

Csillagászati évkönyv

1973

CSILLAGÁSZATI ÉVKÖNYV

az 1973. évre

szerkesztette
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak
Országos Választmánya

110000

Gondolat Kiadó Budapest, 1973

ITALIANO
LIBRARY

TÖRÖLVE

Intezete könyvtára

15.242/19.72

CSILLAGÁSZATI ADATOK AZ 1973. ÉVRE

Az I—XIV. táblázatokat összeállította
a TIT debreceni Csillagászati Szakosztálya
az MTA Napfizikai Obszervatórium közreműködésével

I. JANUÁR

DÁTUM	A HET napját	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)						A HOLD fény-változásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
				h m	h m	h m	h m	h m		
1	H	1	1	7 32	11 48	16 03	4 59	13 15		
2	K	1	2	7 32	11 48	16 04	5 56	14 00		
3	Sz	1	3	7 32	11 49	16 05	6 45	14 54		
4	Cs	1	4	7 32	11 49	16 06	7 26	15 55	●	16 43
5	P	1	5	7 32	11 49	16 07	7 59	17 02		
6	Sz	2	6	7 32	11 50	16 09	8 28	18 11		
7	V	2	7	7 31	11 50	16 10	8 52	19 22		
8	H	2	8	7 31	11 51	16 11	9 12	20 32		
9	K	2	9	7 31	11 51	16 12	9 32	21 43		
10	Sz	2	10	7 31	11 52	16 13	9 51	22 56		
11	Cs	3	11	7 30	11 52	16 14	10 12	—		
12	P	3	12	7 30	11 52	16 15	10 36	0 10	⊃	06 28
13	Sz	3	13	7 30	11 53	16 17	11 05	1 29		
14	V	3	14	7 29	11 53	16 18	11 43	2 47		
15	H	3	15	7 29	11 54	16 20	12 30	4 05		
16	K	4	16	7 28	11 54	16 21	13 30	5 14		
17	Sz	4	17	7 27	11 54	16 22	14 43	6 12		
18	Cs	4	18	7 26	11 55	16 24	16 02	6 59	○	22 29
19	P	4	19	7 25	11 55	16 25	17 24	7 34		
20	Sz	4	20	7 24	11 55	16 26	18 44	8 03		
21	V	5	21	7 23	11 55	16 28	19 59	8 27		
22	H	5	22	7 23	11 56	16 29	21 13	8 47		
23	K	5	23	7 22	11 56	16 31	22 22	9 06		
24	Sz	5	24	7 21	11 56	16 32	23 31	9 25		
25	Cs	5	25	7 20	11 56	16 34	—	9 46		
26	P	6	26	7 19	11 57	16 36	0 38	10 10	⊃	07 05
27	Sz	6	27	7 17	11 57	16 37	1 44	10 38		
28	V	6	28	7 16	11 57	16 39	2 47	11 13		
29	H	6	29	7 15	11 57	16 41	3 47	11 54		
30	K	6	30	7 14	11 57	16 42	4 40	12 45		
31	Sz	6	31	7 12	11 58	16 44	5 23	13 44		

