ez az anyagmennyiség főleg csillagokba koncentráló-

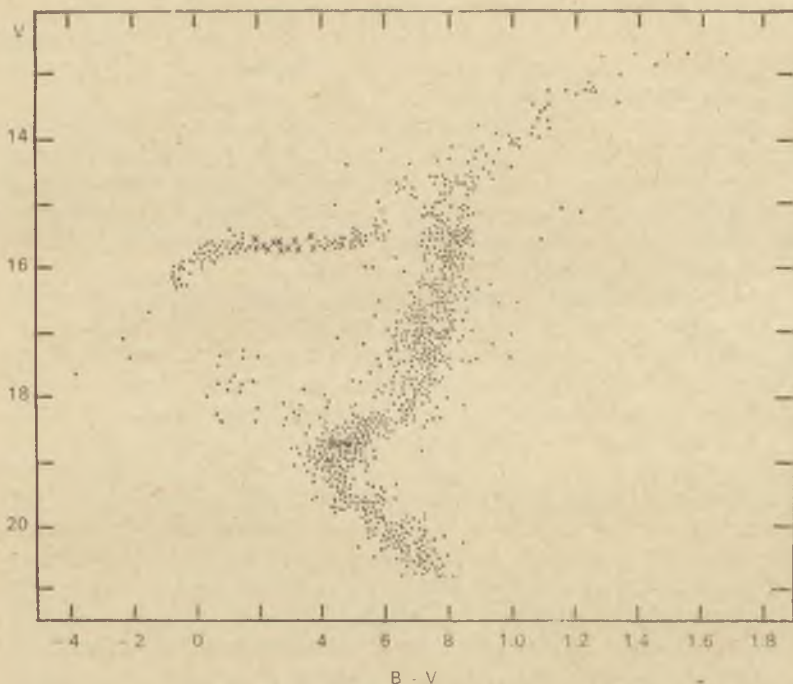


19. ábra. A Messier 3 gömbhalmaz

dott, melyek egy része jellegzetes csillaghalmazokat, *gömbhalmazokat* képez.

A gömbhalmazok Tejútrendszerünk legszembetűnőbb objektumai közé tartoznak. (Egyik tipikus képviselője a 19. ábrán látható Messier 3 halmaz.) Nem adható meg rájuk szigorú definíció, a csillagászok általában a Galaxis centrális és halo tartományában található hozzávetőleg szférikus eloszlású csillagaggregátumokat nevezik gömbhalmazoknak. Esetleg néhány millió csillagot is tartalmazhatnak. Korábban kizárólag geometriai sajátágaik (forma, csillagok száma, sűrűséggradiens stb.) szerint különböztették meg őket. Az utóbbi időben viszont csillagaik fizikai tulajdonságait (kémiai összetétel, kor, luminozitási függvény stb.) tekintik lényegesebbnek.

A gömbhalmazok szín-fényesség diagramjai (20. ábra) különös jelentőségre tettek szert. Ezek fejezik ki ugyanis legtöbbször a tartalmazott csillagok fizikai tulajdonságait. Ezen a diagramon a főszorozattól való elhajlás pontja a kor függvénye, míg a görbék finomabb struktúrája a kémiai összetétellel is kapcsolatos. Amellett szemlélete-



20. ábra. Az M3 gömbhalmaz csillagainak szín-fényesség diagramja A. R. Sandage adatai alapján. Pontok: állandó fényű csillagok, keresztek: a halmaz néhány RR Lyrae típusú változó csillaga

sen mutatják azt az ismert tényt, hogy a gömbhalmazok legnagyobb luminozitású csillagai vörös óriások, amelyek 2—3 magnitúdóval fényesebbek az RR Lyrae csillagoknál.

A Tejútrendszerünkben ismert gömbhalmazok száma 119. Egykét halmaz létezik csupán, melyeknek a gömbhalmazok közé sorolása problematikus. Feltehető a kérdés azonban, vajon mennyi a teljes számuk Galaxisunkban, figyelembe véve azt a tényt, hogy az intersztelláris abszorpció elföldi előlünk annak bizonyos tartományát. Szigorú becslések arra az eredményre vezettek, hogy a gömbhalmazok teljes számának 125—130-nak kell lennie. Érdekes megemlíteni, hogy a Tejútrendszerünkénél mintegy 10%-kal nagyobb méretű Androméda-ködben számuk 300—400-ra tehető.

Ahhoz, hogy a gömbhalmazok számos fontos jellemzőjét meghatározhassuk, ismernünk kell távolságukat. Ennek meghatározásához manapság több módszert használnak. Elfogadják például, hogy az RR

Lyrae változók a különböző gömbhalmazokban azonos abszolút fényességűek ($M_V = +0,3$ magnitúdó), vagy a 25 legfényesebb csillag átlagfényessége megegyezik ($M_B = -0^m8$). Merve a látszó fényességet, a távolságok kiszámíthatók.

Érdekes eredményre vezettek az integrált fizikai tulajdonságok vizsgálatai. Az egyes gömbhalmazok integrált abszolút fényességei -7 és -8 magnitúdó körül változnak. A gömbhalmazok rendszerének teljes fényessége így $M_B \approx -13$ magnitúdóra tehető. Ez nagyságrendben megegyezik a törpe elliptikus galaxisok fényességével (pl. NGC 147-re $M_B = -14$ magnitúdó).

Az integrált spektráltípusok szerint a gömbhalmazok két csoportot alkotnak: a Tejútrendszer centruma körülieké GO—G4, míg a távolabbiaké F4—F8. Amellett a centrum környezetében levők RR Lyrae változókban szegények és fémtartalmuk elég magas. Ezek valószínűleg nem is sorolhatók a halo populációs objektumok közé.

A halmazátmérők is igen fontos paraméterek, meghatározásuk viszont rendkívül problematikus. Pl. a Messier 3 esetén az összfény több mint 90%-a kevesebb mint 30 pc átmérőjű tartományon belülről származik, ugyanakkor az RR Lyrae változói eloszlása alapján a halmaz átmérőjére 100 pc adódik. Fokozza a nehézségeket, hogy a különböző gömbhalmazokban a csillagok koncentrátságának foka is erősen eltérő. A „halmazmagok” (ahonnan az összfény 50%-a származik) mérete viszonylag könnyen meghatározható. Ezek átlagosan 2 pc átmérőjűek.

A halmazok tömegéről ismereteink elég hiányosak. Ezt közvetlenül csak két halmazban mérték az individuális csillagok sebességszórásából. A Messier 92-re $1,1 \cdot 10^5$, míg a 47 Tucanae gömbhalmazra kb. $4 \cdot 10^6$ naptömeg adódott.

A csillagok leszámolásával és a tömeg-fényesség reláció alkalmazásával is megbecsülhetjük a tömegeket. Sajnos a nem obszerválható, túl halvány csillagok is jelentősen hozzájárulhatnak az össztömeghez, így ennek a módszernek a hibája elég tekintélyes. Ezen az úton a Messier 3 gömbhalmaz tömegére $1,4 \cdot 10^5$ naptömeget kaptak.

Ha a tömeghatározások hibái tekintélyesek is, annyi mindenestre látható, hogy a gömbhalmazok százezer naptömeg körüliek. Ekkor pedig a 119 gömbhalmaz teljes tömege kb. tízmilliószorosa a Nap tömegének, s csak néhány tízezredrésze Tejútrendszerünk össztömegének.

A gömbhalmazok átlagsűrűsége 2 pc^3 -enként egy csillag. Ez a halmazcentrum körül az 50 csillag/pc^3 -et is elérheti, ami 500-szorosa a Nap környezetében levő sűrűség értékének.

A halo lényeges komponensét képező gömbhalmazok rendszere fontos szerepet játszott Tejútrendszerünk méretének meghatározásában. Térbeli eloszlásuk vizsgálatából ma is a legmegbízhatóbb értéket

lehet vezetni a Napnak a galaktikus centrumtól való távolságára (kb. 10 kpc).

A gömbhalmazok rendszerének kinematikájáról és rotációjáról viszonylag keveset tudunk. Eddig mintegy 70 gömbhalmaz radiális sebessége ismert csupán. Ezen anyag analízise alapján annyi biztosan mondható, hogy a gömbhalmazok a galaktikus centrum körül nagy excentricitású pályákon mozognak, a galaktikus korongtól függetlenül. Átlagos rotációs sebességük a Napra vonatkoztatva 140 km/sec.

A gömbhalmazok mellett a halonak lényeges összetevőjét képezik az azoktól független, „szabad” csillagok. Ezekről ismereteink elég hiányosak. Szisztematikus kutatásuk az utóbbi időben kezdődött csak el. A nagy tömegben végezhető fotometriai vizsgálatokra az ad lehetőséget, hogy az öreg halo-csillagok csekélyebb fémtartalmuk következtében, mint már említettük, ultraibolya excesszust mutatnak a fiatalabb populációjú csillagokkal szemben. Így a halo-csillagok az utóbbiakhoz képest a két-szín diagramon feljebb vannak.

A fotometriai vizsgálatok első eredményei szerint a halo határa az anticentrum irányában a Naptól 35 kpc-re, azaz a Tejútrendszer centrumától 45 kpc-re tehető.

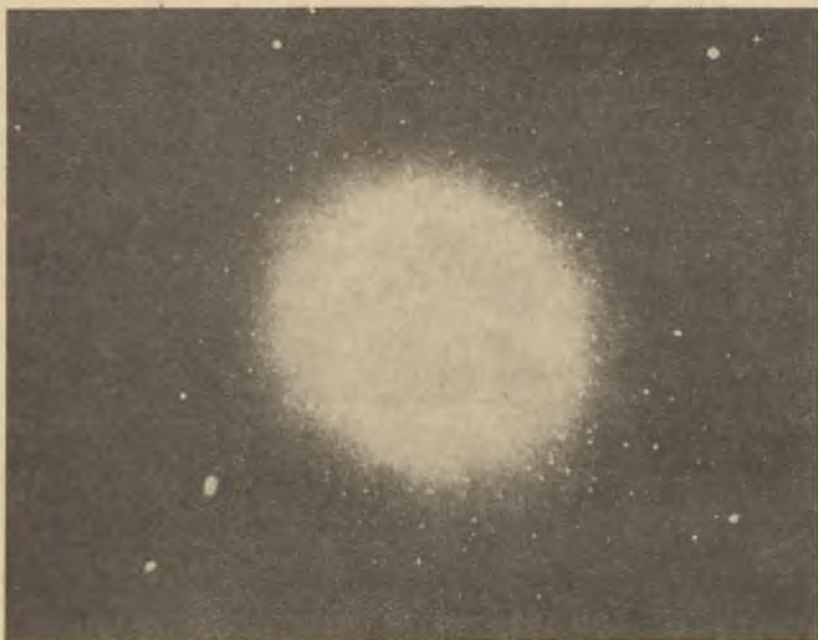
A szabad halo-csillagok legjobban vizsgált csoportját az alacsony fémtartalmú ($A_s > 5$) RR Lyrae típusú változók alkotják.¹ Szokás őket halmazváltozóknak is nevezni, mivel az első ilyen típusú változókat gömbhalmazokban találták. A halmazokban levő RR Lyrae-k és a gyenge vonalú szabad, mezőváltozók közötti szoros rokonságot fotometriai és spektroszkópiai vizsgálatok egyértelműen igazolták. Az utóbbi időben, éppen a halo struktúrájának vizsgálata céljából, igen intenzíven kezdtek kutatni utánuk a galaktikus pólus irányában. Ebben az irányban ugyanis az intersztelláris abszorpció feltehetőleg elenyésző. A Lick Observatóriumban pl. 25 kpc távolságra is fedeztek fel új RR Lyrae típusú változókat.

A halo RR Lyrae csillagai a Naphoz viszonyítva általában nagy sebességgel rendelkeznek, és kinematikai sajátágaikban hasonlóak a gömbhalmazokhoz.

A szintén alacsony fémtartalmú *szubtörpék* ugyancsak a halo reprezentánsai. Galaktikus pályájuk excentricitása általában nagy, és mozgásuk során a Tejútrendszer centrumához 4 kpc-nél közelebb kerülnek, míg ezen objektumok 60%-a 2 kpc-nél is kisebb távolságra közelíti meg azt. Lényeges észrevétel, hogy a szubtörpék mellett néhány kései típusú óriás is hasonló kinematikai sajátságokkal rendelkezik.

Ezeknek a csillagoknak az eredetére talán útbaigazítást ad O. J.

¹ Az RR Lyrae típusú változókról részletes ismertetést talál az érdeklődő a Fizikai Szemle 14. évf. 5. szám 139. oldalán.



21. ábra. A Messier 87 jelzésű elliptikus galaxis. Tipikusan halo populációs objektumokból áll, több száz gömbhalmaz veszi körül

Eggen észrevétele. A *Groombridge* 1830 nevű csillagraj tagjai közül négy F és G típusú szubtörpe, ötödik RR Lyrae csillag. Lehetséges, hogy ezek egy korábban szétbomlott gömbhalmaz tagjai voltak. A Nap környezetében több ilyen halo populációhoz tartozó csillagrajt ismerünk, amelyből viszont arra kell következtetnünk, hogy a gömbhalmazok eredeti száma legalább egy nagyságrenddel nagyobb volt.

A nagy sebességű csillagok valószínűleg nem alkotnak homogén csoportot, nehéz őket pontosan besorolni az egyes populációs osztályokba, ill. alosztályokba. Általában közbülső II. populációjúaknak tekintik azokat. Néhány nagy sebességű csillagnál viszont nyilvánvaló, hogy a halo populációhoz tartozik. Ilyen pl. a BD + 30°2611 nevű csillag, amelynek a galaktikus síkra merőleges sebessége 248 km/sec.

Különösen *W. J. Luyten* amerikai csillagász kutatott halvány kék csillagok után magas galaktikai szélességeken. (+20 magnitúdóig 1°-onként 30–50-et talált.) Ezek a csillagok már a halon túl nyúló galaktikus korona képzésében is részt vesznek, amely a Magellán Felhőkig terjedhet, sőt az Androméda-köd koronájával össze is érhet.

A galaktikus halo *gázkomponenséről* nagyon keveset tudunk. Bár az intersztelláris gáz zöme erősen koncentrálódik a galaktikus síkhoz, bizonyos mennyiségű gáznak ettől a síktól nagy távolságban is kell lennie.

A halobeli gázsűrűség kérdése még megválaszolatlan, de felső határ a neutrális hidrogén sűrűségére megadható a megfigyelések alapján. Ha elfogadjuk, hogy a galaktikus pólushoz közeli irányokban obszervált 21 cm-es sugárzás a haloból származik, és nagyságrendileg 10 kpc hosszúságú szakaszból jön, akkor az átlagos H atom sűrűség 10^{-2} cm^{-3} .

Nem ismeretes, hogy a halo gázanyagának hányadrésze van neutrális formában, milyen a kémiai összetétele, és mennyiben tekinthető homogen eloszlásúnak.

Az egész Tejútrendszert (így a halot is) körülvevő közel szférikus korona létezése ma már jól megállapított tény az innen származó nem termikus sugárzásnak magas galaktikai szélességeken végzett rádiócsillagászati megfigyeléseiből is. Emellett optikai bizonyítékok is vannak távoli, a galaktikus síkra közel merőlegesen haladó nagy sebességű felhők létezésére. Ezek mozgásainak furcsán szisztematikus karaktere azt jelezheti, hogy a környező univerzumból jönnek, és a galaktikus rendszerben jelenlevő gázok lefékezik azokat. A rendelkezésre álló megfigyelési anyag azonban túlságosan hiányos ahhoz, hogy ez az elképzelés kellően megalapozott legyen.

A halo eredete és fejlődése

A legtöbb csillagász úgy véli, hogy a galaxisok az expandáló Univerzum irregularitásaiból keletkeztek. Ezekben az irregularitásokban kezdetben a főleg hidrogénből álló ősgáz semmiféle érezhető koncentrációt sem mutatott egy korong vagy centrum irányában. A galaktikus halo, ezen elképzelés szerint, az eredeti gázból fejlődött ki, mielőtt annak ideje lett volna koronggá koncentrálódnia és elveszítenie nagy kinetikus és potenciális energiáját ütközések és sugárzás által. A később kontrakció idején a gáznak meg kellett őriznie kezdetől meglévő tekinélyes impulzuszóráját, amely meghatározta a Tejútrendszer szimmetriatengelyének irányát. Fokozatosan egy vékony korongba sűrűsödött össze a gáz, a korong és, az I. populációjú csillagok már itt keletkeztek.

A csillagoknak, amelyek a galaktikus rendszer fejlődésének különböző periódusában formálódtak, különböző kémiai összetételűeknek kell lenniük, ugyanis az intersztelláris gáz összetétele fokozatosan megváltozott. Az idő folyamán a hidrogénnél és héliumnál nehezebb elemek gyakorisága állandóan nőtt. Így a halo populációs objektumoknak az I. populációsokhoz viszonyított alacsony fémtartalmú magától értetődő.

Nyilvánvaló, hogy annak az időintervallumnak, amelynek során a halo-csillagok (és a közbülső II. populációjúak is) képződtek, nagyságrendileg meg kellett egyeznie az eredeti gáztömegek kollapszusának időtartamával. Ha ezt a kollapszust irreguláris gázáramok közötti ütközések nem akadályozták, bizonyos megfontolások szerint, annak 200 millió évig kellett tartania. A tényleges idő valószínűleg valamivel hosszabb volt.

A kollapszus időszakában a csillagok és különösen a nagy halmazok formálódása igen erőteljes volt. A nehéz elemek képződése folyamatának is igen intenzívnek kellett lennie, ugyanis ebben az időszakban, amely a Tejútrendszer korának kb. 2%-a, a hidrogénnél és héliumnál nehezebb elemek mintegy 20%-ának kellett képződnie.

Radikálisan más elképzelést javasol *V. A. Ambarcumjan* a Tejútrendszer keletkezésére és fejlődésére. Úgy véli, hogy az a galaktikus magban levő még ismeretlen állapotú anyagból fejlődik, és ez a mag kezdetétől fogva létezik. Nem hallgathatjuk el, hogy döntő bizonyítékok vannak, amelyek jelzik, hogy a galaktikus magok sokkal nagyobb szerepet játszanak a galaxisok fejlődésében, mint azt korábban hitték. Mégis az előbbi elképzelés az általánosabban elfogadott. Ennek valószínűleg az az oka, hogy munkahipotézisként könnyebben kezelhető.

AZ INTERSZTELLÁRIS ANYAG

Az a galaxis, amelynek Naprendszerünk is része, csillagokból, intersztelláris gázból és porból áll. Az anyag össztömegének túlnyomó többsége (~95%-a) a csillagokban koncentrálódik. A csillagok és az intersztelláris anyag Galaxison belüli elosztása meglehetősen bonyolult képet mutat. Az objektumok egyik része a Tejút síkjához semmiféle koncentrálódást sem mutat, hanem viszonylag ritka, enyhén lapult elliptikus rendszert alkot. (Lásd pl. Szeidl Béla „A galaktikus halo” c. cikkét.) A másik része viszonylag vékony korong mentén helyezkedik el a Galaxis fősíkja körül. Az intersztelláris anyag túlnyomó többsége ez utóbbi komponenshez tartozik.

A jelenleg legáltalánosabban elfogadott elképzelés szerint a csillagok az intersztelláris anyagból sűrűsödtek össze. Ahhoz, hogy ezt az elméletet bizonyítani tudjuk, részletesen meg kell vizsgálnunk az intersztelláris por és gáz kémiai összetételét, térbeli eloszlását, mozgását. Vannak olyan elképzelések is, miszerint az intersztelláris anyag a csillagokkal együtt, azok mintegy melléktermékeként keletkezett. Akár így, akár úgy áll a dolog, a csillagközi térben uralkodó viszonyok tanulmányozása az anyag olyan extrém körülmények közötti viselkedését leíró törvényszerűségeit tárja fel számunkra, melyek vizsgálata földi laboratóriumokban nem lehetséges.

1. Interszterállis gáz

Az intersztelláris gáz jelenlétét először *J. Hartmann* amerikai csillagász észlelte 1904-ben. A δ Orionis spektroszkópiai kettős csillag színképének vizsgálata során megállapította, hogy az egyszeresen ionizált kalcium (CaII) H és K vonala nem követi a többi vonalnak a komponensek keringéséből adódó elmozdulását. Ebből arra a következtetésre jutott, hogy a CaII H és K vonalai nem származhatnak egyik csillagkomponensből sem, hanem jelenlétük minden bizonnyal a köztünk és a

megfigyelt csillag között levő ritka gázok abszorpciójára utal. A „stationárius” H és K vonalak felfedezése során felmerült az az elképzelés, hogy esetleg más elemek intersztelláris vonalai is léteznek. A munkát hamarosan siker koronázta. 1919-ben Miss *Heger* ugyancsak a δ Orionis színképében megtalálta a semleges nátrium (NaI) stationárius *D* vonalait. A nagyobb pontossággal elvégzett vizsgálatok során kiderült, hogy az intersztelláris gáz részt vesz a galaktikus rotációban, másrészt, hogy nem egyenletesen tölti ki a csillagközi teret, hanem kisebb nagyobb irregularitásokra, „felhőkre” bomlik. További fejlődést eredményezett az asztronómiában használatos spektrográfok érzékenységének és felbontóképességének gyors növekedése. A 30-as évek végén és a 40-es évek elején *T. Dunham* és *W. S. Adams* újabb intersztelláris vonalakat talált, mégpedig az egyszerűen ionizált titán (TiII), a semleges kalcium (CaI), kálium (KI) és vas (FeI) vonalait. Az atomi abszorpciók mellett kimutatták a CH, CN és CH⁺ gyökök jelenlétét is. *P. W. Merill* 1934-ben olyan abszorpciós sávokat fedezett fel, amelyeket mind a mai napig semmilyen elem vagy molekula jelenlétével sem lehetett megmagyarázni. Ezeket profiljuk alapján „diffúz” intersztelláris vonaloknak nevezzük.

III. táblázat

Atomi vonalak Atom Hullámhossz (Å)		Molekulasávok		Diffúz vonalak Hullámhossz (Å)
		Molekula	Hullámhossz (Å)	
NaI	3302,34	CH	4300,31	4430
	3302,94		3890,23	4760
	5889,95		3886,39	5780,5
	5895,92		3878,77	5797,1
KI	7664,91 7698,98		3146,01	6203,0
			3143,15	6270,0
			3137,53	6283,9
				6613,9
CaI	4226,73	CN	3874,61 3875,77 3874,00	
CaII	3933,66 3968,47	CH ⁺	4232,58 3957,74 3745,33	
TiII	3072,97 3229,19 3241,98 3283,76			
FeI	3719,94 3859,91			

A Mount Palomaron felállított teleszkóp lehetővé tette igen távoli csillagok spektrumának vizsgálatát is. Ennek során az intersztelláris vonalakról gyűjtött megfigyelési anyag is tovább bővült. *G. Münch* 1953-ban és 1957-ben közzétett tanulmányában kimutatta, hogy nagy vonalakban az intersztelláris gáz a Galaxis spirális struktúráját követi. Az alábbi táblázat összefoglalja az eddig felfedezett intersztelláris vonalakat.

A táblázatban szereplő vonalak kivétel nélkül az alapállapotból történő átmenetekhez tartoznak. Az intersztelláris térben levő atomoknál a rendkívül alacsony részecske és sugárzási sűrűség miatt ugyanis a gerjesztett állapotból kiinduló abszorpciós vonalak keletkezésének igen kicsi a valószínűsége.

Az intersztelláris abszorpciós vonalak struktúrája

Adams 1949-ben publikált katalógusában 300 olyan csillagot közöl, amelyekben intersztelláris Ca II vonalakat észlelt. A vizsgált csillagok közül 87 spektrumában a vonalak kettő, 17-ben három és 4-ben négy komponensre hasadnak. A vonalak felhasadásából azt a következtetést vonhatjuk le, hogy az abszorbeáló gáz diszkrét felhőkre bomlik, melyek egymáshoz képest különböző sebességgel mozognak. A részletesebb analízis azt mutatta, hogy:

1. A legerősebb komponens radiális sebessége megegyezik a kérdéses csillag távolsága feléhez tartozó galaktikus rotáció radiális sebességével.

2. A felhasadás mértéke független a galaktikus hosszúságtól.

A felhők méretére nem sikerült megbízható becslést nyerni, tekintve, hogy az intersztelláris vonalak struktúrája csillagról csillagra változik. Vagyis csak annyit mondhatunk, hogy a felhők szögmérete kisebb, mint két csillag szögtávolsága. A felhők jellemzésére azért statisztikus paramétereket kell bevezetni, amelyeket először a sötét ködök tanulmányozása során 1938-ban *V. A. Ambarcumjan* és *Sh. G. Gordeladze* alkalmazott. A statisztikus paraméterekkel megadjuk:

a) A Galaxis síkjában a látóvonal által metszett felhők 1 kpc-re eső átlagos számát;

b) az egy felhő által elnyelt átlagos fény mennyiséget, vagy ami ezzel ekvivalens, a felhőben levő atomok átlagos számát;

c) azt, hogy hány százalékát töltik ki a felhők a térnek és végül az anyag relatív sűrűségét a felhőn belül és kívül.

Az alábbi felsorolás egy átlagos, ún. „standard” felhőre nyert értékeket foglalja össze.

Sugár	7 pc
A látóvonalba eső felhők kpc-kénti száma	8
A kitöltött térrész %-ban	7 %
Egy felhő fénynyelvése	0,2 mg
Tömeg	400 M _☉

A. Schlüter, H. Schmidt és P. Stumpff részletes statisztikus analízis során 1953-ban arra a következtetésre jutott, hogy a felhők három különböző típusát lehet megkülönböztetni:

1. Erős abszorpciós vonalakat eredményező kis sebességű felhők, amelyek csaknem minden csillag színképében látszanak.

2. Nagy sebességű felhők.

3. Cirkumsztelláris felhők, amelyek főként korai spektráltípusú csillagok színképében látszanak, és negatív (azaz felénk irányuló) radiális sebességgel rendelkeznek.

A nagy sebességgel rendelkező felhők kémiai összetételben is különböznek a kis sebességűektől. L. Spitzer és D. A. Lautman az NaI/CaII arányt vizsgálva azt találta, hogy a 0—4 km/sec sebességgel mozgó felhőkben értéke 3,1 míg a 40 km/sec-nél nagyobb sebességűekben csupán 0,22. A különbségek magyarázatára két elképzelést ismertetünk. Az első szerint a kémiai összetételben levő eltérések csak látszólagosak. Az egyes felhőkben az elemek ionizációs foka más és más, és ez jelentkezik a vonalintenzitások különbözőségében. A másik elképzelés szerint a kis sebességű felhőkből a Ca lecsapódik az intersztelláris porfelhők részecskéire, vagyis a gázkomponens nátriumban relatíve dúsabbá válik.

Az intersztelláris vonalak szélességéből következtetni lehet az egyes felhőkben levő atomok sebességdiszperziójára, és ezen keresztül a felhők hőmérsékletére is abban az esetben, ha az atomok hőmozgásából adódó kiszélesedés világosan megkülönböztethető más forrásoktól. Átlagértéknek manapság 125 °K-ot szoktak elfogadni, de ettől az értéktől felfelé és lefelé erős eltérések észlelhetők.

Hidrogén abszorpció

Az eddigiiek során optikai eredményeket tárgyaltunk, most az intersztelláris hidrogén és OH gyök rádiócsillagászati úton nyert megfigyelési eredményeit foglaljuk össze. Csak rövid áttekintést nyújtunk, mivel az olvasó az Évkönyv 1968-as kötetében már bővebb tájékoztatást kapott erről a témaköréről. A neutrális hidrogén (HI) 21 cm-es abszorpciós profiljának vizsgálata szintén diszkrét felhők jelenlétére utal. Az abszorpciós profil tanulmányozását megnehezíti, hogy a legtöbb esetben a 21 cm-es vonal emisszióban is mutatkozik.

A felhők látszólagos méretüket tekintve igen különbözőek. *S. J. Goldstein* 1964-ben a Serpens és Libra csillagkép között húzódó $6^\circ \times 18^\circ$ kiterjedésű felhőt talált, amelynek tőlünk mért távolsága 0,5 és 5 pc között van. A távolságok mérésére direkt módszer nem áll rendelkezésünkre, ezért csak igen durva becsléseket tehetünk. Léteznek egészen kis szögátmérőjű felhők is, amelyek szögterjedelme alatta marad a műszerek felbontóképességének. *K. Takakubo* 1963-ban a következő statisztikus paramétereket találta:

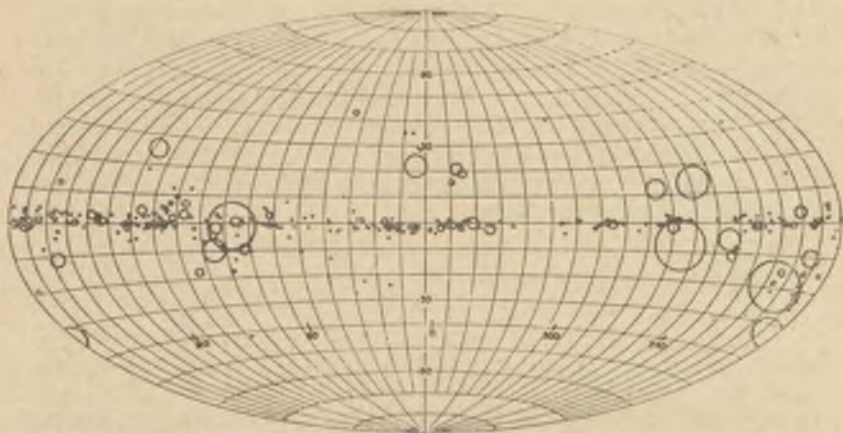
Átmérő	6,8 pc
sűrűség	14 atom/cm ³
tömeg	55 M _☉
látóvonalba eső felhők száma	11/kpc
a felhők által kitöltött térrész %-ban	5%

A megfigyelések szerint a kis diszkrét kondenzációk igen gyakran 50–100 pc átmérőjű csoportokban fordulnak elő.

A sebességmérések az intersztelláris hidrogénben négyfajta mozgást mutatnak: galaktikus rotációt, a nagy kondenzációk mozgását, az egyes felhők mozgását és a felhőkön belüli áramlásokat. A vonalak kiszélesedéséből következtetni lehet az atomok sebességdiszperziójára és ezen keresztül a gáz hőmérsékletére. Ilyen módon az átlagos hőmérsékletre 120 °K körüli érték adódik.

Az OH gyök abszorpciójára vonatkozó első észlelések a Cassiopea *A* és Sagittarius *A* diszkrét rádióforrások irányában történtek. A Cassiopea *A* forrás színképében található vonal több komponensre bomlik, amelyek 0 és 50 km/sec radiális sebességnek felelnek meg. Az OH gyök relatív gyakorisága a hidrogénhez képest nagyságrendben 10^{-7} , ami jó egyezésben van az optikai megfontolásokból nyert adatokkal. Mindazonáltal az OH/H arány különböző helyeken más és más. Lehetséges, hogy egy irányban erős HI abszorpciót észleltünk, ugyanakkor az OH vonal igen gyenge és megfordítva.

Meglepő eredményeket mutatott a Sagittarius *A* forrás színképének tanulmányozása, amely a Tejútrendszer centrumának irányában található. *B. J. Robinson, F. F. Gardner, R. J. van Damme* és *J. G. Bolton* 1964-ben az OH gyök +40 km/sec radiális sebességgel mozgó széles abszorpciós profilú kondenzációját találta, majd nem sokkal később *Bolton, R. X. McGee, Gardner* és *Robinson* újabb kondenzációt talált, amely –120 km/sec sebességgel mozog. Ezek a sajátosságok jóformán egyáltalán nem láthatók a hidrogén eloszlásában. Az OH/H arány a galaktikus nukleuson belül is igen eltérő lehet. Egyes helyeken kétféle nagyságrenddel nagyobb a Nap környezetében észlelhetőnél. Az eltérések eredhetnek a mag környezetében működő OH „termelő” folyamatokból, vagy abból, hogy a Nap környezetében az oxigén jelen-



22. ábra. A H II felhők eloszlása galaktikus koordinátákban



23. ábra. Emisziós ködök.
a) A Trifid-köd a Sagittarius csillagképben.

tős része lecsapódik az interstelláris porszemcsék felületére.

Interstelláris emisziós vonalak

A hidrogén 21 cm-es emisziós sugárzása az égbolt minden irányából detektálható. A sugárzás túlnyomó része a Tejút síkja mentén koncentrálódik, és észleléséből a galaktikus spirálszerkezetre lehetett következtetni. (Ld. Csillagászati Évkönyv 1968.) Az alább tárgyalandó H II felhőkben az OH gyök 18 cm-es emisziós sugárzását is észlelték.

Az optikai tartományban is emittáló interstelláris felhőket gázködöknek nevezzük. Alakjuk irregu-

lárís, és színképükben halvány kontinuum mellett fényes emissziós vonalak láthatók, amelyek H, He, N, O, Ne, S, Cl, Ar, P, Fe, Ca, Mn, Cr, V, Co és Ni jelenlétére utalnak. A leggyakrabban előforduló elem a hidrogén, amely csaknem teljesen ionizált. Ezért a gázködöket HII régióknak is szokták nevezni. Sugárzásuk három különböző forráshól táplálkozik.

1. Fotoionizációt követő kaszkádszerű rekombináció.

2. Szekunder sugárzás által történő gerjesztés.

3. A tiltott vonalak gerjesztése szabad elektronok által.

A fotoionizációhoz szükséges erős ultraibolya sugárzás miatt a HII zónák

az esetek túlnyomó többségében korai spektráltípusú csillagok vagy csillagesoportok körül alakulnak ki. A csillag luminozitása és a köd mérete között szoros kapcsolat van, amelyet először *B. Strömgyren* állapított meg 1948-ban. Ha a csillag körül az interstelláris hidrogén sűrűsége $1-10$ atom/cm³, akkor a HII zónák sugara, az ún. *Srömgyren-sugár*, spektráltípustól függően 0,5 pc-től 140 pc-ig terjedhet. A valószínűleg az interstelláris gáz irreguláris eloszlása miatt alakjuk nem gömb, hanem meghatározatlan diffúz forma.

A következő táblázatban az ismertebb emissziós ködök főbb adatait foglaljuk össze.



b) Az Észak-Amerika köd
a Cygnus csillagképben

IV. táblázat

Név	szögát- mérő	$m_{H\alpha}$ [m''^2]	r [kpc]	M [M_{\odot}]	N_e [cm^{-3}]	T_e [°K]
Orion köd	30'	14,7	0,46	700	700	10 000
Rosetta köd	60	19,3	1,40	9000	13	
Trifid köd	15	17,6	1,60	300	87	
Laguna köd	25	17,0	1,50	3000	32	8 200
Omega köd	20	17,0	1,80	1000	125	
Pelikán köd	40	20,4	0,60	80	9	
É-Amerika köd	80	20,0	0,80	3000		

A táblázatban $m_{H\alpha}$ a $H\alpha$ fényben mért felületi fényességet, r a köd térbeli kiterjedését, M össztömegét, N_e az elektronsűrűséget, míg T_e az elektron hőmérsékletét jelenti.

Elemek gyakorisága az intersztelláris gázban

Az intersztelláris abszorpciós vonalakból levezethető elemgyakoriság meglehetősen megbízhatatlan, mivel az ott uralkodó fizikai viszonyokat nem ismerjük eléggé. Kedvezőbb a helyzet a HII zónák esetében. A legrészletesebb adatok az Orion ködről állnak rendelkezésünkre. Az alábbi táblázat az egyes elemek oxigénre vonatkoztatott relatív gyakorisága logaritmusát tünteti fel, összehasonlítva más csillagokról nyert adatokkal.

V. táblázat

Elem	Kód	B csillagok	γ Peg	22 Ori
H	13,5	—	13,38	13,4
O	10,0	10,0	10,0	10,0
N	9,1	9,2	—	—
Ne	10,2	10,1	—	—
S	9,4	9,0	—	—
Cl	7,3	8,7	—	—
A	8,0	8,4	—	—
C	10,5	—	—	—

Látható, hogy az elemgyakoriság elég jól egyezik a korai csillagokból levezetett adatokkal.

A gáz térbeli eloszlása

Az intersztelláris gáz a Tejút síkja mentén helyezkedik el kb. 200 pc vastagságban, és jól mutatja a Galaxis spirálstruktúráját. Észleltek nagy galaktikai szélességekben is gázfelhőket, de ezek távolsága telje-

sen bizonytalan. Mindenesetre a tipikusan a halohoz tartozó objektumokban, a gömbhalmazokban mindeddig eredménytelenül kutattak intersztelláris gáz után.

II. Intersztelláris por

Az előzőekben láttuk, hogy a csillagok közötti tér egyáltalán nem üres, hogy Tejútrendszerünkben az össztömeg néhány százaléka intersztelláris gáz formájában van jelen. Ezek után kézenfekvő a kérdés: vajon egyéb halmazállapotú anyag is előfordul-e az intersztelláris térben?

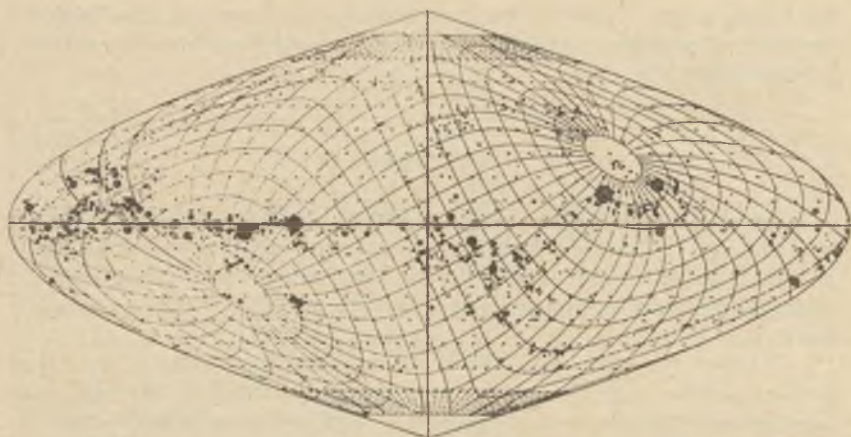
William Herschel már 1784-ben észrevette, hogy világító kozmikus ködök szomszédságában feltűnően gyakran található látszólag csillagszegény területek, és a jelenséget — ösztönösen helyesen — úgy értelmezte, hogy ott a csillagok fényét valamilyen finom közeg nyeli el. (*Herschel* feltérképező munkája közben készített jegyzete ezt így örökíti meg: „... I expected in a few minutes to come at a stratum of bright nebulae, finding myself already... on nebulous ground.”²⁾)

A sötét, csillagszegény területek strukturális tulajdonságaival behatóbban először érdekes módon két nagy „üstökös-vadász” *E. E. Barnard* és *M. Wolf* foglalkozott. Bár mindketten kiváló vizuális megfigyelők voltak, idejében felismerték a fényképezés fontosságát a sötét ködök vizsgálatánál. Sötét kozmikus ködök létezésének a gondolatával a csillagászok egyébként feltűnően lassan barátkoztak meg, csak *E. Hubble* és *H. M. Russel* 1922-ben írt munkái nyomán nyertek polgárjogot. Jellemző a század eleji helyzetre, hogy bár *Barnard* maga is az eredeti *Herschel*-féle elképzelés híve volt, óvatosan mindig csak sötét területekről beszélt. *Russel* megadta a sötét ködök összetételét is, és ezzel egyben válaszolt a jelen fejezet elején feltett kérdésre: E ködök igen finom porból állnak, így gáz mellett szilárd halmazállapotú anyag is előfordul a csillagok közötti térben.

A. Sötét ködök

Barnard, *Wolf*, *Curtis*, *Hubble*, *Russell*, *Lundmark* és mások munkája nyomán ma már tudjuk, hogy a Tejút mintegy 1/3 részét sötét ködök takarják el előlünk. Rendszerezésükre egész sor katalógust adtak már ki, melyek közül a három legjelentősebb *K. Lundmark*, *E. Schönberg*, illetve *B. T. Lynds* nevéhez fűződik.

² . . . „Vártam, hogy néhány perc múlva fényes ködre bukkanok, tekintve, hogy már . . . ködös területen voltam.”