Hold: 16-án 22^h-kor földközelen
28-án 17^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441 ...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látzó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	° ′	h m	° ′
...683,5	6 41 60,759	18 45	-23 02	16 18	15 50	-24 01
684,5	6 45 57,321	18 50	22 57	16 18	16 42	25 15
685,5	6 49 53,883	18 54	22 51	16 18	17 35	25 21
686,5	6 53 50,446	18 59	22 46	16 18	18 27	24 16
687,5	6 57 47,008	19 03	22 39	16 18	19 19	22 02
688,5	7 01 43,569	19 07	22 32	16 18	20 10	18 47
689,5	7 05 40,127	19 12	22 25	16 17	20 59	14 39
690,5	7 09 36,683	19 16	22 17	16 17	21 47	9 49
691,5	7 13 33,237	19 21	22 09	16 17	22 35	- 4 30
692,5	7 17 29,789	19 25	22 01	16 17	23 22	+ 1 07
693,5	7 21 26,341	19 29	21 52	16 17	0 10	6 46
694,5	7 25 22,894	19 34	21 42	16 17	1 01	12 14
695,5	7 29 19,449	19 38	21 32	16 17	1 55	17 11
696,5	7 33 16,007	19 42	21 22	16 17	2 52	21 17
697,5	7 37 12,569	19 47	21 11	16 17	3 54	24 08
698,5	7 41 09,133	19 51	21 00	16 17	4 58	25 24
699,5	7 45 05,699	19 55	20 49	16 17	6 04	24 54
700,5	7 49 02,265	19 59	20 37	16 17	7 08	22 39
701,5	7 52 58,827	20 04	20 24	16 17	8 08	18 55
702,5	7 56 55,386	20 08	20 12	16 17	9 05	14 06
703,5	8 00 51,941	20 12	19 59	16 17	9 58	8 39
704,5	8 04 48,494	20 16	19 45	16 17	10 48	+ 2 56
705,5	8 08 45,045	20 21	19 32	16 17	11 36	- 2 44
706,5	8 12 41,596	20 25	19 17	16 16	12 22	8 07
707,5	8 16 38,147	20 29	19 03	16 16	13 09	13 01
708,5	8 20 34,701	20 33	18 48	16 16	13 56	17 17
709,5	8 24 31,256	20 37	18 33	16 16	14 45	20 47
710,5	8 28 27,814	20 41	18 17	16 16	15 35	23 23
711,5	8 32 24,373	20 45	18 01	16 16	16 26	24 58
712,5	8 36 20,933	20 50	17 45	16 16	17 18	25 25
713,5	8 40 17,494	20 54	-17 29	16 16	18 11	-24 43

Föld: 2-án 12^h59^m-kor napközben (KözEI)

I. FEBRUÁR

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)						A HOLD fényváltásai
				Budapesten						
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
		h m	h m	h m	h m	h m	h m			
1	Cs	(5)	32	7 11	11 58	16 45	6 00	14 49		
2	P		33	7 10	11 58	16 47	6 30	15 58		
3	Sz		34	7 09	11 58	16 48	6 56	17 09	● 10 24	
4	V		35	7 07	11 58	16 50	7 18	18 20		
5	H	6	36	7 06	11 58	16 51	7 38	19 32		
6	K		37	7 05	11 58	16 53	7 59	20 45		
7	Sz		38	7 03	11 58	16 55	8 19	22 01		
8	Cs		39	7 02	11 58	16 56	8 42	23 17		
9	P		40	7 00	11 58	16 58	9 08	—		
10	Sz		41	6 58	11 58	17 00	9 42	0 35	☽ 15 06	
11	V		42	6 57	11 58	17 01	10 24	1 50		
12	H	7	43	6 55	11 58	17 03	11 18	3 02		
13	K		44	6 53	11 58	17 04	12 24	4 03		
14	Sz		45	6 52	11 58	17 06	13 39	4 53		
15	Cs		46	6 50	11 58	17 07	14 57	5 31		
16	P		47	6 49	11 58	17 09	16 17	6 01		
17	Sz		48	6 47	11 58	17 10	17 34	6 27	○ 11 07	
18	V		49	6 45	11 58	17 12	18 48	6 49		
19	H	8	50	6 44	11 58	17 14	20 01	7 08		
20	K		51	6 42	11 58	17 15	21 11	7 28		
21	Sz		52	6 40	11 58	17 17	22 21	7 50		
22	Cs		53	6 38	11 58	17 18	23 28	8 13		
23	P		54	6 37	11 57	17 20	—	8 39		
24	Sz		55	6 35	11 57	17 21	0 34	9 11		
25	V		56	6 33	11 57	17 22	1 35	9 50	☾ 04 12	
26	H	9	57	6 31	11 57	17 24	2 30	10 37		
27	K		58	6 30	11 57	17 25	3 17	11 31		
28	Sz		59	6 28	11 57	17 27	3 57	12 33		