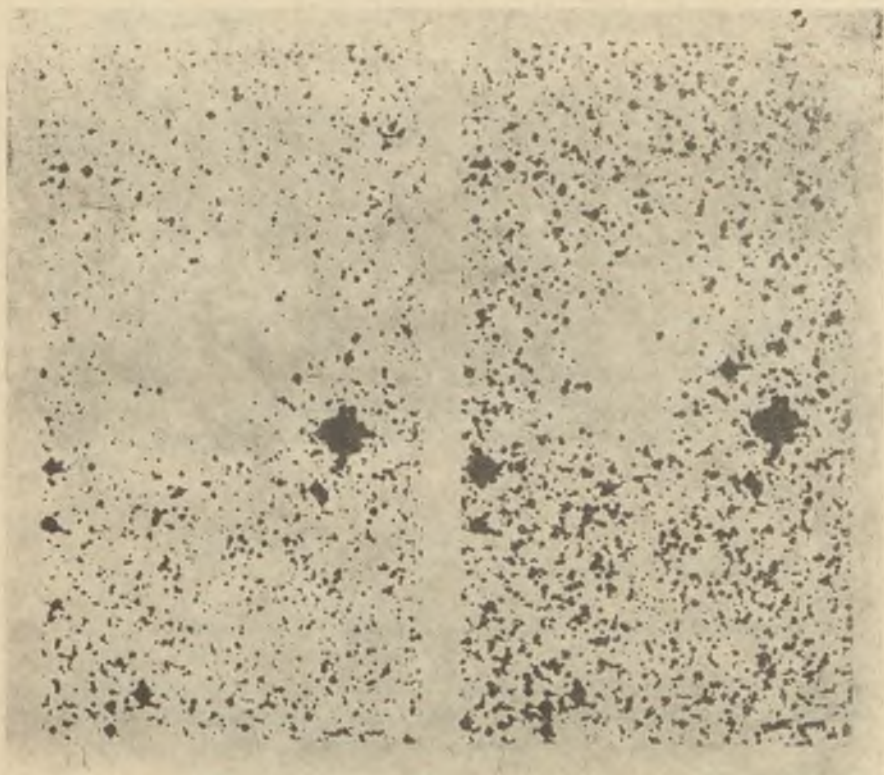
24. ábra. A sötét ködök eloszlása a Franklin-Adams fotografikus atlasz alapján

Lundmark 1926-ban kiadott, 1550 objektumot tartalmazó katalógusa a Franklin—Adams fotografikus atlasz felhasználásával készült, és minden olyan terület pozícióját, méretét és jellegzetes vonásait tartalmazza, ahol a csillagsűrűség a környezeten mért érték $1/5$ -ére esik. A katalógus tehát felöleli a teljes éggömböt. A benne szereplő sötét ködök eloszlását a 24. ábra szemlélteti. Mint jól látható, azok főként a Galaxis fősíkja mentén csoportosulnak.

Schönberg katalógusa 1964-ben jelent meg. A szerző a Ross Calvert, valamint a Lick fotografikus atlaszokon végzett felmérés eredményeként 1456 sötét köd ekvatoriális és galaktikus koordinátáit, területét, alakját valamint fénygyengítő hatását sorolja fel.

A Palomar-hegyi 120 cm-es Schmidt-teleszkóppal készített ún. Palomar-atlaszt Lynds használta fel köd katalógusának nyersanyagaként. 1962-ben közzétett munkájában 1802 sötét kondenzációt sorolt fel, megadva azok ekvatoriális és galaktikus koordinátáit, területüket és opacitásukat. A katalógus az atlasz mind vörös, mind kék felvételeit felhasználja, és jól meg lehet figyelni, hogy a vörös lemezeken a ködök kisebbeknek tűnnek mint a kéken, azaz anyaguk a kék fényt jobban elnyeli, mint a vöröset (25. ábra.). A katalógusból kitűnik, hogy a sötét ködök a Palomar-atlaszon 1360 négyzetfoknyi területet foglalnak el, a teljesen átlátszatlan részek összterülete azonban csupán 4 négyzetfok.

A sötét ködökben az anyag sűrűsége 10—15-ször magasabb, mint egyebütt az intersztelláris térben, és tömegük több száz naptömeget is elérhet. Távolságukat, látóvonalmenti kiterjedésüket és abszorpció-



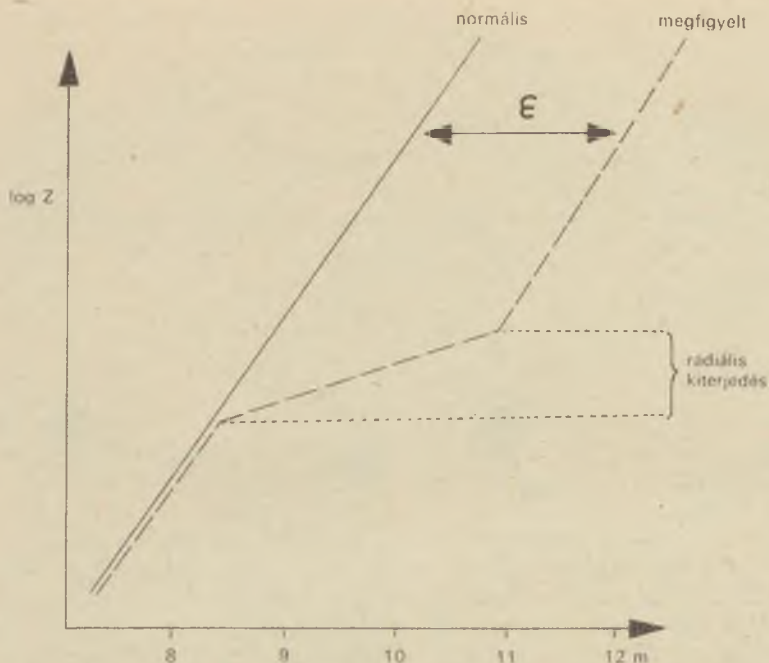
a.)

b.)

25. ábra. A B338 jelű sötét köd (globula) kék érzékeny lemezen (a) és vörös érzékeny lemezen (b) fotografálva

képességüket *Wolf* nyomán úgy határozhatjuk meg, hogy mind a ködre, mind egy azzal határos szabad területre nézve felrajzoljuk a különböző látszólagos fényességű csillagok számát egy olyan koordináta-rendszerben, melynek abszcisszáján az m látszólagos magnitúdót, ordinátáján az m magnitúdóig található csillagok számának logaritmusát tüntettük fel (26. ábra). A nyert két diagram alapján a távolság, mélységi kiterjedés, valamint fénygyengítő hatás egyszerűen leolvasható.

Különösen érdekesek a rendkívül kompakt sötét ködök az ún. *globulák*, melyeket sok kutató születőben levő csillagoknak tekint. 1947-ben *Bart Bok* nevezte el így e kis méretű, szférikus vagy elliptikus és a fényt szinte teljesen elnyelő objektumokat. Azóta mintegy 100 darab ismeretes, átmérőjük 0,005—1 pc, sűrűségük 10^{-22} gr/cm³ (azaz 10^3 — 10^5 -



26. ábra. Wolf diagram (Az abszcisszán a vizsgált csillagok látszólagos magnitúdóját [m], az ordinátán az m magnitúdóig található számok [z] logaritmusát tüntettük fel. ϵ a fénygyengítés mértékét jelöli.)

szer magasabb az átlagos interstelláris anyagsűrűségénél) tömegük pedig 0,001—1 naptömeg. Kis kiterjedésük miatt érthető módon főként világító kozmikus ködök által alkotott háttér előtt fedezik fel őket, de néhányat egyebükt is megtaláltak már (25. ábra).

Még a sötét ködök felfedezésekor felvetettek két kérdést, melyek mindmáig megválaszolatlanok maradtak. Ezek a következők:

a) léteznek-e 100%-osan fényelnyelő ködök?

b) van-e a sötét ködöknek — természetesen csekély mértékű — saját fénye?

Az első kérdésre a választ óriástávcsovekkel készített vörös, illetőleg infravörös felvételektől várhatjuk, míg a másodikon azt kell eldöntenünk, hogy az egyes esetekben ténylegesen megfigyelt gyenge sugárzás a ködben keletkezik-e, vagy csak a Tejút visszavert fényével van dolgunk.

B. Reflexiós ködök

Mint azt korábban már tárgyaltuk, a kozmikus ködök gázai csak akkor világítanak, ha megfelelő mennyiségű ultraibolya sugárzás éri őket. Mivel azonban gáz és por általában együttesen fordul elő az interstelláris térben, e ködöket akkor is láthatjuk, ha ultraibolyában csak gyengén sugárzó, későbbi színeképtípusú csillag helyezkedik el bennük vagy mellettük. A köd porkomponense ugyanis visszaveri az említett csillag fényét. Az ilyen ún. reflexiós ködök spektruma tehát igen hasonló a megvilágító csillagéhoz.

Az emissziós és reflexiós ködöket közösen galaktikus ködöknek nevezzük, és felfedezésük a XVII. századtól kezdődően történt. Sokáig nem ismerték fel a közöttük fennálló lényeges különbséget. Mind tökéletesebb megismerésüket a következő időrendi táblázat érzékelteti. (Összehasonlításul a sötét ködökkel kapcsolatos eredményeket is felvettük.)

- 1610: *Peiresc* felfedezi az Orion-ködöt.
- 1864: *Huggins* felfedezi az Orion-köd emissziós spektrumát.
- 1880: *Draper* lefényképezi az Orion-ködöt.
- 1882: *Huggins* lefényképezi az Orion-köd vonalas színeképtét.
- 1888: *Dreyer* közzéteszi az NGC katalógust.
- 1890: *Keeler* megméri több köd radiális sebességét.
- 1895: *Barnard* a T Tauri mellett változó fényességű ködöt észlel.
- 1912: *Slipher* a Merope-köd színeképtéből kimutatja, hogy ott porrészeccskék szórják a fényt. (Létezik tehát reflexiós-köd!)
- 1919: *Slipher*nek sikerül lefényképeznie az NGC 1976 folytonos színeképtét.
- 1920: *Meyer* megfigyeli, hogy az NGC 2261 fénye polarizált.
- 1922: *Hubble* összefüggést állít fel a ködök és a velük társult csillagok fényessége, valamint színeképtípusa között.
- 1923: *Wolf* megméri az NGC 6960 jelű sötét köd távolságát.
- 1926: *Menzel* és *Zanstra* gázködök fotoionizációját vizsgálja.
- 1927: *Bowen* magyarázatot ad a ködök legfontosabb spektrális tulajdonságaira.
- 1936: *Keenan* H α fényben fényképezi az NGC 6618-at.
- 1936: *Henney* polarizációs méréseket végez a Pleiádokon.
- 1937: *Struve* a Tejútban kiterjedt emissziós területeket fedez fel.
- 1939: *Strömgren* definiálja és bevezeti a HII-területek fogalmát.
- 1942: *Mayall* és *Oort* rámutat a Rák-köd szupernova eredetére.
- 1945: *Joy* felfedezi a T Tauri csillagok és sötétködök kapcsolatát.
- 1947: *Bok* és *Reilly* felhívja a figyelmet a globulákra.

- 1951: *Purcell van de Hulst* elméleti eredményére támaszkodva felfedezi az interstelláris neutrális hidrogéngáz 21 cm-es sugárzását.
- 1951: *Morgan* és munkatársai az ún. spektrószkopikus parallaxis módszerével több emissziós köd távolságát határozzák meg.
- 1953: *Haddock* munkatársaival kozmikus ködök 9,4 cm-es rádió-emisszióját figyelik meg.
- 1955: *Mills, Little* és *Sheridan* a NGC 6357 abszorpcióját figyelik meg 3,5 m-en.
- 1956: *Mathis* megméri a hidrogén és a hélium viszonyát az Orion-ködben.
- 1958: *Kupperian* rakéta segítségével galaktikus ködök ultraibolya spektrumát figyelik meg.
- 1965: *Weaver* munkatársaival egyes HII területeken OH-emissziót fedez fel.

Visszatérve a reflexiós ködökre, albedójukból és a megvilágító csillagétól eltérő színükből arra a következtetésre jutottak, hogy a fényt szóró részecskék közepes átmérője $\sim 10^{-4}$ mm. Mivel az ilyen porszemcsék a rövidebb hullámhosszú fényt erősebben szórják, mint a hosszút, a köd színe a csillagénál mindig kékebb.

A részecskék további tulajdonságait ismerhetjük meg polarizációs mérésekből. Pl. *J. Hall* 1955-ben azt találta, hogy a Fiaszttyúk négy csillagának és hat háttércsillagnak a fénye a Merope-köd szálaival párhuzamosan polarizált. Mivel a szálas szerkezet mágneses tér jelenlétére utal, *Davis* és *Greenstein* elmélete³ szerint a fény polárosságát olyan elnyúlt, dielektromos részecskék okozzák, melyek a mágneses erővonalak irányába állt fő tehetetlenségi tengelyük körül gyors forgásban vannak. Hasonló eredményre jutott 1960-ban *H. L. Johnson*, aki a Fiaszttyúk Maia-, Elektra- és Merope-ködét vizsgálta három színben. Ő is azt kapta, hogy a mért polarizáció viszonyokat csak dielektromos, rendezett nem szférikus részecskék hozhatják létre. *Henyeu* még 1936-ban 12%-os polarizációt kapott az NGC 7023-ra. Később *Gliese* 16%-ot észlelt, és azt is megállapította, hogy a polarizáció foka független attól, hogy milyen távoli részeket nézünk a köd középpontjától. Ugyanerre a ködre vonatkozóan *Mme. Martel* azt találta, hogy a polarizáció mértékét a benne található HII terület sem befolyásolja.

A kozmikus elemgyakoriságot is figyelembe vevő, legáltalánosabban elfogadott nézet szerint a reflexiós ködök főként olyan hosszúkás porrészecskéket tartalmaznak, melyek hidrogénből, szénből és oxigénből épülnek fel dielektromos kristályok formájában. Kristályszennyező-

³ Lásd: Csillagászati Évkönyv az 1967. évről, 251. oldal

désként egyes ritkább elemeket paramágneses kötésekből tartalmaznak, és ennek folytán maguk is paramágnesesek. A köd gázkomponensével való folytonos ütközés tartja őket állandó pörgőmozgásban. Valószínű, hogy a meteoritporhoz hasonlóan másfajta szilárd anyag is képviselve van, méghozzá esetről esetre változó mértékben. Relatív súlyáról azonban vajmi keveset tudunk.

Mint ahogyan az gyakran megfigyelhető a galaktikus ködökben, az emissziós és reflexiós karakter együtt is járhat. Így pl. a már több ízben említett nagy Orion-köd egyes részein inkább a gáz fluoreszcencia-sugárzása, más részein a por reflexiós hatása érvényesül inkább. A következő táblázat néhány reflexiós köd fontosabb adatait adja:

VI. táblázat

Ismertebb reflexiós ködök

Név	m/m_{\odot}	$\rho\%$	B - V	BD	Sp
IC 348		20	-0 ^m .70	+ 31° 643	B5 V
Elektra		12	-0,19	+ 23 507	B6 III
Maia	21,1	38	-0,55	+ 23 ^m 156	B7 III
Merope	21,2	27	-0,10	+ 23 522	B6 IV
IC 435	22,6			- 2 1350	B8
NGC 2068	19,5	13	-0,37	+ 0 1177	B5/B1
NGC 2247	21,8			+ 10 1172	B5
NGC 7023	22,0	3	-0,31	+ 67 1283	B3

C. Általánosan elosztott intersztelláris por

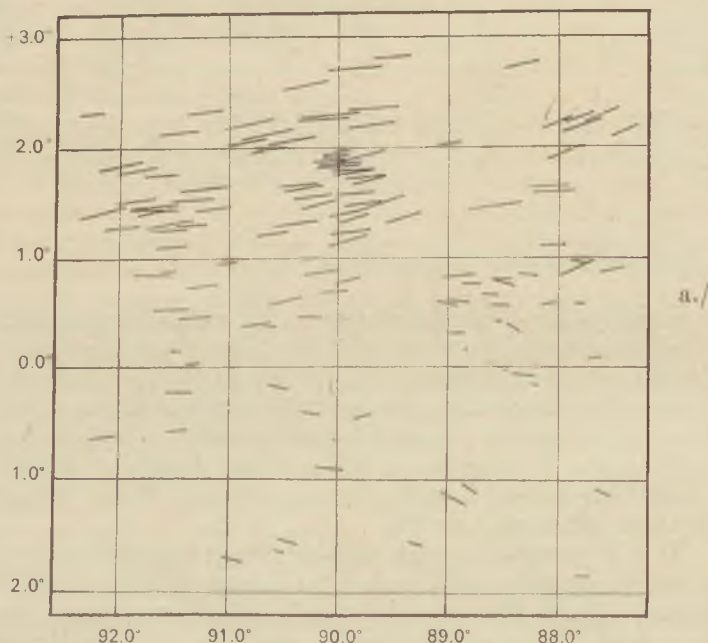
Az utóbbi 25—30 év kutatásai nyomán vált világossá, hogy az intersztelláris térben a ködökön kívül is található igen finoman elosztott kozmikus por. Igaz, sűrűsége elképesztően kicsiny (a becslések szerint 1 köbkilométer térfogatban legfeljebb 100 porszemese lebeg), fénygyengítő hatását a nagy távolságok miatt sajnos mégsem hanyagolhatjuk el. Századunk első évtizedeiben a Tejútrendszer méreteiről például teljesen hamis képet kaptak azért, mert az intersztelláris abszorpció létezését figyelmen kívül hagyták.

Ha az intersztelláris por a csillagok fényét neutrálisan (azaz a hullámhossztól független módon) nyelné el, akkor jelenlétét még nehezebben vennénk észre. Szerencsére a valóságban a fénygyengítés annál erősebb, minél rövidebb hullámhosszú a sugárzás, így a csillagokat a por hatására nemcsak halványabbknak, hanem vörösebbeknek is látjuk, mint egyébként. Mivel a csillagok színekéből „eredeti” színük pontosan meghatározható, a mai csillagász már rögtön tudja, hogy az égi-

test fénye kozmikus poron hatolt át, ha vörös színfelesleg, „színexcesszus” mutatkozik.⁴

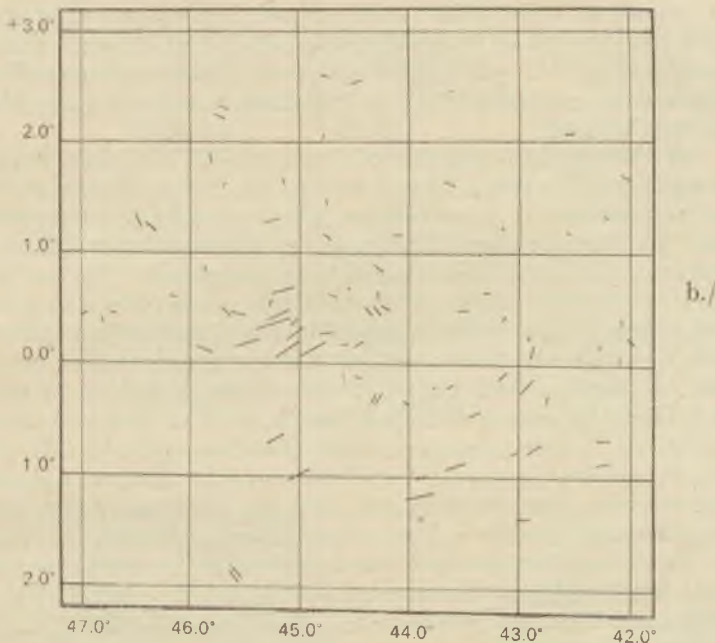
Az interstelláris porszemcsék, azonban nem csak vörösítik, hanem polarizálják is az égi objektumok fényét. *W. A. Hiltner*nek és *J. S. Hall*nak még 1949-ben sikerült a CQ Cephei fényében 5%-os polárosságot kimutatnia. Először *S. Chandrasekhar* elméleti megfontolásai nyomán a polarizáció okát a csillag légkörében keresték, az egyre sokasodó megfigyelések azonban viszonylag hamar megmutatták, hogy a polarizáció oka — legalábbis az esetek nagy többségénél — interstelláris eredetű. A „bizonyítási anyag” röviden a következőkben foglalható össze:

1. A polarizáció független a színektípustól.
2. Közeleli csillagok ritkán és akkor is csak gyenge polarizációt mutatnak; a távoliak gyakrabban és erősebben polarizáltak.
3. A polárosság foka nem függ a csillagok abszolút fényességétől.
4. Térben egymáshoz közel fekvő csillagok azonos jellegű polarizációt mutatnak.



27. ábra. Interstelláris polarizáció a Cassiopea (a) és a Cygnus csillagképben

⁴ Lásd még: Csillagászati Évkönyv az 1965. évre, 191—197. oldal



(b). A vonalak hossza és iránya az egyes csillagok lineáris polarizációját mutatja. (A négyzet oldalain levő számok a galaktikus szélességet és hosszúságot jelentik.)

5. Polarizáció elsősorban a galaktikus ekvátor közelében figyelhető meg, és ott is leginkább azokon a területeken, ahol a csillagok fénye erősen vörösödik.

6. Nagyszámú csillagot véve, a fényvektor megfigyelt fő rezgési irányainak eloszlása nem véletlenszerű, hanem szoros összefüggést mutat a Tejútrendszer szerkezetével.

Érdekes módon beleillik a képbe még a következő két megfigyelés is:

a) Nem vörösödött fényű csillagoknál csak igen kivételes esetben találunk mérhető polarizációt, és egyes erősen vörösödő csillagok esetében sem tapasztalunk polárosságot.

b) A Tejút nagy részén — különösen a Cassiopeiában — és a Perseusban —, ahol egy spirálágra merőlegesen nézünk, a fő rezgési irányok közel párhuzamosak a galaktikus ekvátorral, a Cygnusban ellenben — ahol látóvonalunk a kar tengelyével közel párhuzamos — majdnem teljesen szabálytalan eloszlásúak (27. ábra).

Ma már általánosan elfogadják, hogy a polarizáció mágneses tér-

ben rendezett intersztelláris részecskéken való szétszóródás következtében jön létre. Ez az elképzelés összhangban van az összes eddigi megfigyelési ténnyel. A jelenségkör leírásával „Polarizációs mérések a csillagászatban” c. korábbi cikkünk⁵ foglalkozott, ezért itt a továbbiakban nem részletezzük.

A fotometriai és polarimetriai mérések azt mutatták, hogy az intersztelláris por a Tejút fősíkja mentén kb. 100 pc félszélességű rétegben helyezkedik el, és a fősíkban átlagosan 2 m/kpc fénygyengítést okoz. A galaktikus pólusok irányában az abszorpció már sokkal kisebb: összesen 0,^m1 alatt marad. A por átlagos sűrűsége 10^{-26} gr/cm³, a fényelnyelő részecskék mérete 10^{-4} mm körül mozog. Mivel az intersztelláris térben lebegő esetleges nagyobb szilárd részek észrevehető fénygyengítést nem okoznának, egzisztenciájukról nem tudunk semmi biztosat. A Tejútrendszer rotációját alapulvevő dinamikai meggondolásokból azonban igen valószínűnek látszik, hogy az ilyen formában jelenlevő tömeg %-osan nem számottevő. Összehasonlítva az intersztelláris por, ill. gáz össztömegére nyert értékeket, azt találjuk, hogy Galaxisunkban 200—300-szor több gáz, mint por található. Extragalaktikus vizsgálatokból ismeretes, hogy a fenti arány a galaxistípus függvénye.

Ezzel — szűkre szabott kereteink között — témánk végére értünk. Összefoglalásul táblázatokat adunk meg az intersztelláris anyag megjelenési formáira, legfontosabb jellemzőire, valamint a kapcsolatos megfigyelési lehetőségekre vonatkozóan.

VII/a. táblázat

Halmazállapot	Elosztás	Megfigyelhetőség
gáz	általánosan elosztott, felhőkbe tömörült	optikai + rádió-tartományban
por	általánosan elosztott, felhőkbe tömörült	optikai tartományban

⁵ Lásd: Csillagászati Évkönyv az 1967. évre, 243—259. oldal.

VII/b. táblázat

Halmazállapot	Sugárzás	Megjelenési forma	Megfigyelhető tulajdonság
gáz	optikailag sugárzó	gázköd HII terület	vonalas emisszió + kontinuus sugárzás
	optikailag nem sugárzó	általánosan elosztott	„stacionárius” absz. vonalak
	rádiósugárzó	HI és HII területek	21 cm-es vonal, kontinuum
por	optikailag sugárzó	reflexiós ködök	módosult csillag- spektrum
	nem sugárzó	sötét ködök	extinkció, vörösödés

VII/c. táblázat

Az interstelláris gágréteg félszélessége	136 pc
Az interstelláris porréteg félszélessége	100 pc
A gáz közepes sűrűsége a fősík mentén	$1,4 \cdot 10^{-24}$ g/cm ³
A por közepes sűrűsége a fősík mentén	$4,3 \cdot 10^{-27}$ g/cm ³
Az interstelláris gáz teljes tömege	$1,4 \cdot 10^9 M_{\odot}$
Ua. a Galaxis össztömegének %-ában	2 %
Közepes extinkció a fősík mentén	$2^m/0/kpc$
Extinkció a fősíkra merőlegesen (Napnál)	0^m1

TELEKI GYÖRGY

(Csillagvizsgáló Intézet, Belgrád):

A FUNDAMENTÁLIS ASZTROMETRIA MAI KÉPE

Bevezetés

1/. Az asztrometria a csillagászat legrégebbi ága. Magában az asztrometriában leghosszabb múltra tekint vissza az égitestek helyzetének meghatározása — ezt a feladatkört jelenleg fundamentális asztrometriának vagy fundamentális csillagászatnak nevezzük.

Az égitestek helyzetére vonatkozó adatgyűjtést meggyorsította az asztrológia, a csillagjósolás kialakulása 2500 évvel ezelőtt. Mint asztrometriai mozgóerő, nemcsak az ókorra volt jellemző, hanem még néhány száz évvel ezelőtt is aktív tényezőként jelentkezett. A híres *Tycho Brahe* asztrológiai okokból gyűjtötte össze azt a hatalmas észlelési anyagot, amely a tudományos csillagászatnak óriási kincset jelentett. Ebből az észlelési anyagból születtek a híres Kepler-törvények — hogy csak a legfontosabbat említsük.

Az égitestek helyzetének meghatározása tehát már évezredek óta folyik. Kérdés, hogy miért nem fejeződött be már ez a munka? Ennek három fő okát említhetjük meg, amelyek, végül is, egyetlenegy okra vezethetők vissza: a csillagászat fejlődési menetére.

Először is állandóan emelkedik azoknak az égitesteknek a száma, amelyeknek helyzetét meg kell határozni. Gondoljunk csak arra, hogy hány égitestet ismertünk a távcső feltalálása előtt és hányat ismerünk ma.

Második okként a műszerek és az észlelők hibáit kell megemlíteni, ami miatt az égitestek helyzetének meghatározása sohasem tökéletes. A pontossági követelmény viszont állandóan emelkedik — a jelenlegi kívánalom: a csillagok mindenkori helyzetét $\pm 0,1''$ -nél pontosabban kell ismerni!

A másodikhoz szorosan kapcsolódik a harmadik ok. Nem elégséges egy adott pillanatban meghatározni egy csillag vagy bolygó helyzetét, hanem szükség van arra is, hogy ebből a helyzetből kiindulva kiszámíthassuk az illető test helyzetét bármely időpontra vonatkozólag. Az égitestek viszont állandó mozgásban vannak, tehát dinamikusan változik helyzetük is. Ismerni kell tehát az égitestek mozgásának dinamikáját,

mert csak ennek ismeretében tudunk átszámításokat végezni. Ekkor pedig szükség van számos csillagászati konstans ismeretére, amit teljességgel még nem ismerünk, egyrészt a fent említett hibahalmaz, másrészt az elméleti kutatás hiányossága miatt.

Az égitestek valóságos mozgásának kutatása megköveteli, hogy szoros kapcsolatot teremtsünk a régi és az új észlelések között, ami bizonyos konzervatív szellemet visz a fundamentális asztrometriába, de az újabb véletlen és a szisztematikus jellegű hibák elkerülése érdekében ajánlatos megmaradni a régi műszereknél, a régi észlelési módszereknél, sőt még a régi észlelőknél is! Egy példa: az AGK3 katalógus kialakításánál a hamburgi csillagászok ugyanazokat a műszereket és módszereket használták fel és nagyjából ugyanazon szakembereket alkalmazták, mint az AGK2 katalógus kialakításánál három évtizeddel ezelőtt — függetlenül attól, hogy azóta még az asztrometriában is sok minden megváltozott.

Amikor a régi és az új észlelések közti kapcsolatról beszélünk, akkor nemcsak azoknak a konstansoknak levezetésére gondolunk, amelyek a koordináta-rendszer változását jellemzik (precesszió, nutáció), hanem a csillagok saját mozgására (μ) is, amelyek a csillagok reális térbeli mozgására utalnak.

Láthatólag két feltételt kell kielégíteni: egyrészt, meg kell őrizni a minél szorosabb kapcsolatot a régi mérésekkel, másrészt új módszerek és műszerek bevezetésével emelni kell a pontosságot. Mivel egyiket sem szabad figyelmen kívül hagyni, a fundamentális asztrometria nincs sztatikus helyzetben, hanem változik, fejlődik. Ez a változás nem oly gyors és szembetűnő, mint a csillagászat többi ágánál, de igen jelentős.

A fundamentális csillagászat feladatait ma két csoportba soroljuk:

— a csillagok helyzetének meghatározása és

— a fundamentális jellegű csillagászati állandók kiszámítása.

Mindkét feladatcsoport egy végső cél elérését segíti elő: egy korszerű fundamentális égi koordináta-rendszer felállítását.

A fundamentális csillagászatban nem az égitestek térbeli helyzetéről, hanem csak arról az irányról van szó, ahol azok vannak. Ez annyit jelent, hogy a fundamentális asztrometria szemszögéből minden test a látszó éggömbön helyezkedik el.

Célunk bemutatni a fundamentális csillagászatot, a csillagászat e régi ágát. Különösen azokra a problémákra hívjuk majd fel a figyelmet, amelyek jelenleg gátlólag hatnak és amelyeknek megoldásától függ a fundamentális asztrometria további fejlődése. Látni fogjuk azt is, hogy a csillagászat egyes ágainak fejlődése jelenleg lehetetlen a fundamentális csillagászat előrehaladása nélkül. A fundamentális asztrometria tehát tényleg alapjellegű tudomány.

A fundamentális csillagászat jelentősége

2/. A fundamentális csillagászat eredményeit széles területen használják fel. Ezzel kapcsolatban ime néhány adat.

A csillagok saját mozgásáról nyert adatok fontos segítséget nyújtanak a sztellarasztronómiának a csillagrendszeri dinamika megismeréséhez, pl. a Galaxis rotációjára és a Naprendszer mozgására vonatkozó következtetésekhez.

Az égitestek helyzetének és csillagászati állandóinak pontos ismerete döntő jelentőségű az égi mechanikai kutatásoknál. A bolygók mozgását a csillagokhoz viszonyítva állapítjuk meg, így tehát világos, hogy a csillagok koordinátaiban jelentkező hibák hatással vannak a levezetett törvényekre is.

A csillagok pontos helyzetének ismeretére van szükség a földrajzi koordináták meghatározásánál, a Föld rotációjának és a pólusingadozásnak megismerésénél, a mesterséges holdak pályájának kiszámításánál, a sztellaris geodéziai triangulációnál, a szatelit-geodéziában és másutt.

Ezen utóbbi felhasználási csoportnál a csillagok koordinátáinak ismerete alapvető követelmény, amit bizonyít pl. a földrajzi szélesség meghatározására szolgáló *Horrebow—Talcott-képlet*. Egy északi (n) és egy déli (s) csillagból álló csillagpár zenittávolságai (z) különbségének méréséből és a mért csillagok deklinációinak (δ) ismeretében, az észlelési hely szélességét kapjuk:

$$\varphi = \frac{1}{2} (\delta_s + \delta_n) + \frac{1}{2} (z_s - z_n).$$

Látható, hogy a deklinációs hibák teljességgel a φ értékre vonulnak át. Ez pedig igen nagy nehézséget jelenthet, mert a φ értékében jelentkező 1''-os hiba a Föld felszínén kb. 30 méternek felel meg.

A rádiócsillagászat mérései alapján kialakulóban van egy új típusú fundamentális koordináta-rendszer, tehát egy rádió-rendszer, amely teljesen különálló a fundamentális asztrometria optikai rendszerétől. E kettő összehasonlításából hasznos adatokhoz jut majd az egész csillagászat.

A fejlődő röntgenscsillagászat, amely méréseit a Föld atmoszféráján kívül végzi, komoly nehézségekkel küzd a röntgensugárzás forrásainak kategorizálásánál — többek között azért is, mert nincsenek pontos asztrometriai adatok a ködök és galaxisok egyes részeinek koordinátáiról,

Mindezek azt mutatják, hogy a fundamentális csillagászat az asztrometria egészének nyújt adatokat. Közvetve azonban, hatással lehet a geodézia és a geofizika fejlődésére is.

A fundamentális csillagászat kutatásai tehát aktuálisak és szükségesek.

A fejlődés útjai

3/. A fundamentális asztrometria kialakulását attól az időtől számíthatjuk, amikor a leírás (például: „Jupiter a Halak csillagkép legfényesebb csillagától közvetlenül jobbra helyezkedik el...”) helyett a műszeres, mérő helyzetmeghatározás vette kezdetét. A műszer valaha egy egyszerű botot, vonalzót jelentett, amelyet a csillagra irányítottak és ezt az irányt valamihez viszonyítva mérték. Az egyiptomiak, például egyszerű nádszálat használtak erre a célra. Két ilyen irányvonalzó (*alhidád*) összekapcsolásával *körzöt* alkottak, amelynek segítségével meg lehet határozni két égitest szögtávolságát.

Az alhidádokhoz később felosztott körök kapcsolódtak, amelyek segítségével szögeket lehetett meghatározni egy bizonyos koordináta-rendszerhez viszonyítva. Így alakult ki a mérőműszerek két főtípusa: az armilláris szférák és a kvadránsok.

Az *armilláris szféra* (28. ábra) egy nagy gömbváz, koncentrikus körök együttese, amely az égi-koordináták modelljét személyesíti meg. Ezeket a köröket mozgatni lehetett, be lehetett azokat állítani úgy, hogy párhuzamosak legyenek az égbolt alapköreivel. A körökhöz voltak kapcsolva az alhidádok. A betájolt műszerrel, az alhidád irányzása után, a fokokra osztott körökről szögkoordinátákat lehetett leolvasni.

Érthető, hogy a koordináták pontossága nagyrészt a körök beosztásának pontosságától függött. Hogy ezt a hibaforrást csökkentsék, nagyobb köröket kezdtek készíteni. De mivel az égbolton általában nem mérünk 90° -nál nagyobb szögeket, elégséges volt a körnek csak egy részét elkészíteni és felhasználni. Így alakultak ki a kvadránsok 90° -os ívvel és a sextánsok 60° -os ívvel. A fundamentális csillagászatban főleg a kvadránsok terjedtek el.

A kvadránsok körsíkja a vertikális síkban volt, tehát ezek segítségével, a rajtuk levő alhidádokkal, az égitestek látóhatár feletti magasságát lehetett megállapítani. A kvadráns síkja mozgatható volt, de leginkább egy állandó helyzetbe, főleg a meridiánsíkba állították be. Így alakultak ki a *fali kvadránsok* (29. ábra), amelyeknek helyzete kötött volt. Ezek segítségével jóval nagyobb pontosságot lehetett elérni, mert így a beállítás és az irányzás is biztosabb.

Az alhidáddal való irányzás



28. ábra. Armilláris szféra Ptolemaiosz leírása szerint



29. ábra. Falikvadráns
az egrői Csillagvizsgálóból.

lógusában a koordináták pontossága kb. $\pm 15'$. Tycho Brahe armilláris körrel $\pm 2'$ pontosságot ért el. A XVI. századig átlagosan néhány percnyi vagy még annál is kisebb pontossággal ismertük a csillagok helyzetét.

A XVII. századtól kezdve ugrásszerű a fejlődés. E században emelik a körök leolvasásának pontosságát (*Vernier*), bevezetik az okulármikrométer (*Gascoigne*), a táveső (*Picard*) és az ingaóra (*Huygens*) használatát. E század végén *Roemer* elkészítette a *passage* műszer (átmeneti-műszer) első változatát, majd később kialakítja a *meridiánkört* is. *Graham* 1730-ból származó *passage*-műszere már magán viseli a jelenleg használatos meridián-műszerek majdnem minden elemét.

Az újítások hatására a XVIII. század közepén a pontosság érezhetően növekedett. *T. Mayer* a rektaszenciót (α) $\pm 0^s22$, a deklinációt (δ) pedig $\pm 2''0$ pontossággal határozta meg (az egyszeri észlelés középhibájáról van szó). *Bradley* észleléseinek pontossága: $\pm 0^s16$ és $\pm 1''3$ (epocha 1755).

pontossága növekedett amikor (valószínűleg az i. e. II. évszázadban) annak végeire irányzó réseket helyeztek.

A legnagyobbak közé tartozik *Ulug-beg* kvadránsa Szamarkandban (XV. század eleje), amelynél a kör sugara 40 m volt. Tycho Brahe (a XVI. század elején) 2,5 m átmérőjű armilláris szférát használt.

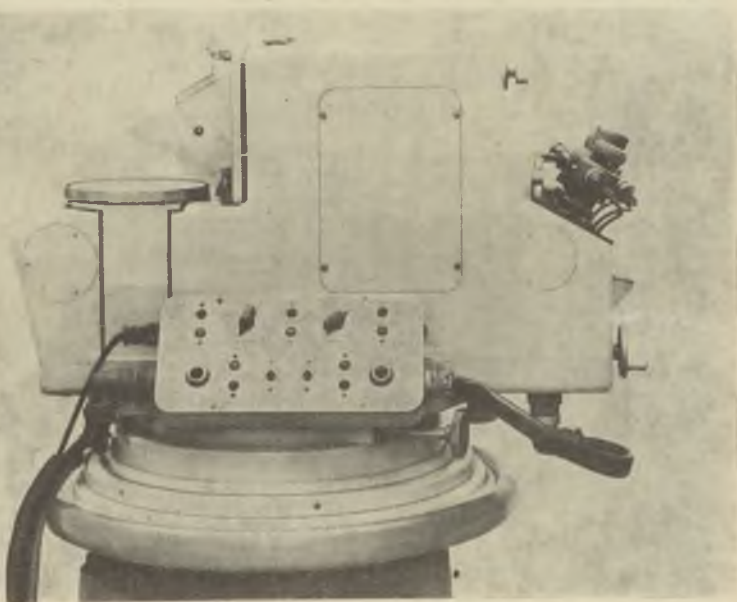
Az észleléseknél az időt is tekintetbe kellett venni. A nappali méréseknél a napóra valamilyen változatát használták, éjjel pedig homokórát és vízórát.

Nagyon nehéz megállapítani az ezekkel a régi műszerekkel nyert adatok pontosságát. Nagyban függött ez az észlelő figyelmességétől. *Ptolemaiosz* (i. u. II. század) csillagkatalo-

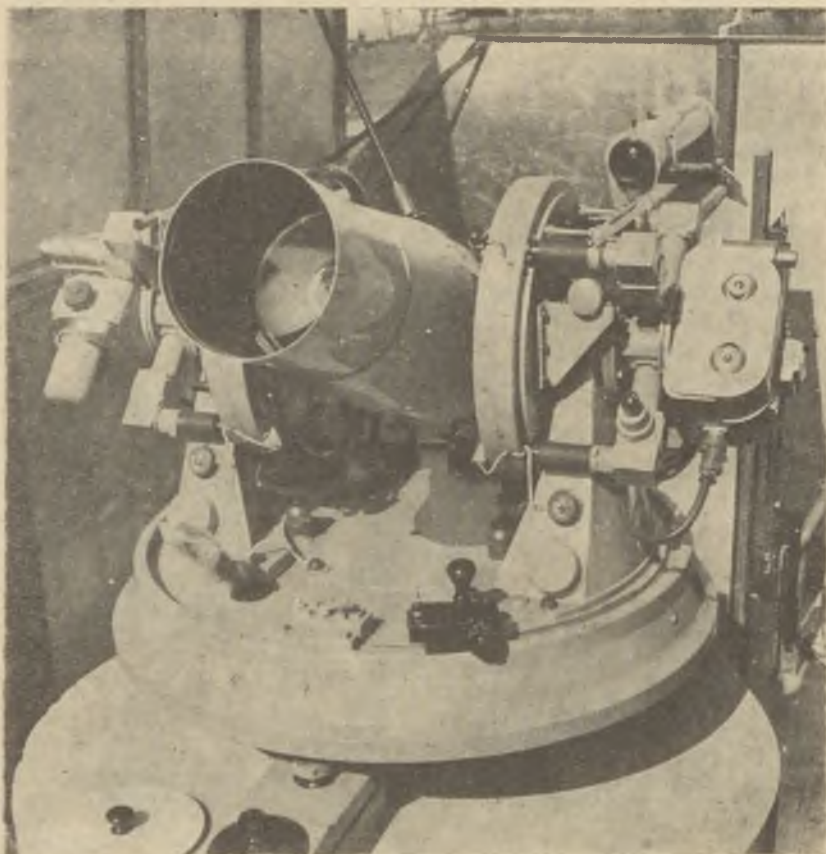
A további fejlődés *Bessel* és *W. Struve* neve tudósokhoz fűződik. A kialakult asztrometria iskola munkája a XIX. század végén a véletlen jellegű hibákat annyira csökkentette, hogy a pontosság elérte a mai szintet: a rektaszcenziónál ($\pm 0,020 \text{ sec } \delta$), a deklinációnál pedig $\pm 0,40$ az egy észlelés középhibája. Egyes műszerekkel még ennél is nagyobb pontosság érhető el: ($\pm 0,012 \text{ sec } \delta$) és $\pm 0,24$ értékek is. Látható, hogy a véletlen jellegű hibák kiküszöbölése az utóbbi 60—70 év alatt nem vezetett a pontosság ugrásszerű emelkedéséhez. De míg itt van egy bizonyos haladás, addig a szisztematikus hibák ismerete és kiküszöbölése ugyanazon a szinten van mint 100 évvel ezelőtt. Erről és az ezzel kapcsolatos nehézségekről később fogunk szólni részletesebben.

A fundamentális asztrometria fejlődésében két csillagvizsgáló munkája történelmi jelentőségű volt. A gyors fejlődés kezdete egybeesik a *greenwichi* csillagvizsgáló alapításával (1675), a XIX. században elért minőségi ugrás pedig a *pulkovói* csillagvizsgáló (1839) munkájához fűződik.