Hold: 13-án 12^h-kor földközlelben
25-én 14^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világitdők						
Julian dátum 2441 ...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...714,5	8 44 14,054	20 58	-17 12	16 15	19 04	-22 50
715,5	8 48 10,613	21 02	16 55	16 15	19 55	19 52
716,5	8 52 07,170	21 06	16 37	16 15	20 45	15 56
717,5	8 56 03,725	21 10	16 20	16 15	21 34	11 14
718,5	9 00 00,277	21 14	16 02	16 15	22 23	5 56
719,5	9 03 56,827	21 18	15 43	16 15	23 11	- 0 19
720,5	9 07 53,376	21 22	15 25	16 15	23 59	+ 5 25
721,5	9 11 49,926	21 26	15 06	16 14	0 49	10 57
722,5	9 15 46,478	21 30	14 47	16 14	1 42	16 01
723,5	9 19 43,033	21 34	14 28	16 14	2 38	20 17
724,5	9 23 39,591	21 38	14 08	16 14	3 37	23 25
725,5	9 27 36,152	21 42	13 48	16 14	4 39	25 07
726,5	9 31 32,714	21 46	13 28	16 13	5 42	25 11
727,5	9 35 29,277	21 50	13 08	16 13	6 45	23 35
728,5	9 39 25,837	21 54	12 48	16 13	7 45	20 29
729,5	9 43 22,395	21 58	12 27	16 13	8 42	16 10
730,5	9 47 18,949	22 01	12 06	16 13	9 36	11 01
731,5	9 51 15,499	22 05	11 45	16 13	10 27	+ 5 24
732,5	9 55 12,048	22 09	11 24	16 12	11 16	- 0 20
733,5	9 59 08,596	22 13	11 03	16 12	12 04	5 54
734,5	10 03 05,145	22 17	10 41	16 12	12 51	11 05
735,5	10 07 01,695	22 21	10 19	16 12	13 39	15 40
736,5	10 10 58,248	22 24	9 57	16 11	14 28	19 31
737,5	10 14 54,802	22 28	9 35	16 11	15 18	22 28
738,5	10 18 51,358	22 32	9 13	16 11	16 09	24 24
739,5	10 22 47,916	22 36	8 51	16 11	17 01	25 15
740,5	10 26 44,474	22 40	8 28	16 10	17 53	24 56
741,5	10 30 41,032	22 43	- 8 06	16 10	18 46	-23 29

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	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Cs	(9)	60	6 26	11 56	17 28	4 29	13 41	
2	P		61	6 24	11 56	17 30	4 57	14 51	
3	Sz		62	6 22	11 56	17 31	5 21	16 02	
4	V		63	6 20	11 56	17 33	5 42	17 15	
5	H	10	64	6 18	11 56	17 34	6 04	18 30	● 01 08
6	K		65	6 16	11 55	17 36	6 24	19 46	
7	Sz		66	6 14	11 55	17 37	6 47	21 03	
8	Cs		67	6 12	11 55	17 39	7 14	22 22	
9	P		68	6 10	11 55	17 40	7 45	23 41	
10	Sz		69	6 08	11 54	17 42	8 25	—	
11	V		70	6 06	11 54	17 43	9 15	0 53	∪ 22 26
12	H	11	71	6 04	11 54	17 45	10 16	1 57	
13	K		72	6 02	11 54	17 46	11 27	2 49	
14	Sz		73	6 00	11 53	17 48	12 42	3 31	
15	Cs		74	5 58	11 53	17 49	13 59	4 02	
16	P		75	5 56	11 53	17 51	15 15	4 29	
17	Sz		76	5 54	11 52	17 52	16 29	4 52	
18	V		77	5 52	11 52	17 54	17 41	5 12	
19	H	12	78	5 50	11 52	17 55	18 52	5 32	○ 00 34
20	K		79	5 48	11 52	17 57	20 02	5 52	
21	Sz		80	5 46	11 51	17 58	21 11	6 15	
22	Cs		81	5 44	11 51	18 00	22 18	6 40	
23	P		82	5 42	11 51	18 01	23 21	7 10	
24	Sz		83	5 39	11 50	18 03	—	7 47	
25	V		84	5 37	11 50	18 04	0 19	8 30	
26	H	13	85	5 35	11 50	18 05	1 10	9 21	
27	K		86	5 33	11 49	18 07	1 52	10 20	∪ 00 47
28	Sz		87	5 31	11 49	18 08	2 27	11 24	
29	Cs		88	5 29	11 49	18 09	2 56	12 33	
30	P		89	5 27	11 49	18 11	3 22	13 41	
31	Sz		90	5 25	11 48	18 12	3 44	14 54	