Jelenleg a fundamentális csillagászat újabb minőségi változás előtt áll. E cél elérése érdekében változtatni kell nemcsak a műszereket, hanem az észlelési módszereket és az észlelési adatok feldolgozásának módjait is.



30. ábra. A Danjon-féle sztrolábium



31. ábra. A Zrrejev-féle fotografikus vertikális kör

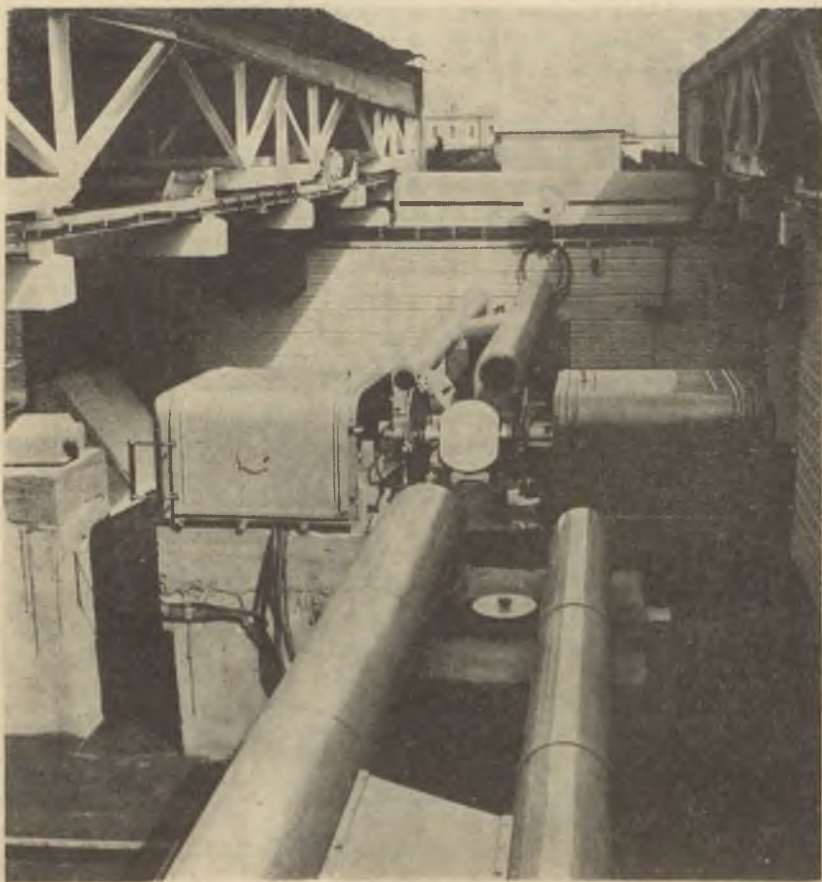
A műszerfejlesztés két irányban halad. Egyrészt modernizálódnak a meglévő klasszikus típusú műszerek (meridiánkörök, vertikális körök és nagy passage-műszerek), másrészt új műszerek alakulnak ki.

A régi műszereken automatizálják a körök leolvasását és a csillagok követését. Van oly megoldás is, amelynél az automatikusan észlelt adatok közvetlenül lyukkártyákra mennek át, és így csökkentik az adatok feldolgozásának idejét is. Az időadatok regisztrálását főleg nyomtató kronográfok (ezek kinyomtatják az időt a másodperc század részének pontosságával) segítségével végzik, amelyek össze vannak kötve nagyon pontos kvarcórakkal.

A fundamentális asztrometria céljait szolgálja három új műszer

egyike a *Danjon-féle asztrolábium* (30. ábra) a meridiánsikon kívül, egy állandó zenittávolságon végez mérést. *Zverjev fotografikus vertikális köre* (31. ábra) pedig a régi, W. Struve által ajánlott, vertikális kört helyettesíti. Jóval kisebb annál, csőve mindössze 40 cm hosszú, a kört fotografálják, de az észlelőt is film helyettesíti. Sikereket várnak a kialakulóban levő *horizontális meridiánköröktől* (32. ábra). Legfőbb előnyük, hogy nincs csővük, tehát nem jelentkezik a nagy gondot okozó csőhajlás (flexió).

A modernizált régi műszerek közvetlenül nem növelték a pontosságot, de közvetve igen, mert ugyanazon idő alatt most több csillagot



32. ábra. A pulkovói horizontális meridián-kör.

lehet észlelni. Az ugyanazon csillag többszöri észlelésével a véletlen jellegű hibák hatását csökkenteni lehet, de a szisztematikus hibáknál ugyanezt nem biztos, hogy el lehet érni.

Az eddig felsorolt műszerek a fundamentális asztrometria alapműszerei, mert ezekkel abszolút és relatív (csatlakozó) módon is meg lehet határozni az égitestek koordinátáit. Az abszolút módszerrel nyert adatok teljesen függetlenek bármely más, előbb végzett mérések eredményeitől. A relatív koordinátákat egy vagy több ismert csillag koordinátáihoz csatlakoztatva vezetjük le.

Ezek a műszerek az égitestek horizontális koordinátáit, a *magasságot*, ill. a zenit-távolságot és az *azimutot* mérik egy adott pillanatban. Ezeket leginkább a meridiánsíkba állítjuk be (azimut=0), így hát csak a csillag zenittávolságát kell megmérni és rögzíteni a mérés pillanatát. A meridiánsíkban dolgozó műszereket meridián-műszereknek nevezzük.

4/. Az ekvatoriális felállítású távcsövekkel abszolút helymeghatározás nem lehetséges, de felhasználjuk ezeket az égitestek relatív jellegű koordinátáinak meghatározására. Az égbolt egy részéről készített fényképen (vizuális módszert ritkán használnak) az ismeretlen égitest koordinátáit az azon a lemezen található ismert koordinátájú csillagokhoz viszonyítva állapítjuk meg.

Az így végzett munkának több előnye van: egyrészt nagyobb mennyiségű csillag koordinátáit lehet meghatározni, másrészt, olyan gyenge fényű égitestek helyzetét is megállapíthatjuk amelyeket a fundamentális asztrometria alapműszereivel nem láthatunk és előny az is, hogy a fényképfelvétel tartósan birtokunkban marad. Legfőbb előnye mégis az, hogy a modern műszerek segítségével egy csillag fotografikusan mért helyzete 3- vagy 4-szer pontosabb a meridián-műszerrel nyert hasonló adatok pontosságánál. Elérhető az egyszeri mérés kb. $\pm 0,1$ pontossága (mindkét koordinátánál).

A fotografikus asztrometria fundamentális csillagászati jelentősége állandóan növekszik. Később látni fogjuk, hogy a csillagok saját mozgását most már a távoli galaxisokhoz viszonyítva állapítjuk meg. Ezt a jelentős munkát csak a fotografikus asztrometria műszereivel végeztük el.

5/. A csillagkatalógusok egy bizonyos számú csillag koordinátáit tartalmazzák (egy meghatározott időpontban). Három csoportba soroljuk ezeket.

Az *észlelési katalógusok* az ugyanazon műszeren és az ugyanazon sorozatban mért csillagkoordináták összességét adják. Van abszolút és relatív észlelési katalógus attól függően, hogy abszolút vagy relatív módszerrel észleltünk.

A másik csoportot alkotják a *számított katalógusok*, amelyeket a kü-

lönböző időpontokban és más-más műszeren összegyűjtött adatokból állítanak össze. Ezeknek két típusát különböztetjük meg. A *fundamentális katalógusok* saját, originális koordináta-rendszerben adják meg a csillagok helyzetét, amíg az *összesített katalógusok* egy már meglevő fundamentális koordináta-rendszerre támaszkodnak.

Az észlelési és a számított katalógusok alapján alakulnak ki az *áttekintő katalógusok*, amelyek nagyszámú csillag megközelítő koordinátáit tartalmazzák. Ilyen, például a „*Bonner Durchmusterung*” (jelzése: BD), amely az északi félgömbön ($-2^\circ < \delta < +90^\circ$) 324 188 csillag helyzetét adja meg, 1855,0 epochára vonatkozólag.

Az észlelési katalógusok a csillagok közepes koordinátáit (leginkább: α , δ) adják az ekvátorsík és a tavaszpont egy adott napéjegyenlőségi (ekvinokciumi) helyzetéhez vonatkoztatva. A koordináták több észlelés eredményeinek középértékei. A katalógusban megtaláljuk a csillag észlelési pillanatainak középértékét is, ez az ún. *epocha*. Az észlelési katalógusban általában minden csillagnak más-más epochája van, de minden koordináta egységes ekvinokciumra vonatkozik.

A számított katalógusban, majdnem kivétel nélkül, az epocha és az ekvinokcium ideje egyenlő (az ekvinokciumtól számítjuk a precesszió, az epochától pedig a saját mozgás hatását). A több katalógus eredményei alapján nyert csillagkoordinátákon kívül a számított katalógusok olyan adatokat is tartalmaznak, amelyek segítségével bármelyik pillanatra vonatkozólag kiszámíthatjuk az adott csillag koordinátáit.

Nehéz ma kikutatni, hogy mikor alakult ki az első csillagkatalógus. Egyes vélemények szerint az első katalógusok a kínaiaknál jelentek meg. Az i. e. IV. századból ismeretes *Sih Sen* 800 csillagot tartalmazó katalógusa. Ugyanebből a századból ered *Eudoxosz* 25 csillagot számláló hasonló műve is. *Hipparchosz* (i. e. II. század) 1022 csillagot tartalmazó katalógusa azért is jelentős, mert ennek segítségével jutottunk a precesszió felismeréséhez. A II. században élt *Ptolemaiosz* katalógusa (1025 csillag; 138 évi ekvinokcium) az ókor legismertebb ilyen tárgyú alkotása, amelyet többször kiadtak — utoljára 1915-ben —, átszámították más ekvinokciumokra és csillagait más műszereken is észlelték. Így születtek meg *Ulug-beg* (epocha: 1437,5), *Rotmann* (1594) és *Tycho Brahe* (1601) katalógusai.

E katalógusok a táveső feltalálása előtti időből származnak és a csillagok ekliptikai koordinátáit tartalmazzák.

Hevelius katalógusai 1564 csillagot számláltak (1661 és 1701 epochákra) és ezek között 335 csillag koordinátáit távesővel végzett mérések alapján számították ki. Érdekessége e katalógusnak az is, hogy a csillagok helyzetét itt adták meg először az ekvatoriális koordináta-rendszerben (α , δ) is.

Az eddig felsorolt katalógusok csak történelmi jelentőségűek, mert

nem elég pontosak a jelenlegiekkel összehasonlításhoz. A legrégebb, ma is felhasználható katalógus *Bradley* észlelései alapján készült (epocha: 1755). Ez és a későbbi katalógusok már olyan pontosságúak, hogy adataik összehasonlítása alapján a csillagok saját mozgásainak értékeit le lehet vezetni. *Bradley* katalógusának pontossága megközelítőleg úgy aránylik a modernek pontosságához, mint 1:20 vagy 1:25, de ugyanakkor *Bradley* katalógusa jóval pontosabb az előtte megjelenteknél.

Az első fundamentális katalógus *Bessel* 38 csillagot tartalmazó katalógusa (1830). Azóta néhány fundamentális katalógus jelent meg és volt használatban. 1896-ban például, *Newcomb* N_2 jelzésű katalógusát tekintették alapjellegűnek. 1940-től 1963-ig az *FK3*-ra építették az asztrometriai méréseket. Jelenleg ezt a szerepkört tölti be az *FK4*.

Ha kiindulunk az egyszeri észlelés jelenlegi középhibájából, az előbb említett ($\pm 0,020$ sec δ) és $\pm 0''40$ értékekből, és ha feltételezzük, hogy egy csillagot átlagban négyszer észlelnek, akkor a jelenlegi, vizuális úton nyert, észlelési katalógusok pontosságát ($\pm 0^s010$ sec δ) és $\pm 0''20$ hibákkal lehet jellemezni. Ezek az átlagértékek a katalógusok belső pontosságáról, vagyis arról adnak képet, hogy az ugyanarról a csillagról, különböző időpontokban, az adott műszerrel nyert adatok miként egyeznek egymásközt. Ez, a belső egyezési karakterisztika, egymagában még nem jellemzi a katalógus minőségét. Ha ugyanazon csillag két (vagy több) egyidőben készült észlelési katalógusban fellelhető koordinátáit összehasonlítjuk, akkor azt tapasztaljuk, hogy igen nagy eltérések lehetnek, olyanok amelyek jóval felülmúlják a belső pontosságról adott értékeket. Ez a tény azt mutatja, hogy a csillagkatalógusok terheltek nemcsak véletlen jellegű, hanem meglehetősen nagy szisztematikus hibákkal is.

Az észlelési katalógusok szisztematikus hibái különösen gondot okoznak a számított katalógusok összeállításánál. Felvetődik a kérdés, hogy az egyes katalógusok szisztematikus hibáit mily kritérium szerint kell megállapítani és kiküszöbölni. Eerre jelenleg nem tudunk feleletet adni, de tény, hogy még a legjobb fundamentális jellegű számított katalógusok is, többé-kevésbé pontatlan adatokat adnak. Ezt egy példával szemléltetjük. Az *FK3* jelzésű fundamentális katalógus koordinátáinak véletlen jellegű hibái alacsonyak: az ekvatoriális zóna csillagainál, 1900-as epochára: $\pm 0^s002$ (az α -nál) és $\pm 0''03$ (a δ -nál); 1950-es epochára pedig $\pm 0^s005$ és $\pm 0''08$, de ezt a katalógust mégis ki kellett cserélni. A mérések azt mutatták, hogy az *FK3*-ban levő egyes csillagok koordinátáit feltétlenül javítani kell — az eltérések nagysága elérte a 0^s07 és $1''1$ értékeket! A levezetett javítások alapján kialakult egy teljesen új fundamentális katalógus, jelzése *FK4*, de még alig múlt el néhány év és a szakemberek már e katalógus hibáiról beszélnek. Min-

den jel szerint az FK4 szisztematikus hibái nagyobbak lehetnek a 0^s02 , ill. 0^s1 értékeknél. Tehát, rövidesen várható az FK5.

Ez a jellemzés azokra a fundamentális katalógusokra vonatkozik, amelyeket a Nemzetközi Csillagászati Unió alapként jelölt meg, amelyek alapkoordináta-rendszert rögzítenek az égen. A többi (vizuális és fotografikus) katalógus pontossága ennél jóval kisebb.

A katalógusok hibáinak kérdéseire még visszatérünk, itt csak annyit jegyezzünk meg, hogy a fenti adatok a Föld északi féltékénél látható csillagokra vonatkoznak. A déli féltéke csillagainál a hibák 2–3-szor nagyobbak.

Csillagászati konstansok

6/. A csillagok koordinátáit különböző helyen és különböző időpontokban határozzák meg. Mindezeket az észlelési adatokat közös nevezőre kell hozni, csak így lehetnek összehasonlíthatók és csak így használhatók fel egy közös katalógus kialakításánál. Ezeknél az átszámításoknál a *csillagászati konstans*nak nevezett állandók ismeretére van szükségünk.

Ezeknek a konstansoknak az asztrometriai jelentőségét két példával szemléltetjük.

Bradley 1750 és 1762 közötti észlelési adatait kétszer dolgozták át. Mindkétyszer az átszámítási konstansok értékeit javították. *Auwers* átszámításainak eredményeként a Bradley-i észlelések pontossága az α értéknél 1,75-szörösére, a δ értékeknél pedig 1,4-szeresére emelkedett.

Nemrég 88 fényes csillag koordinátáit (α , δ) számították ki két intervallumra: i. e. 2500-tól i. u. 2500-ig, illetve i. e. 10 000-től időszámításunk kezdetéig. Az első esetben a maximális hiba feltehetőleg nem haladja túl 0^s02 ($=72''$), a másodikon pedig a 0^s05 ($=180''$) értéket. Ezek a hibák a precessió állandójának és a csillagok saját mozgása pontatlan ismeretének köszönhetőek. Ebből láthatjuk, hogy csak igen pontatlanul tudjuk kiszámítani a csillagok koordinátáit a távoli múlt vagy a jövő pillanataira.

E két példa is igazolja, hogy ezeknek az adatoknak az asztrometriában különös jelentőségük van, a csillagkoordináták és a katalógusok pontossága nagymértékben függ e konstansok pontosságától.

Valaha minden csillagász a saját értékelése szerint választotta ki a felhasznált állandókat, de mivel ez a módszer nem volt kielégítő, 1896-ban nemzetközi megállapodás született az egységes fundamentális csillagászati állandók rendszeréről. Ezek az állandók főleg *Newcomb* munkásságának gyümölcsei.

Az 1896-ban megtartott párizsi értekezlet a következő állandókat

nyilvánította fundamentális jellegűnek: a precesszió, a nutáció és az aberráció állandóit, az ekvátornak az ekliptikával bezárt szögét, a Nap parallaxisát, a földi szferoid ekvatori sugarát, lapultságát, és dinamikus lapultságát a holdi egyenlőtlenység koefficiensét, valamint a Föld vonzóerejét kifejező képlet koefficiensait és ennek a vonzásnak a nagyságát az ekvátoron.

Mindezeket az adatokat közvetlen mérések, illetve a mérések alapján kialakult elméletek segítségével lehet meghatározni. Például: az ekvátornak az ekliptikával bezárt szögét a Nap koordinátáinak meridiánműszerekkel végzett mérései alapján kapjuk. A precesszió állandóját a csillagok saját mozgásairól nyert adatok, illetve a bolygók mozgásának tanulmányozása alapján lehet meghatározni.

A csillagászati konstansokat tehát bizonyos hibákkal terhelt asztrometriai mérések alapján kapjuk meg. Az így nyert nem eléggé pontos állandók használata már évek óta nehézségeket teremtett a mérési eredmények kiértékelésénél és ezért igény jelentkezett azok finomítására. De hogyan lehet a pontosabb értékekhez jutni — ez volt a kérdés. Új műszerek, új módszerek és korszerűbb elméleti kutatások alapján feltehetőleg el lehet érni e célt. Ez így van, de hathatós sikereket minden területen mégsem lehetett elérni. Rádiólokációs módszerekkel a csillagászati egységet tízszer pontosabban kaphatjuk meg mint asztrometriai módszerekkel — itt tehát igen nagy pontosságnövekedés jelentkezik. Ugyanakkor azonban a precesszió és a nutáció állandóinak meghatározása továbbra is meglehetősen bizonytalan. Már régen tudjuk, hogy a precesszió állandóját kb. $1''$ -el (100 évre) növelni kell, de ezt a javítást nem tudjuk 25%-nál pontosabban megadni. Mivel nem ismerjük eléggé jól a Föld felépítését, elméleti úton nem tudunk egy megfelelő nutáció-konstans értékhez jutni és ezért ezt az értéket az észlelésekből kell levezetni — azok pedig nem adnak ± 0.006 -nál nagyobb pontosságot, ami nem kielégítő.

Tehát egyrészt világos, hogy a csillagászatban használt állandókat meg kell változtatni, de másrészt tény, hogy egyes állandókat jelenleg még képtelenség kellő pontossággal megadni. E két tény között morzsolódtak a szakemberek és így sokáig tartott míg az új állandók rendszere kialakult. 1964-ben a Nemzetközi Csillagászati Unió a konstansok új rendszerét fogadta el. Ez félmegoldást jelent, mert egyes állandók értékét (pl.: a precesszió és a nutáció állandóit és az ekvátor ekliptikával bezárt szögét) nem változtatták meg, pedig biztos, hogy ezek sem megfelelőek. Arra a megállapításra jutottak, hogy egyes régi állandók alkalmazása kevesebb nehézséget hoz maga után mintha azokat nem eléggé megfontoltan megváltoztatjuk és úgy alkalmazzuk.

Jelenleg a csillagászati állandókat három csoportba osztjuk: a definiált, a primér (elsődleges) és a szekunder (másodlagos) állandók cso-

portjába. Régebben a csillagászati konstansokat közös néven fundamentális csillagászati állandóknak nevezték.

A definiált állandók csoportjába tartozik az idő és a gravitáció állandója. Az 1900-as tropikus évben $s=31\ 556\ 925,9747$ efemeridiális másodperc van. Az általános gravitációs állandó (amelynek segítségével a csillagászati egységet határozzuk meg): $k=0,01720209895$.

Az elsődleges állandók:

1. a csillagászati egység (egység:m)	$A=149\ 600 \cdot 10^6$
2. a fény terjedési sebessége (m/sec)	$c=299\ 792,5 \cdot 10^3$
3. a Föld ekvatori sugara (m)	$a_e=6\ 378\ 160$
4. dinamikai koefficiens, amely a Föld lapultságát jellemzi	$J_2=0,001\ 082\ 7$
5. a geocentrikus gravitációs állandó ($m^3\ s^{-2}$)	$GE=398\ 603 \cdot 10^9$
6. a Föld és a Hold tömegének aránya	$\mu=1/81,30$
7. a Hold sziderikus középmozgása (1900) (radiáns/s)	$n_s^*=2,661\ 699\ 489 \cdot 10^{-6}$
8. longitudinális általános precesszió 100 tropikus évre (1900)	$p=5025,64$ $\varepsilon=23^\circ 27' 08,26$
9. az ekliptika hajlásszöge (1900)	
10. a nutáció állandója (1900)	$N=9,210$

Ezen elsődleges állandók alapján vezetnek le 12 másodlagos állandót. Ebbe a csoportba tartoznak, pl., a Nap parallaxisa [(arc $\sin s_0/A)=p_\odot=8,79405$, a régi érték $8,800$], az aberráció állandója ($k=20,4958$, a régi $20,47$), a Nap és a Föld tömegeinek aránya (332 958, a régebben használt 333 432 helyett), a Föld lapultsága ($1/298,25$, a régi $1/297$) stb.

Tehát egyrészt új értékekkel, másrészt új állandók bevonásával és új felosztással bővült a csillagászati állandók rendszere. Megemlítjük néhány állandó határértékeit: $149\ 597 \cdot 10^6 < A < 149\ 601 \cdot 10^6$; $6\ 378\ 080 < a_e < 6\ 378\ 240$; $5026,40 < p < 5026,90$; $23^\circ 27' 08,16 < \varepsilon < 23^\circ 27' 08,36$; $9,200 < N < 9,210$; $8,79388 < p_\odot < 8,794\ 34$; $20,4954 < k < 20,4960$. Ezek az adatok azt mutatják, hogy az állandók értékeit csak korlátozott pontossággal ismerjük. Természetes, hogy ez kihatással van az asztrometriai mérések pontosságára.

Világosan látható a „bűvös kör” jelenléte: pontatlanok a csillagászati konstansok, mert az asztrometriai mérések hibásak, illetve pontatlanok az asztrometriai mérések eredményei, mert hibásak az állandók. Gyakorlatilag azonban az a helyzet, hogy az asztrometriai mérések pontossága kevésbé függ az állandók pontosságától — mert ennél vannak jóval nagyobb hibahatások is. Ezekről kell elsősorban megtisztítani az asztrometriai mérések eredményeit és akkor remélhetőleg a konstansok pontosabb értékeihez jutunk.

Hibaforrások

7/. A katalógusok és a konstansok — fundamentális csillagászat végső-termékei — az észlelési alapadatok pontosságától függnnek. Tehát első-sorban itt kell keresni a problémák megoldását. A fundamentális csillagászatnak meglehetősen sokrétű problémákkal kell megküzdenie, ami annál nehezebb, mivel $0^{\circ}01$ -rendű értékek biztos meghatározásáért kell harcolni. Íme egy-két követelmény. Csak mindössze 100 csillag saját mozgása nagyobb évi $1''$ -nél, a fényes csillagok nagy részéé kisebb $0^{\circ}1$ -nél, a halvány csillagoknál pedig $0^{\circ}01$ értéknél. A Galaxis rotációja a μ értéknél évi $0^{\circ}005$ nagyságrendű hatást idéz elő. Mindebből arra következtethetünk, hogy a csillagok saját mozgását igen pontosan kell megállapítani, hogy abból a Galaxis rotációjának sebességére következtetést vonhassunk le.

A következőkben a meridián-műszereken végzett mérések főbb hibaforrásaira hívjuk fel a figyelmet. Azért beszélünk csak e műszerekről, mert az ezeken nyert adatok alapján építjük fel a fundamentális csillagászat alaphálózatát, tehát ezek a műszerek alapjellegűként tekinthetők.

A hibákat négy csoportba fogjuk osztani — azok forrásától függően: a műszer, az észlelő, a környezet és a módszer hibáira.

8/. Mielőtt áttérnénk a meridián műszereken végzett észlelések hibáira, egész röviden ismertetjük, hogy ezeken a műszereken hogyan kapjuk az α és δ értékeket.

A felső delelés pillanatában a helyi csillagidő egyenlő a csillag α koordinátájának értékével. Tehát az α meghatározásánál pontosan kell ismerni a helyi csillagidőt és rögzíteni kell az áthaladás pillanatát.

A felső és az alsó detelés pillanataiban a deklinációt a következő három kapcsolat egyikéből kapjuk:

$$\delta = \varphi - z$$

$$\delta = \varphi + z$$

$$\delta = 180 - \varphi - z.$$

Látható, hogy a δ meghatározásánál tudni kell a meridiánátmenet zenittávolságát (z) és a hely pillanatnyi földrajzi szélességét (φ). A z értéket a magassági kör, az okuláris mikrométer és a libellák segítségével kapjuk. A φ -t megkaphatjuk egy adott circumpoláris csillag felső és alsó delelése zenittávolságainak mérése alapján.

9/. Az asztrometriát a csillagászat „legmatematikaiabb” részének tekintették és így a főleg matematikai képzésben részesülő asztrometrikusok csupán egyszerű alakzatot láttak műszerükön: megközelítőleg a vertikális helyzetben levő alhidádé-teungely, ezt keresztező hori-

zontális fekvő tengely és a fekvő tengelyen levő távcső — ez volt, nagy általánosságban, a meridián-műszer képe. A pontosság növelésének igényével azonban mindjobban előtérbe került az a követelmény, hogy a műszert fizikai testnek kell tekinteni, vagyis nem a geometria, hanem a fizika szemszögéből kell szemlélni a műszereket. Ezzel teljesen új szakasz kezdődött az asztrometriában és az eddigi tapasztalat azt mutatja, hogy itt van a fejlődés útja.

A műszert állandóan erő külső hatások között legjelentősebbek a *hőhatások*. A műszer az éj folyamán különböző hőmérsékleti viszonyok között működik (ne felejtjük el, hogy az észlelések szabad ég alatt vannak). Az időszaki változások mellett naponta is változik a külső hőhatás — itt főleg a változó irányú és tulajdonságú szelek hőhatására gondolunk. És végül, a műszer mellett ott van legalább egy észlelő — egy ember pedig kb. 100 wattos lámpaként sugároz.

A műszerben lejátszódó termikus folyamatokat és azok végső hatását még nem ismerjük. Empirikus úton vezetünk le bizonyos korrekciókat. Mindezek a javítások igen bizonytalanok és nem lehet azokat szisztematikus hatásként tekintetbe venni. Az eddig használt termikus javítások tehát csak megközelítő értékek, közel sem tudják megadni a való helyzetet.

A műszerrészek hőérzékenységevel kapcsolatban példaként a libellákat említjük meg. A libellákon $0''1-0''01$ nagyságrend pontosságú hajlásszögeket kell leolvasnunk. Ezt a pontossági követelményt nemcsak a libellacső belső futófelületének hibái (szemese, görbületi hiba), hanem a hőmérsékleti hatások is gátolják. A műszer környezetében majdnem mindig hőgradiens mező alakul ki és ez döntően tudja befolyásolni a libella buborékjának helyzetét. *Drozdofsky* megállapítása szerint, hogy ha a másodperc-libella üvegsövének két végén $0''01$ C hőmérsékleti különbség alakul ki, akkor az a buborékot $0''1$ szöggel a melegebb hely felé viszi. Ez annyit jelent, hogy mondjuk, $0''5$ C-os értéknél a hiba elérheti az $5''$ -ot. A libellák a külső hőhatások ellen valamelyest izolálva vannak, de mégis a tapasztalat szerint, $1-2''$ hibaértékek könnyen lehetségesek. A libella tehát komoly hibák forrása lehet és ezért ezeket külön kutatják. Meg kell jegyezni, hogy a magyar tudósok (*Tárczy—Hornoch, Alpár, Sárdy*) e téren jelentős eredményeket értek el.

Legnagyobb problémák egyike, hogy a távcső miként hajol meg saját súlya miatt különböző hőmérsékleti viszonyok között. Ez az ún. *flexió-hatás* végtelenül komplikált. A *Wanschaff* vertikális körnél, például a 0° és $+25^\circ$ C hőmérsékleti határok között, a flexió horizontális összetevője (*b*) az észlelés első periódusában (1916—1921) majdnem semmit sem változott, a másodikban (1922—1927) $-0''50$ és $+1''50$ között ingadozott, a harmadikban (1938—1940) pedig $-0''82$ és $-2''10$ értékek között volt. Meg kell jegyezni, hogy a mért zenittávolság kb

(b sin z) értékkel változik. Ezek az adatok nemcsak a hőmérsékleti hatásokra, hanem a műszer megváltozására (öregedésére) is rámutatnak. Biztos törvényszerűséget a flexió hőmérséklettől függő változására nem vezethetünk le. Egyes műszereknél ez kitehet $0,04/1$ °C-t is. De, mint azt a mérések mutatják, a flexió értékének nem a hőmérséklet abszolút értéke a legnagyobb „ellensége”, hanem a hőmérsékleti gradiensek.

A műszer minden egyes része reagál a hőmérsékletre, *N. N. Pavlov* ezért a műszert burokkal védte a külső hőhatásoktól. E módon — amelyet mégsem lehet univerzálisnak tekinteni — Pavlov érezhetően csökkentette az észlelés hibáit.

Nagyon fontos az is, hogy a műszer minden része pontosan és megfelelő anyagból legyen kidolgozva. Megkövetelendő, hogy a tengelyvégek hengerének átmérője mindenhol egyforma legyen (a nagy meridiánműszernél a megengedett eltérés: $\pm 0,2$ mikron), továbbá, hogy az okulár-mikrométer minden egyes része szigorúan megfeleljen a méreteknak, hogy a limbus beosztásainak hibái kicsinyek legyenek stb. Olyan technikai pontossági követelmények jelentkeznek, amelyekre a mérnökök legtöbbször a „lehetetlen” feleletet adják. És tényleg, ha elméletileg kiszámítjuk a műszer egyes részei kidolgozásának elérhető pontosságát, akkor nem lehet elvárni, hogy a mérések pontossága több legyen $\pm 0,5$ — $1,0$ szögértéknél. Mégis hogyan lehet mérni ennél pontosabban? A fő tényező feltétlenül a műszer jó karbantartása és figyelmes kezelése, de lényeges az a módszer is, hogy ahol csak lehet a mérések különbségét vesszük tekintetbe a végső eredmény kiszámításánál.

A műszerfejlesztés a kis méretű, de fényerős és szimmetrikus műszerek kialakításában keresi a probléma megoldását. Ilyen típusú az előbb említett fotografikus vertikális kör. A horizontális meridián-körök legfőbb erényét abban látjuk, hogy ezeknél nem jelentkezik csóhajlás (flexió).

10/. *Maskelyne* már a XVIII. század végén megállapította, hogy két észlelő ugyanazon a műszeren végzett mérési eredményei között oly szisztematikus eltérések jelentkeznek, amelyek túllépik a véletlen jellegű hibák határait. Ez a megállapítás ma sem veszítette el aktualitását. Ma is megtörténik, hogy két észlelő mérési eredményei között $0,3$ — $0,5$ szisztematikus jellegű eltérések jelentkeznek. Ha még ehhez hozzá tesszük, hogy az észlelő személyi hibái változóak — nem csak évről évre, hanem ugyanazon éjjel folyamán is —, akkor érthető, hogy az ilyen fajta hibák komoly kerékkötők.

Az ilyen furcsán változó hibafajtát, ahol csak lehetséges, az észlelő kikapcsolásával lehet elkerülni. Az észlelőt helyettesítő fotocellával vagy fotolemezzel azonban nem érhetjük el, hogy a mérésben ne legyenek szisztematikus jellegű hibák, hanem csak azt kívánjuk, hogy ezek a fajta hibák állandó jellegűek legyenek. Ha ezt a feltételt telje-

síti az a bizonyos leolvasó berendezés, akkor azt jónak kell tekinteni. De azt is meg kell jegyezni, hogy ez által a véletlen jellegű hibák is jóval kisebbek lesznek. A javulás elérheti az 50%-os értéket.

Az osztott kör helyzetét fotografálják vagy pedig fotocellával olvassák le. Ugyanezek segítségével regisztrálják a csillag helyzetét a látónevezőben. Van olyan műszer is ahol teljes az automatizáció és az észlelési adatokat oly formában kapjuk meg, amelyek elektronikus számológépen végzendő feldolgozásra közvetlenül alkalmasak. Így például, a bergedorfi, teljesen automatizált, fotoelektrikus meridián-körön a jelenlegi pontosság $\pm 0,012$ és $\pm 0,25$, míg azelőtt ez a műszer vizuális úton $\pm 0,016$ és $\pm 0,43$ középphibával dolgozott. Ez is mutatja, hogy az észlelő maximális kikapcsolása hasznos eredményhez vezet.

11/. A környezeti hatás a talaj ingadozásában, a pillérek mozgásában és a refrakciós zavarokban jelentkezik.

Az első kettős hatása nem oly jelentős, mert leginkább kicsiny értékűek (például a nem gyors lefolyású talajszuszamlásoknál) vagy pedig kellő módon kiküszöbölhetőek (a pillérek megfelelő alapozásával). Az abszolút jellegű méréseknél szükséges, hogy az adott katalógus idejére a műszer helyzete lehetőleg ne változzon, míg a relatív méréseknél fontos, hogy az éj folyamán, amíg tart az észlelés, stabil helyzet legyen. Az eddigi tapasztalat szerint ezt el lehet érni, de ez nem jelenti azt, hogy ez a probléma végleg lekerült a napirendről.

A külső, műszeren kívüli hatás legfontosabbika a csillagászati *refrakció*. Az égitestről érkező fény a levegő rétegeiben megtörik. Emiatt nemcsak, hogy megváltozik az égitest pillanatnyi zenittávolsága, hanem az azimutja is. A levegőrétegek változó helyzete miatt, ennek a hatásnak az értéke pereről percre, napról napra változik.

A refrakció hatását két részre osztjuk. Normális refrakciónak nevezzük azt a hatást, amely akkor keletkezne, hogy ha az atmoszféra rétegei koncentrikus köröket képeznének. A refrakciós anomáliák az ettől eltérő hatásokat jellemzik.

A normális refrakció átlagos, jól megközelítő értékét ismerjük. Tudjuk, hogy kb. a zenittávolság tangensével változik (a zenitben nulla, a horizontnál $\sim 35'$), de ez a megközelítés csak a múlt században volt kielégítő, a mai követelményeknek már nem felel meg. A csillagászatban pedig még ma is a múlt században kialakult refrakciós táblázatokat használják! Szigorúan véve, minden észlelőhelyen a normális refrakció hatását a pillanatnyi légköri helyzet alapján kellene megállapítani. Ez azt jelenti, hogy egyidőben aerológiai méréseket kellene végezni, ami gyakorlatilag nem lehetséges. Ezért legalább azt követeljük meg, hogy az abszolút deklináció értékét meghatározó állomásokon az adott hely feletti légkör közepes állapotának megfelelő refrakciós táblázatok legyenek. Tehát kötelező a helyi, nem pedig az univerzális

táblázatok használata. A lokális jellegű eltérések 'elérhetik a ($0,1$ tg z) rendű értéket. A normális refrakciónak emellett van napi és évszaki változása is, de ezt a hatást legkevésbé ismerjük. A normális refrakció szisztematikus jellegű hibáin kívül meglehetősen nagyok a véletlen jellegű hibái is. Valószínű, hogy a normális refrakció nem határozható meg ($\pm 0,02$ tg z) értéknél pontosabban.

A refrakciós anomáliák a légkör állapota, valamint az észlelő állomás környékének hatása miatt keletkeznek. A levegőáramlások megbontják a levegőrétegek „ideális” helyzetét, a rétegek a koncentrikus köröktől eltérő helyzetet foglalnak el és ezért az égitestekről érkező fény iránya a normális értékhez viszonyítva megváltozik. A légrétegek elhajlását előidézhetik az észlelő hely környékén levő épületek, a város, de maga az észlelő műszert befogadó pavilon is. Az eddigi kutatások azt mutatják, hogy a különböző anomáliák elérhetik egyenként a $0,1$ értéket is.

12/. Vita tárgya az észlelési és a feldolgozási módszerek majdnem mindegyike. Nincs egy kialakult egységes módszer sem az észlelésre, sem a feldolgozásra. Mutatja ezt az is, hogy minden katalógus bevezetése feltünteti az észlelés és a feldolgozás alkalmazott módjait. Az alkalmazott módszerek hasonlóak, de különbségeik mégis jelentősen hathatnak a végső eredményekre. Végtelenül nehéz megítélni, hogy egy módszer mily végső hibákat fog magában konzerválni, mert nincs biztos támasztékunk, amelyhez viszonyítva megalapozott következtetésekhez lehetne jutni. A módszerek matematikai sémáiban képtelenség minden lehető hatást tekintethe venni — az előbbiekből láthattuk, hogy e hatások mily különbözőek és változók —, illetve még nincsenek oly módszerek, amelyek segítségével a főbb hatások mindegyikét egyforma effektussal ki lehet küszöbölni. Ezért van annyi vita és keresés, de azt sem kell elfelejteni, hogy kicsiny értékekről van szó, amelyeknek a „megfogása” különösen nehézé teszi a kutatást.

A feldolgozás egyik legnagyobb „rákfenéje” az ún. kiegyenlítés. Az észlelési adatok természetesen különbözőek egymástól és ezért nehéz azokból a végső eredményt kialakítani. Hogy ezt megkönnyítsük — hogy kisebb legyen a végeredmény középhibája — bizonyos kiegyenlítéshez folyamodunk. És ekkor jelentkeznek a nehézségek, mert leginkább csak formális kiegyenlítésről van szó, amely igaz, hogy lényegesen csökkenti a középhibát, de leginkább meghamisítja a végeredményt.

Hol a kiút? Feltétlenül ott, hogy a műszer állandóit független módszerekkel vezessük le és a végeredményeket csak akkor javítsuk, ha ennek reális alapja van. Ne idealizáljunk, hanem reálisan kutassuk a dinamikus változó természetet.

Csillagkatalógusok

13/. Az észleléseket a Föld felszínén, a tengelye körül forgó és a Nap körül keringő Földön végezzük. A műszerrel közvetlenül nyert észlelési adatok tehát magukon viselik a hely és az idő bélyegét. Az egymásközti összehasonlítás végett az adatokat a Föld felszínéről a Nap középpontjára számítják át és ehhez szükség van a csillagászati állandók pontos ismeretére. Az így nyert heliocentrikus, a Földtől és annak mozgásaitól független α és δ értékek az ekvatoriális koordináta-rendszer egy adott pillanatnyi helyzetére vonatkoznak.

Mint már említettük, az észlelési katalógus a csillagok koordinátáit tünteti fel egy egységes koordináta-rendszerben és az észlelés közép-epochájára vonatkozólag. Az észlelés epochája pillanatának feltüntetésére azért van szükség, mert a csillagoknak saját mozgásuk is van, amely miatt a csillag α és δ értékei megváltoznak — függetlenül a koordináta-rendszerétől. Éppen a csillagok különböző időszakokban észlelt α és δ értékeinek összehasonlítása alapján következtethetünk saját mozgásukra.

Számított katalógus kialakításához nemcsak egységes koordináta rendszerre, hanem a csillagok saját mozgása hatásának kiküszöbölésére is szükség van. Tehát nemcsak a koordináta-rendszert rögzítjük, hanem mintegy „megállítjuk” a csillagot is.

A fundamentális katalógus kialakításánál főleg az abszolút észlelési katalógusok adataira támaszkodnak. Mivel az abszolút katalógusokban a csillagok α és δ értékei a katalógus saját koordináta-rendszeréhez viszonyítva vannak megadva, e rendszereket közös nevezőre kell hozni. Ezért azokkal a műszerekkel, amelyekkel az abszolút katalógusok adatait nyerik, különleges észleléseket is végeznek. Oly égitesteket észlelnek, amelyeknek helyzetét jól ismerjük (Nap, bolygók) és az észlelt és a számított értékek különbségéből minden katalógusra valamilyen javítási állandót kapnak. Ezekkel a javításokkal az abszolút katalógus értékeit egy egységes, mondjuk így: „efemeridiális” alapokra helyezzük.

E néhány adatból látható, hogy minden katalógus az empirikus és a teoretikus munka közös szüleménye.

14/. A fundamentális asztrometria alapfeladata egy fundamentális koordináta-rendszer kialakítása. Ezt a koordináta-rendszert valósítja meg a fundamentális katalógus. Alapfeltétel, hogy ez a rendszer inerciális legyen, vagyis az egyenes vonalú és egyenletes sebességű mozgáson kívül rotációt ne végezzen, alkalmas legyen a klasszikus égi mechanika feladatainak megoldására.

A fundamentális csillagászat még messze áll attól, hogy ezen ideális követelményt ki tudja elégíteni. Jelenleg még ott tartunk, hogy a Nap-hoz kötjük koordinátáinkat. Ez a módszer azonban nem elégítheti ki

követelményeinket, mert a Nap saját mozgást végez, a Tejútrendszer forgómozgásban van, de egyben mozog is a térben — egyszerűen: nincs egy fix pont a világmindenségben. Ideális fundamentális koordináta-rendszert tehát sohasem tudunk felállítani, hanem csak többé-kevésbé pontos megközelítésekről lehet szó.