Hold: 10-én 09^h-kor földközélen

25-én 10^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	' "	' "	h m	° '
...742,5	10 34 37,589	22 47	- 7 43	16 10	19 37	-20 55
743,5	10 38 34,144	22 51	7 20	16 10	20 28	17 21
744,5	10 42 30,697	22 55	6 57	16 10	21 17	12 55
745,5	10 46 27,248	22 58	6 34	16 09	22 06	7 47
746,5	10 50 23,796	23 02	6 11	16 09	22 55	- 2 12
747,5	10 54 20,344	23 06	5 48	16 09	23 45	+ 3 37
748,5	10 58 16,891	23 10	5 25	16 09	0 36	9 20
749,5	11 02 13,440	23 13	5 01	16 08	1 29	14 39
750,5	11 06 09,992	23 17	4 38	16 08	2 25	19 12
751,5	11 10 06,548	23 21	4 15	16 08	3 24	22 38
752,5	11 14 03,106	23 24	3 51	16 08	4 25	24 40
753,5	11 17 59,666	23 28	3 27	16 07	5 28	25 07
754,5	11 21 56,227	23 32	3 04	16 07	6 29	23 57
755,5	11 25 52,786	23 35	2 40	16 07	7 29	21 18
756,5	11 29 49,342	23 39	2 17	16 06	8 26	17 26
757,5	11 33 45,895	23 43	1 53	16 06	9 19	12 40
758,5	11 37 42,446	23 46	1 29	16 06	10 10	7 20
759,5	11 41 38,993	23 50	1 05	16 06	10 59	+ 1 44
760,5	11 45 35,540	23 54	0 42	16 05	11 47	- 3 50
761,5	11 49 32,088	23 57	- 0 18	16 05	12 34	9 08
762,5	11 53 28,636	0 01	+ 0 06	16 05	13 22	13 56
763,5	11 57 25,186	0 05	0 29	16 05	14 11	18 04
764,5	12 01 21,739	0 08	0 53	16 04	15 00	21 20
765,5	12 05 18,293	0 12	1 17	16 04	15 51	23 38
766,5	12 09 14,850	0 15	1 40	16 04	16 43	24 50
767,5	12 13 11,407	0 19	2 04	16 03	17 36	24 55
768,5	12 17 07,964	0 23	2 27	16 03	18 28	23 52
769,5	12 21 04,521	0 26	2 51	16 03	19 19	21 44
770,5	12 25 01,076	0 30	3 14	16 03	20 09	18 34
771,5	12 28 57,630	0 34	3 38	16 02	20 58	14 32
772,5	12 32 54,181	0 37	+ 4 01	16 02	21 47	- 9 44

Föld: 20-án 19^h13^m-kor tavasz kezdete (KözEI)