M. S. Zverjev vezetésével jelenleg egy szabatosabb fundamentális koordináta-rendszer kialakulása van folyamatban. A rendszer alappontjait a távoli és pontszerű galaxisok alkotják. Ezeknek igen kicsiny sajátmozgásuk van (évente 0,0001-nél kisebb), tehát egy bizonyos időszakra vonatkozólag mozdulatlanoknak tekinthetők. Fotografikus és vizuális megfigyelésekkel megfelelő kapcsolatot lehet teremteni a csillagok és a galaxisok között. Egyik legfőbb értéke ezen ún. *KSZ* programnak az lesz, hogy a csillagok mozgását abszolút formájában ismerjük meg. Abszolút alatt azt értjük, hogy egy biztosabb megalapozott koordináta-rendszerhez kapcsolódunk.

15/. Az észlelési alapadatok pontatlansága, az átszámítási csillagászati állandók hibái és a koordináta-rendszer felállításának bizonytalansága miatt a katalógusok csillagkoordinátái bizonyos hibákat rejtenek magukban. Különös gondot okoznak a szisztematikus hibák, amelyek egyformán hamisítják meg az ég egy adott részén levő csillagok koordinátáit. A rektaszcenzió és a deklináció szisztematikus hibáit ($\Delta\alpha$, $\Delta\delta$) így jellemezhetjük:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\alpha &= \Delta A + \Delta\alpha_x + \Delta\alpha_\delta + \Delta\alpha_m \\ \Delta\delta &= \Delta D + \Delta\delta_x + \Delta\delta_\delta \end{aligned} \right\} (+)$$

ΔA és ΔD a tavaszpont (innét számítjuk az α -t) és az ekvátorsík helyzetének javítását adja. A $\Delta\alpha_x$, $\Delta\alpha_\delta$, $\Delta\delta_x$ és $\Delta\delta_\delta$ hibák deformálják a koordinátahálózatot. A α_δ típusú hibák a deklinációs kört görbítik el, míg a $\Delta\alpha_x$ azok nem szabályos eloszlását idézik elő. A $\Delta\delta_x$ és $\Delta\delta_\delta$ hibák a paralel helyzetét ferdítik el. A $\Delta\alpha_m$ a csillag magnitúdójától függő érték.

A ΔA és ΔD értékek szigorúan véve ismeretlenek, mert jelenleg még nincs oly biztos támpont amelyhez viszonyítva pontosan meghatározhatók lehetnének. Ezek a javítások egyaránt vonatkoznak a katalógus minden csillagára. Meghatározásuk véletlen jellegű hibái néhány század ívmásodpercet vagy még többet is kitesznek. Például: a tavaszpont helyzetét meghatározó észlelések maximális és minimális értékei között 0^s045 a különbség.

A többi javítás közül különös figyelmet érdemelnek a $\Delta\alpha_\delta$ és a $\Delta\delta_\delta$ értékek, amelyek relatíve nagyok. A műszer hibáiból (főleg a flexió) és a refrakciós hatásokból származnak. Egyes katalógusoknál a $\Delta\delta_\delta$ elérte a 2''-t is! A $\Delta\alpha_\delta$ nem ily jelentős, de könnyen megközelítheti az ívmásodperc néhány tizedét.

Ezeket az adatokat különböző katalógusok ös^z ehasonlításából

kapjuk, tehát relatív jelentőségűek. De éppen ezek az összehasonlítások mutatnak rá a katalógusok bizonytalanságaira. *Herk* és *Woerkom* a washingtoni csillagkatalógusok rendszerét tanulmányozva olyan eltéréseket állapítottak meg, mint 100 évvel előttiéknél, annak ellenére, hogy az észlelésnél jelentős újításokat vezettünk be. A mostani washingtoni katalógusok rendszerei közötti eltéréseket a következő határértékek jellemzik:

$$\begin{aligned} -0,20 < \Delta\alpha_\delta \cos\delta < +0,08; \quad -0,13 < \Delta\delta_\delta < +0,30; \\ -0,08 < \Delta\alpha_\alpha \cos\delta < +0,07 \text{ és } -0,07 < \Delta\delta_\alpha < +0,08. \end{aligned}$$

Ezek hasonló nagyságúak mint az 1860-as évekből származó washingtoni, greenwichi és párizsi katalógusok közötti eltérések.

Gliese külön tanulmányozta az abszolút észlelési katalógusok közötti eltéréseket és arra a megállapításra jutott, hogy a $\Delta\alpha_\alpha$ és a $\Delta\delta^\circ$ típusú rendszerekben az utolsó 100 év alatt jelentős javulás tapasztalható, míg a $\Delta\alpha_\delta$ és a $\Delta\delta_\delta$ értékeknél semmi jelentős előrehaladás sem látható. A $\Delta\alpha_\alpha$ értékek kétszer kisebbek ma, mint 60 évvel ezelőtt. A $\Delta\delta_\alpha$ -nál a javulás 60%-os. Ugyanakkor a $\Delta\delta_\delta$ pontosságának stagnálását a következő számok jellemzik: az 1840 és 1900 között észlelt abszolút katalógusok közötti diszperzió $\pm 0,113$, az 1900 és 1920 közöttiekénél $\pm 0,116$, az 1920 és 1960 közöttiekénél pedig $\pm 0,103$ — vagyis, gyakorlatilag, változatlan a helyzet. A rendszerek $\Delta\alpha_\delta$ között az eltérések 0,01 nagyságrendűek.

Mindezek az adatok arra mutatnak, hogy a katalógusok értékeiben még jelentős bizonytalanságok vannak, amelyek a legpontosabban meghatározott csillagok koordinátáira 0,1 nagyságrendű értékkel hatnak.

A katalógusok a csillagok saját mozgásának két komponensét adják meg: μ a saját mozgás nagysága az α koordinátában és μ' a saját mozgás nagysága a deklinációban. Mivel ezen adatok pontossága az α és δ értékektől függ, így hát a μ és μ' adatokra is (+) típusú összefüggéseket írhatunk fel. A μ és μ' értékei alacsonyok, de az évek folyamán jelentősen megnövekednek és főleg ezek miatt veszít az évek múltán a legjobb fundamentális katalógus is a pontosságából. Például: az *FK3* katalógusban a $+30^\circ$ és -30° deklináció közötti csillagoknak a deklinációs középhibája 1900-ban $\pm 0,03$, 1950-ben pedig $\pm 0,08$.

16/. Jelenleg az *FK4* jelzésű fundamentális katalógust tekintjük alapként. Ez negyedik tagja egy sorozatnak, amelyet Auwers indított el az 1879-ben megjelent, 539 csillagot tartalmazó, „Fundamental-Catalog für die Zonen-Beobachtungen am nördlichen Himmel” elnevezésű és *FC* jelzésű katalógussal. A következő *NFK* („Neuer Fundamental-katalog”) 1907-ben jelent meg és 925 csillag koordinátáit adta meg. Az *FK3* („Dritter Fundamentalkatalog”) két részben jelent meg (1937,

1938) és összesen 1535 csillagot tartalmaz. Az *FK4* („Fourth Fundamental Catalogue”) 1963-as keltezésű és annyi csillagot tartalmaz mint az *FK3*.

Ebből látható, hogy ez a katalógussorozat kitartó munka eredménye. Feltételezhető tehát, hogy e katalógusban találjuk meg az adott csillagok legpontosabb koordinátáit. Nézzük hát, mily pontosságot biztosít az *FK4*! Jelenleg ennek csak a belső pontosságáról beszélhetünk. A külső pontosságról csak a most folyó és a jövőben végzendő észlelések alapján kapunk képet.

Az ekvatorsík meghatározásának pontossága $\pm 0,021$. Az abszolút észlelési katalógusokból levezetett α és δ rendszerek pontossága: az északi csillagoknál a $(\varepsilon_\alpha \cos \delta)$ maximális értéke $\pm 0,003$, a délieknél $\pm 0,009$; az északi csillagoknál a maximális ε_δ érték $\pm 0,017$, a délieknél $\pm 0,040$; az évszázados saját mozgás pontossága, az északi csillagoknál (maximális értékek): $(\varepsilon_\mu \cos \delta) = \pm 0,010$ és $\varepsilon_\mu = \pm 0,07$, a délieknél $\pm 0,024$ és $\pm 0,13$. Az egyes csillagok koordinátái meghatározásának pontossága $0,001$, ill. $0,01$ nagyságrendű.

Ha tehát nem vesszük figyelembe a katalógus külső hibáit, akkor azt mondhatjuk, hogy az *FK4* megközelítőleg néhány század ívmásodperc pontossággal adja a csillagok koordinátáit. De, ha reálisán feltételezzük, hogy léteznek külső szisztematikus hibák is, akkor a bizonytalanság értéke túlhaladja a $0,1$ -t is. Feltétlenül meg kell jegyezni, hogy a pontosság mindjobban romlik minél jobban távolodunk a katalógus közép-epochájától.

Külön meg kell említeni, hogy minden katalógusban az északi ($\delta > 0^\circ$) csillagok helyzetét jóval pontosabban ismerjük, mint a déliekét. Ettől nem kivétel az *FK4* sem — illusztrálják ezt a fontosabb felsorolt adatok. Az *FK4* további gyenge oldalai: az δ -rendszer pontossága nagyobb az α -rendszer pontosságánál; az adatok regionális inhomogenitása; a 7,5 magnitúdónál halványabb csillagok hiánya.

Mindezek miatt már most szó van egy *FK5* kialakításáról. A terv szerint ez kb. 5000, 9 magnitúdóig terjedő csillagot fog felölelni. Egyenletesen hálózta majd be az eget.

17/. Jelenleg még két fontosabb, közhasználatban levő fundamentális katalógust tartunk számon. Az egyik a 33 342 csillagot számláló „Albany General Catalogue” (jelzése: *GC*), amely *Lewis* és *Benjamin Boss* három évtizedes munkájának eredménye. Másik az 5268 csillagot tartalmazó „Catalog of 5268 Standard Stars, Based on the Normal System $N30''$ ” (jelzése: *N3C*), amely *Morgan* műve.

A *GC* pontossága relatív alacsony: csillagkoordinátái kétharmadának valószínű hibája, 1950-ben, több $\pm 0,4$ -nél és ez idővel növekszik. Az *N30*, ily tekintetben valamivel pontosabb.

E katalógusok szisztematikus jellegű hibái szintén jelentősek.

Nagyságuk nem mindenhol egyforma. Az FK4-GC szisztematikus eltéréseinek az 1950-re vonatkoztatott maximális abszolút értékei a következők: 0^s04 ($\Delta_x \cos \delta$), 0^s4 , (Δ_δ), 0^s08 (százéves $\Delta_\mu \cos \delta$) és 0^s8 (százéves $\Delta\mu'$). Ugyanezen típusú értékek az FK4-N30 különbségnél: 0^s03 ; 0^s3 ; 0^s06 és 0^s8 .

18/. Jelenleg feltétlenül az FK4 a legpontosabb. Sajnos azonban igen kevés csillagot ölel fel és azok is majdnem mind a fényes csillagokhoz tartoznak. A fundamentális koordináta-rendszernek azonban a halvány csillagokra is támaszkodni kell, illetve elengedhetetlen követelmény, hogy a halvány csillagok koordinátáit is jól ismerjük. E problémának első megoldása volt az AGK2A katalógus felállítása. Ez az akció azonban nem hozta meg a várt eredményeket és így új megoldást kellett keresni. Két terv alakult ki: a KSZ (Katalog szlabüh zvezd — halvány csillagok katalógusa) és az AGK3R programok.

A Szovjetunióban kezdeményezett KSZ program alapján új és fundamentális jellegű vállalkozás. A feladat első része egy, az egész eget felölelő, 945 halvány csillagot (vizuális magnitúdók: 7,5-től 8,5-ig) tartalmazó fundamentális katalógus felállítása (FKSZ). A második fokozatban, az FKSZ rendszerében, nagyobb számú halvány csillag koordinátáit határozták meg meridián-észlelésekkel. Az elsődleges terv szerint 15 690 csillagot ölelnek fel (7,5 és 9,1 magnitúdók között) — 30° -tól $+90^\circ$ deklinációig. Később ez a terv kibővült a déli féltéke csillagaira is (SRS program). E két terv végrehajtásával egyidőben halad az a munka is, amely a KSZ rendszer biztonságát igyekszik fokozni. Tíz jól ismert helyzetű kisbolygó észlelése alapján állapítják meg a fundamentális koordináta-rendszer realisabb helyzetét. Fotografikus úton a KSZ csillagait összekötik 450 pontszerű, gyakorlatilag mozdulatlan halvány galaxissal és ennek segítségével a csillagok abszolút jellegű saját mozgását kaphatjuk meg. Ez az egész akció folyamatban van (kb. 14 000 csillag abszolút saját mozgását már levezették), de csak a század végén várhatók a végső eredmények.

Az amerikaiak által vezetett AGK3R program nem volt oly ambiciózus mint a KSZ-terv, hanem egy adott problémának gyors megoldását kívánta elősegíteni. Az ezzel kapcsolatos akcióról szólni kell egy-két szót.

A német Astronomische Gesellschaft (AG) második fotografikus katalógusa (AGK2) 183 520 északi halvány csillag koordinátáit adja meg 1930-as közép-epochára vonatkozólag. A koordinátákat a 13 747 csillagot számláló és az FK3-rendszerre épült AGK2A jelzésű referenz-csillagkatalógus alapján kapták meg.

Az 1950-es években elhatározták, hogy újra fényképezik az eget és elkészítik az AGK3-t. Szükség mutatkozott, hogy új referenz-csillagkatalógust állítsanak fel. A washingtoni U. S. Naval Observatory,

Scott vezetésével, magára vállalta ezen — meridiánműszerekkel végzett észlelésekből nyert — katalógus felállítását. Így született meg az *AGK3R* program, amely 19 854 északi csillagot foglal magában (magnitúdók határértékei: 6,9 és 9,2). Az *AGK3R* katalógusnak nincs saját rendszere, hanem az *FK4*-re épült fel.

Az *AGK3* akció befejeződött. A katalógus közép-epochája 1958. Erre az időpontra számított középhibák: $\pm 0,18$ mindkét koordinátánál, a saját mozgásban pedig évi $\pm 0,008$.

A Cape—Sydney—Yale program keretében a déli félteke is megkapja a hasonló típusú fotografikus katalógusát. Itt is kb. 180 000 csillagot vesznek számításba. A támcillagokat az *SRS* (Southern Reference Stars) program keretében kialakuló katalógus adja majd meg. Ez a program, amely 18 796 csillagot ölel fel, széles nemzetközi akció keretében folyik. A pulkovói, washingtoni és a hamburgi csillagvizsgálóknak észlelő állomásaik vannak a déli féltekén is.

19/. A *KSZ* program keretében galaxisokhoz viszonyított saját mozgást vezetnek le. Az *AGK3*-terv a csillagok saját mozgását az *AGK3* és az *AGK2* megfelelő adatainak különbsége alapján adja meg — tehát relatív értékekről van szó. A Lick-program szintén kapcsolatot teremt majd a csillagok és a galaxisok között, tehát a főleg nyugati országokban készülő halványcsillag katalógus is abszolút saját mozgáshoz jut majd.

Mint láthatjuk, kialakulóban van a sajátmozgás értékeinek kettős rendszere: a relatív és az abszolút. Mi ennek a célja?

Az előbbieken láttuk, hogy a sajátmozgás pontos ismerete döntő jelentőségű a csillagok koordinátáinak kialakításánál. De azt is megjegyeztük, hogy ezen értékek ismeretét a sztellársztrónómia is igényli. Tehát két követelmény van — pozíciós és asztrodinamikai —, amelyek alapján véve eltérők. A helyzet meghatározásánál a koordináták változásának összértéke a fontos, míg a sztellársztrónómia csak a Nap és a csillagok térbeli mozgása iránt érdeklődik. Ez annyit jelent, hogy a klaszszikus úton elkészített katalógusok adatai alapján levezetett sajátmozgás értékeit előbb meg kell tisztítani a csillagászati állandók okozta hibáktól, hogy azok a sztellársztrónómia számára használhatók legyenek.

Vasilevskis ezért azon a véleményen van, hogy helyes volna a jövőben a sajátmozgás adatainak fent említett két rendszerét bevezetni. Közös csillagok mindkét részre vonatkozó adatai alapján e rendszerek között kapcsolatot lehetne találni.

20/. A múltban sok és különböző fajta csillagkatalógus készült el, de azokkal nem lehet minden igényt kielégíteni. Legnagyobb gond a homogenitással és az egész égboltot befödő hálózattal van. A mesterséges holdakkal kapcsolatos munkálatoknál, különösen ha azok geodéziai

célt szolgáltak, ezek a nehézségek fokozottan jelentkeztek. Az amerikai Smithsonian Astrophysical Observatory (SAO) ezért egy olyan katalógus összeállítását tűzte ki célul, amely a következő követelményeket elégíti ki:

1. a koordináták egy homogén rendszerben legyenek megadva,
2. legalább 4 csillag legyen az ég egy négyzetfoknyi területén,
3. az egész égboltot — az északit és a délit is — fel kell ölelni,
4. a csillagkoordináták jelenlegi standard eltérései ne haladják túl az $1''$ értéket,
5. minden csillagnak ismerjük a sajátmozgását,
6. az ekvator és az ekvinokcium 1950,0-ra vonatkozzék, és
7. a katalógus gépi számításra alkalmas legyen.

Ezen feltételeket elégíti ki a „SAO Star Catalogue”, amely 258 997 csillagot számlál és az FK4-rendszerre épült fel (ez tehát, egy összesített katalógus). A tekintetbe vett csillagok magnitúdóinak határértékei —2 és +14, de a csillagok többsége halvány (a 8 és 10 magnitúdó közti csillagok a katalógus 82%-át adják). A koordináták 1963,5 epochai átlag standard deviációja $0,5''$.

Tehát, a SAO katalógus sok csillagot ölel fel, de pontossága alacsony. A pontatlan sajátmozgás értékek miatt a pontosság évről évre csökken. Ugyanakkor a geodézia pontossági követelménye állandóan növekedik, tehát feltétlenül szükség van a SAO katalógus javítására.

A jövő

21/. Ez az áttekintés nem adhatott teljes képet a fundamentális asztrometriáról és annak problémáiról. Célja az volt, hogy konkrét adatokkal felhívja a figyelmet azokra a nehézségekre, amelyek gátolják a fejlődést. Egyben reá kívánt mutatni arra is, hogy mily nagy szükség van a fundamentális csillagászat adataira.

Láthattuk, hogy a fundamentális asztrometria jelenlegi pontossága nem elégíti ki a követelményeket. Jellemző adatként említettük, hogy a csillagkatalógusok pontossága az utóbbi 100 év alatt minőségileg nem változott. Feltétlenül javítani kell tehát a helyzeten.

A becslések szerint, az FK4 α és δ rendszereinek hibáit 50%-kal tudnánk csökkenteni (1980 epochára vonatkozólag), hogy ha az FK4-t 15 új észlelési katalógus adataival bővítenénk ki. De ez a megállapítás csak az északi csillagokra vonatkozik, a déli csillagoknál csak kb. 1975-ben érjük el azt a pontosságot, amely jelenleg az FK4 északi csillagaira jellemző.

Az FK4 rendszerének javítása így csak lassan haladhat és ha tekintetbe vesszük a többi javítani valót is, akkor nyugodtan állíthatjuk

hogy a körülményekhez képest az *FK4* pontossága csigalassúsággal növekszik. Ennél még lassúbb javulás várható a nagyszámú csillagot felölelő csillagkatalógusok eseteiben (például: *SAO* katalógus). Különösen nehezíti a helyzetet, hogy a fundamentális csillagászat problémáival foglalkozó csillagászok száma állandóan csökken, ezzel együtt pedig az aktív műszerek száma is mind kevesebb, tehát az észlelések mennyiségének növeléséről sajnos nem lehet szó.

Különösen nagy gondot okoz a sajátmozgások pontos megállapítása, pedig ez nagyon fontos lenne. Sajnos, e kérdés megoldásától még messze vagyunk. Különböző időkben kialakított pontos csillagkatalógusokra volna szükség. És itt jelentkezik az alapvető baj: szigorúan véve a régi katalógusok egyszerűen nem hasonlíthatók össze egy mostani, mondjuk *FK4* katalógussal. A sajátmozgások így nem lehetnek pontosak.