I. ÁPRILIS

KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)									
DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	Budapesten					A HOLD fény-változásai
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(13)	91	5 23	11 48	18 14	4 05	16 07	
2	H	14	92	5 21	11 48	18 15	4 27	17 23	
3	K		93	5 19	11 47	18 17	4 49	18 41	● 12 46
4	Sz		94	5 17	11 47	18 18	5 14	20 02	
5	Cs		95	5 15	11 47	18 20	5 45	21 23	
6	P		96	5 13	11 46	18 21	6 24	22 40	
7	Sz		97	5 11	11 46	18 22	7 12	23 49	
8	V	15	98	5 10	11 46	18 24	8 10	—	
9	H		99	5 08	11 46	18 25	9 19	0 45	
10	K		100	5 06	11 45	18 26	10 34	1 30	☽ 05 29
11	Sz		101	5 04	11 45	18 27	11 49	2 05	
12	Cs		102	5 02	11 45	18 29	13 05	2 33	
13	P		103	5 00	11 45	18 30	14 18	2 56	
14	Sz		104	4 58	11 44	18 31	15 28	3 17	
15	V		105	4 56	11 44	18 33	16 38	3 37	
16	H	16	106	4 55	11 44	18 34	17 47	3 57	
17	K		107	4 53	11 44	18 36	18 55	4 19	○ 14 51
18	Sz		108	4 51	11 43	18 37	20 04	4 43	
19	Cs		109	4 49	11 43	18 39	21 08	5 12	
20	P		110	4 47	11 43	18 40	22 09	5 46	
21	Sz		111	4 45	11 43	18 42	23 02	6 26	
22	V		112	4 43	11 43	18 43	23 47	7 14	
23	H	17	113	4 41	11 42	18 45	—	8 10	
24	K		114	4 40	11 42	18 46	0 25	9 12	
25	Sz		115	4 38	11 42	18 48	0 55	10 17	☾ 19 01
26	Cs		116	4 36	11 42	18 49	1 22	11 25	
27	P		117	4 34	11 42	18 50	1 45	11 34	
28	Sz		118	4 33	11 41	18 52	2 06	13 45	
29	V		119	4 31	11 41	18 53	2 27	14 58	
30	H	18	120	4 29	11 41	18 54	2 49	16 14	

Hold: 6-án 05^h-kor földközelen
22-én 03^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...773,5	12 36 50,730	0 41	+ 4 24	16 02	22 36	- 4 21
774,5	12 40 47,277	0 45	4 47	16 02	23 25	+ 1 23
775,5	12 44 43,824	0 48	5 10	16 01	0 16	7 11
776,5	12 48 40,373	0 52	5 33	16 01	1 10	12 45
777,5	12 52 36,924	0 56	5 56	16 01	2 06	17 41
778,5	12 56 33,479	0 59	6 19	16 00	3 06	21 34
779,5	13 00 30,037	1 03	6 42	16 00	4 09	24 03
780,5	13 04 26,597	1 06	7 04	16 00	5 12	24 55
781,5	13 08 23,158	1 10	7 27	16 00	6 15	24 06
782,5	13 12 19,718	1 14	7 49	15 59	7 16	21 45
783,5	13 16 16,276	1 17	8 11	15 59	8 13	18 10
784,5	13 20 12,830	1 21	8 33	15 59	9 07	13 39
785,5	13 24 09,382	1 25	8 55	15 59	9 57	8 33
786,5	13 28 05,931	1 29	9 17	15 58	10 46	+ 3 08
787,5	13 32 02,479	1 32	9 38	15 58	11 33	- 2 19
788,5	13 35 59,027	1 36	10 00	15 58	12 20	7 36
789,5	13 39 55,576	1 40	10 21	15 57	13 07	12 29
790,5	13 43 52,127	1 43	10 42	15 57	13 55	16 46
791,5	13 47 48,680	1 47	11 03	15 57	14 45	20 16
792,5	13 51 45,235	1 51	11 24	15 57	15 35	22 51
793,5	13 55 41,792	1 55	11 44	15 56	16 27	24 22
794,5	13 59 38,350	1 58	12 05	15 56	17 19	24 47
795,5	14 03 34,909	2 02	12 25	15 56	18 11	24 04
796,5	14 07 31,467	2 06	12 45	15 56	19 02	22 16
797,5	14 11 28,024	2 10	13 04	15 55	19 52	19 29
798,5	14 15 24,580	2 13	13 24	15 55	20 41	15 48
799,5	14 19 21,133	2 17	13 43	15 55	21 28	11 22
800,5	14 23 17,684	2 21	14 02	15 55	22 16	6 19
801,5	14 27 14,234	2 25	14 21	15 54	23 05	- 0 50
802,5	14 31 10,783	2 28	+14 40	15 54	23 54	+ 4 52