Nemrég, *Podobed* és *Neszterov* moszkvai csillagászok, egyik tanulmányukban arra a következtetésre jutottak, hogy az asztrometria jelenlegi formái nem felelnek meg a tudományos igényeknek, mert az elért pontosság nem elégíti ki a követelményeket. Véleményük szerint előrehaladás csak akkor lesz lehetséges, ha teljesen új elveket, új műszereket és új elméleteket vezetünk be. A klasszikus formákat tehát teljesen el kellene vetni. *M. S. Zverjev*, a szovjet fundamentális csillagászat vezető szakértője, válaszában elítéli kollégáinak pesszimizmusát. Nem ellenzi új utak kutatását, de úgy véli, hogy jelentős előrehaladást érhetünk el klasszikus úton is, és ezért nem kell lebecsülni a fundamentális asztrometria jelenlegi helyzetét.

Ez a két vélemény jól jellemzi a fundamentális csillagászat jelenlegi képét és az azzal kapcsolatos véleményeket. A többi vélemény e két szélsőség között helyezkedik el.

Véleményünk szerint lehetséges a jelenlegi asztrometriai adatok pontosságát növelni. Ez azonban a klasszikus út ugrásszerű javításához nem fog vezetni, illetve hosszú évek intenzív munkájára van szükség, míg jelentősebb eredményekhez juthatunk. Mégis minden jel szerint, ez a reális út. Reális egyrészt azért, mert nem világos, hogy milyenek is azok a teljesen új utak, amelyekről oly radikális javulást várhatunk. Másrészt még távol vagyunk attól, hogy kihasználtuk volna az összes kezünkben levő lehetőségeket. De hogy ezt véghez vigyük, feltétlenül szükség van a fundamentális csillagászattal foglalkozó szakemberek számának növelésére, valamint az észleléseknek automatizálására és meggyorsítására.

Amikor a hibák csökkentéséről van szó, okvetlenül tekintetbe kell venni, hogy a csillagokról érkező fénysugár a Föld atmoszféráján keresztül érkezik hozzánk. Az atmoszférában pedig olyan dinamikus jelenségek játszódnak le, oly sokszor és különbözően törik meg a fény-

sugár, hogy ezt képtelenek vagyunk követni. A Föld légköre tehát állandó ellensége a pontosság növelésének. Valószínűleg megindul egy akció, azzal a feladattal, hogy észleléseinket a Föld levegőtengerén kívül végezzük. Csak a jövő mutatja majd meg, hogy e téren mily pontosságot lehet elérni. De függetlenül attól, hogy a jövőben ezzel kapcsolatban mily eredményeket érünk el, tény az, hogy ezzel csupán a fundamentális csillagászat egyes feladatait tudjuk megoldani. Amíg a Föld rotációját és a földrajzi koordinátákat a jelenlegi módon határozzuk meg, mindig szükség lesz a csillagok „atmoszférán-keresztüli” koordinátáira is.

A fundamentális asztrometria tehát nehéz feladatok előtt áll. Fel-tétlenül kiutat kell keresni és növelni a pontosságot. Hogyan és mennyire lehet kiküszöbölni a hibákat — ezekre a kérdésekre jelenleg még nem lehet feleletet adni. Azonban az is biztos, hogy a javulás nagy hasznára lenne a csillagászatnak.

A CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV KORÁBBI KÖTETEIBEN TALÁLHATÓ FONTOSABB CIKKEK

Asztrofizika

- Abonyi Iván: A plazma szerepe a csillagászatban (1964).
Almár Iván: Milyen fényes egy csillag (1964).
Almár Iván: A tömeg-fényesség diagram (1953).
Almár Iván: Még egyszer a változó csillagokról (1958).
V. A. Ambarecumjan: A modern csillagászat és a mikrofizika problémái (1965).
Balázs Béla: A csillagászati fotografikus fotometria alapvető problémái (1965).
B. B.: Polarizációs mérések a csillagászatban (1967).
Barta György: Az égitestek mágnessége (1960).
Csada Imre: A csillagok mágnessége (1954).
Csada Imre: A turbulencia elmélet és csillagászati jelentősége (1955).
Csada Imre: A csillagok tengelyforgása (1953).
Detre László: Az üstökösök fizikája (1952).
Guman István: Távolagszmérés a változó csillagok segítségével (1954).
Keszthelyi Lajos: A Mössbauer-effektus és csillagászati vonatkozásai (1962).
B. V. Kukarkin: A változó csillagok modern problémái (1956).
Lovas Miklós: Novák, szupernovák (1969).
Marik Miklós: Mágnesség a csillagászatban (1969).
Marx György: Az elemi részecskék szerepe a világmindenség felépítésében (1957).
Marx György: Neutrinocsillagászat (1963).
E. R. Musztyel: A szovjet asztrofizika sikerei a Kozmosz tanulmányozásában (1962).
Róka Gedeon: A Világegyetem kémiaja (1963).
Szimán Oszkár: A csillagok energiatermelése (1960).
Szimán Oszkár: Fényképezés a csillagászatban (1957).
Szimán Oszkár: A csillagok állapotjelzői (1958).
Szimán Oszkár: A csillagok belső felépítése (1959).
B. A. Voroncov-Veljaminov: Asztrofizika (1955).
B. A. Voroncov-Veljaminov: Szupernovák (1953).

Általános csillagászat, égi mechanika, kongresszusok

- Dezső Loránt: Mivel foglalkozik a csillagászat (1957).
Izsák Imre: A matematika szerepe a csillagászatban (1957).
Izsák Imre: A háromtestproblémáról (1954).
Izsák Imre: Hogyan mérték meg a Hold és Nap távolságát (1955).
Kulin György: Űrhajózási és égimechanikai feladatmegoldások a középiskolában (1965).
Kulin György: A csillagos égbolt megismerése (1960).
Marik Miklós: Mágnesség a csillagászatban (1969).
W. Markovitz: Az efemeris-idő másodperc (1963).
A. G. Maszjevics: A Nemzetközi Csillagászati Unió XI. Közgyűlése (1963).
Szőke Anna és Béla: Grafikus öröknaptár (1963).
A pulkovói változócsillag konferencia (1955).

Csillagászat története

- ifj. Bartha Lajos: Hell Miksa expedíciója és a csillagászati egység kérdése (1968).
ifj. Bartha Lajos: A magyar csillagászat történetéből (1958—59—60).
D-6.: Galilei és a napfoltészlelések megindulása (1964).
Gauser Károly: Henry Norris Russel (1958).
Guman István: Egy óegyiptomi csillagászati problémáról (1959).
K. F. Ogorodnyikov: Csillagászat. A csillagászat történetének legfontosabb eseményei időrendi áttekintésben (1954).
Ponori Thewrewk Aurél: Galilei hold- és bolygó kutatásai (1964).
Ponori Thewrewk Aurél: Az ókori építmények csillagászati vonatkozásai (1960).
A. Pancoek: A csillagászat eredete (1957).
Róka Gedeon: Galilei, a természettudós (1964).
Bertrand Russel: A természettudomány születése (1963).
Szimán Oszkár: Navigáció az első felfedezések korában (1968).
M. Zemplén Jolán: Galilei születésének 400. évfordulója (1964).

Csillagászat világnézeti kérdései

- Fábián Endre: A kozmogóniai elméletek filozófiai problémái (1966).
J. L. Greenstein: Az Univerzum megfigyelésének lehetőségei (1968).
Kulin György: A Világegyetem megismerésének új útjai (1961).

- Róka Gedeon: A mai csillagászat szerepe a tudományos világnézet kialakításában (1969).
- Róka Gedeon: A fizika megmaradási tételei a csillagászatban (1965).
- Róka Gedeon: A Világegyetem örök törvényei (1962).
- Róka Gedeon: Csillagászat és dialektika (1954).
- Róka Gedeon: Tudomány és vallás a világmindenség szerkezetéről (1953).
- Róka Gedeon: A Világmindenség anyaga (1960).
- Róka Gedeon: A táguló Világegyetem (1959).
- Róka Gedeon: Véges vagy végtelen a Világmindenség (1961).
- Róka Gedeon: Megismerhető-e a Világmindenség (1958).

Csillagvizsgálók, műszerek, eljárások

- Abonyi Ivánné: A mázer és a lézer (1965).
- Beszámoló a Szovjetunió néhány csillagászati intézményéről (1955).
- Csada Imre: A csillagászat egy jövődő műszere az elektronikus távcső (1959).
- R. J. Davis, F. L. Whipszk és G. A. Whitney: Csillagászati távcső a világűrben (1961).
- Földes István: A dwingelooi 25 méteres parabolikus rádióteleszkóp
- Gausser Károly: A világ legnagyobb távcsövei (1959).
- Kulin György: A Palomár-hegyi öt méteres távcső (1959).
- Nagy István György: A csillagászat újabb gyakorlati alkalmazása (rádiosextans) (1963).
- Piret Endre: Az elektronikus távcsövekről (1960).
- Pontos időmeghatározás, rádióidőjelek segítségével (1952—54—55).
- M. F. Walker: A Lick Observatórium munkásságáról (1966).

A Föld

- Aczél Etelka—Ifj. Bartha Lajos: A Föld és a bolygók belső szerkezete (1961).
- Aujeszký László: Földünk magas légköréről (1966).
- Barta György: A Föld asszimmetrikus felépítése (1966).
- Barta György: A Föld forgásának és alakjának változásai (1961).
- Béll Béla: A Nemzetközi Geofizikai Év (1958).
- Béll Béla: Nemzetközi Geofizikai Év és Együttműködés (1962).

Kozmogónia

- V. A. Ambarcumjan: Csillagtársulások és a csillagok keletkezése (1952).
Balázs Béla: Egységes elképzelések a galaxisok és csillagok keletkezéséről (1964).
Detre László: A csillagok keletkezése és fejlődése (1960).
C. P.—Diskant: A kozmikus sugarak eredete (1957).
Fábián Endre: A kozmogóniai elméletek filozófiai problémái (1966).
Földes István: Kozmogóniai elméletek (1953).
Herczeg Tibor: Mit tudunk az üstökösök, meteorok, kisbolygók eredetéről (1957).
Kulin György: Az elemek és a Naprendszer kora (1962).
Marx György: A 3C 273 hipercsillag és a gravitációs kollapszus (1965).
Oszváth István: A csillaghalmazok fejlődése (1956).
E. Schatzman: Kritikai megjegyzések a Nyugat-Európában és Amerikában elterjedt kozmogóniai elméletekről (1955).

Nap

- Abonyi István: A szoláris szélről (1969).
ifj. Bartha—Berkés—Nyitrai—Örményi: Az 1957—1958, 1958—59-es naptevékenység (1959—60).
Dezső Loránt: A Nap és Föld légköréről (1956).
Dezső Loránt—Gerlei Ottó: A naptevékenység és a bolygók.
Dezső Loránt: Napfogyatkozások geometriája (1955).
Dezső Loránt: A Nap és földi hatásai (1952).
Dezső Loránt: Adatok egy magyarországi napészlelő hálózat beindításához (1953).
Gerlei Ottó: Napészlelések a Föld légkörén túl (1966).
G. J.: A Nyugodt Nap Nemzetközi Évei (1965).
R. Howard: Mágneses terek és a napciklus (1969).
Izsák Imre: Hogyan mérték meg a Hold és Nap távolságát
Kulin György: Az 1961. febr. 15-i napfogyatkozás (1962).
J. N. Malevszkij: A napenergia hasznosításának lehetőségeiről (1967).
Marik Miklós: Mágnesség a csillagászatban (1969).
E. R. Musztyel: A Nap korpuszkuláris sugárzása és annak hatásai a felső légkörre (1962).
Ponori Th. Aurél: Az 1961. évi napfogyatkozás (1961).
Sinka József: Csillag a Földön (1968).
Sipos Viktor: A Nap állásának meghatározása elemi geometriai úton (1967).
S. O.: Az 1959. ápr. 11-i protuberancia (1961).
Tokody Lajos: A napmegfigyelés amatőr módszerei (1966).

Naprendszer (Hold, bolygók, üstökösök, meteorok)

- Aczél Etelka—ifj. Bartha Lajos: A Föld és a bolygók belső szerkezete (1963).
- ifj. Bartha Lajos: A Holdtól—Marsig (1967).
- ifj. Bartha Lajos—Bender Levente: A Mars holdjainak problémája (1963).
- B. L.: Új eredmények a Mars-kutatásban (1961).
- Herczeg Tibor: A bolygók belső szerkezete (1956).
- Izsák Imre: Hogyan mérték meg a Hold és a Nap távolságát
- Kulin György: Élet a kozmoszban mai szemmel (1963).
- Kulin György: A Mars megfigyelése az 1956-os nagy oppozícióban (1958).
- Kulin György: A Mars bolygó földközelsége 1956-ban (1956).
- V. V. Saronov: A Hold és Mars felszínének természete (1964).
- Sztrókey Kálmán: Az élet nyomai a meteoritokban (1964).
- Zerinváry Szilárd: Hogyan határozzák meg a holdbeli hegyek magasságát (1959).

Rádiócsillagászat

- Fejes István: Új eredmények a rádiócsillagászatban (1968).
- Földes István: A dwingelooi 25 méteres parabolikus rádióteleszkóp (1960).
- Herczeg Tibor: Az égitestek rádiófrekvenciás sugárzása (1954).
- Marx György: A 3C 273 hipercsillag és a gravitációs kollapszus (1965).

Tejútrendszer, extragalaktikus csillagászat, kozmológia

- Balázs Béla: Extragalaktikus csillagrendszerek (1968).
- Balázs Béla: A Világegyetem szerkezete (1961).
- Detre László: A Tejútrendszer (1953).
- Róka Gedeon: Véges, vagy végtelen-e a Világmindenség (1961).
- Róka Gedeon: A táguló Világegyetem (1959).
- Róka Gedeon: A Tejútrendszer szerkezetének megismerése (1956).
- Marik Miklós: Mágnesség a csillagászatban (1969).

Úrkutatás

Almár Iván: Tízéves az úrkutatás (1968).

Almár Iván: Az interplanetáris közlekedés csillagászati problémái (1962).

Almár Iván: Az űrhajózás mint tudomány (1956).

Bitó János: Világűr a laboratóriumban (1968).

A. J. Davis, F. L. Whipple és G. A. Whitney: Csillagászati távcső a világűrben (1961).

J. Einasto: Mesterséges holdak megfigyelése a Szovjetunióban (1961).

Érdi Krausz György: Kozmikus geodézia (1969).

Ill Márton: A mesterséges holdak és a híradástechnika (1966)

Kulin György: A mesterséges holdak (1958).

D. J. Martinov: A Föld mesterséges holdjai és a kozmikus térség meghódítása (1961).

Nagy Ernő: A mesterséges égitestekkel elért tudományos eredmények (1963).

Pápay Zsolt—Ferencz Csaba: A mesterséges égitestek rádiómegfigyelése (1967).

Sinka József: Az űrhajózás kultúrtörténete (1957).

Emil Škrabali: Hogyan határozhatjuk meg a mesterséges holdak láthatósági idejét (1959).

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának héliografikus koordinátái	28
A holdkorong sugara 0 ^h világidőkor	29
Az öt fényes bolygó geocentrikus távolsága és fényessége	30
Bolygókorongok megvilágításának adatai	31
A Mars és Jupiter centrál-meridiánjának planetografikus hosszúsága 0 ^h világidőkor	32
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei	34
A szabad szemmel látható bolygók koordinátái és látszó sugara 0 ^h világ- időkor	42
Bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 ^h világidőkor	46
A fényesebb csillagok koordinátái	48
1970. május 9-i Merkúr átvonulás magyarországi adatai	59
Nagy napkitörések (H _x -flerek)	60
Szoláris részecskékre vonatkozó adatok	65
Pulzárak	66
Hullámhossz-frekvencia összehasonlító táblázat	67
Órák- és percekben megadott időpontok átszámítása a Nap tört részeire	68
Magyarúzatok a táblázathoz	70
A csillagos ég 1970-ben	71

Beszámolókk

<i>Detre László</i> : A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intéze- tének működése	86
<i>Marik Miklós</i> : A Eötvös Loránd Tudományegyetem Csillagászati Tan- székének működése	94
<i>Róka Gedeon</i> : A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak 1968. évi működése	101
<i>Kulán György</i> : A TIT Uránia Bemutató Csillagvizsgálóinak működésé- ről	115

Cikkek

<i>Detre László: A csillagászat legújabb eredményei</i>	127
<i>Dezsb Loránt: A naptevékenységről</i>	135
<i>Nagy István György: Az Apolló-program</i>	150
<i>Róka Gedeon: Az élő anyaggá szerveződés folyamatai</i> a Világegyetemben	163
<i>Szeidl Béla: A galaktikus halo</i>	173
<i>Balázs Béla – Balázs Lajos: Az intersztelláris anyag</i>	185
<i>Teleki György: A fundamentális asztrometria mai képe</i>	204
A Csillagászati Évkönyv korábbi köteteiben található fontosabb cikkek	232

Kiadja a Gondolat, a TIT Kiadója
Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója

Felelős szerkesztő: Róka Gedeon

Műszaki vezető: Kálmán Emül

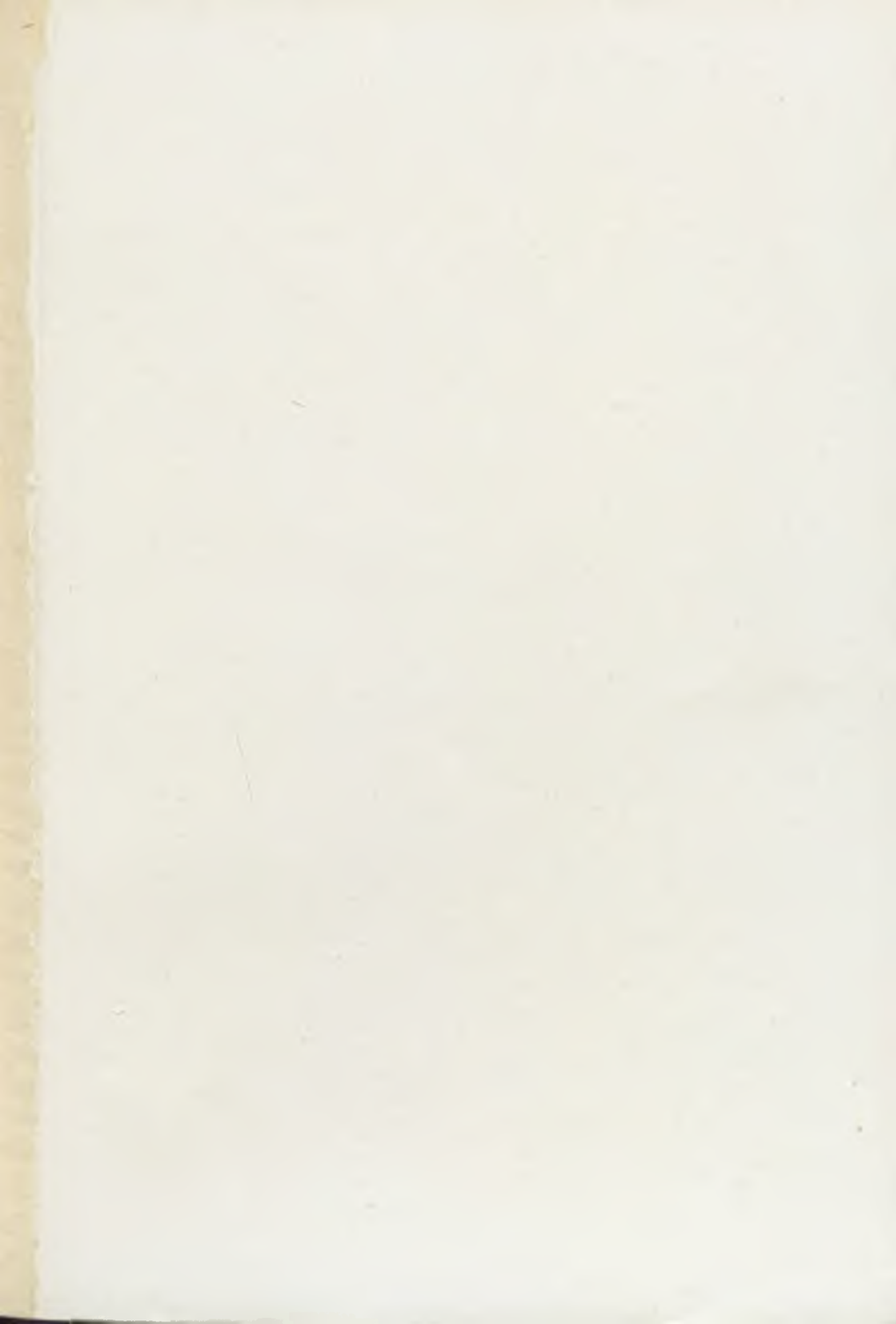
Műszaki szerkesztő: Deák Gyuláné

A fedélterv Deák Gyuláné munkája

Megjelent 2150 példányban,

15 (A/5) ív + 1 ív melléklet terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601–59 és 5602–55 szabványok szerint készült
69/1179. Franklin Nyomda, Budapest. Felelős: Vértés Ferenc igazgató.



22,50

GONDOLAT