I. MÁJUS

DÁTUM	A HÉT napjának	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	K	(18)	121	4 28	11 41	18 56	3 13	17 34	
2	Sz		122	4 26	11 41	18 57	3 41	18 56	● 21 56
3	Cs		123	4 25	11 41	18 59	4 16	20 17	
4	P		124	4 23	11 41	19 00	5 02	21 32	
5	Sz		125	4 21	11 41	19 01	5 58	22 34	
6	V		126	4 20	11 41	19 03	7 05	23 25	
7	H	19	127	4 18	11 41	19 04	8 20	—	
8	K		128	4 16	11 40	19 05	9 39	0 05	
9	Sz		129	4 15	11 40	19 07	10 55	0 36	☽ 13 07
10	Cs		130	4 14	11 40	19 08	12 09	1 01	
11	P		131	4 12	11 40	19 10	13 20	1 23	
12	Sz		132	4 11	11 40	19 11	14 30	1 43	
13	V		133	4 10	11 40	19 12	15 38	2 03	
14	H	20	134	4 08	11 40	19 14	16 45	2 23	
15	K		135	4 07	11 40	19 15	17 52	2 47	
16	Sz		136	4 05	11 40	19 16	18 58	3 13	
17	Cs		137	4 04	11 40	19 17	20 00	3 45	○ 05 59
18	P		138	4 03	11 40	19 19	20 56	4 24	
19	Sz		139	4 02	11 40	19 20	21 44	5 10	
20	V		140	4 01	11 40	19 21	22 24	6 04	
21	H	21	141	4 00	11 41	19 22	22 56	7 03	
22	K		142	3 59	11 41	19 23	23 24	8 06	
23	Sz		143	3 58	11 41	19 24	23 47	9 13	
24	Cs		144	3 57	11 41	19 25	—	10 19	
25	P		145	3 56	11 41	19 26	0 09	11 27	☾ 09 41
26	Sz		146	3 56	11 41	19 27	0 29	12 38	
27	V		147	3 55	11 41	19 28	0 49	13 50	
28	H	22	148	3 54	11 41	19 29	1 12	15 06	
29	K		149	3 53	11 41	19 30	1 38	16 26	
30	Sz		150	3 53	11 41	19 31	2 09	17 47	
31	Cs		151	3 52	11 42	19 32	2 49	19 06	

Hold: 4-én 07^h-kor földközelen
19-én 14^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	''	h m	° ' "
...803,5	14 35 07,333	2 32	+14 58	15 54	0 47	+10 30
804,5	14 39 03,884	2 36	15 16	15 54	1 42	15 43
805,5	14 43 00,440	2 40	15 34	15 53	2 42	20 05
806,5	14 46 56,999	2 44	15 52	15 53	3 45	23 11
807,5	14 50 53,561	2 48	16 09	15 53	4 50	24 38
808,5	14 54 50,125	2 51	16 26	15 53	5 56	24 19
809,5	14 58 46,688	2 55	16 43	15 52	6 59	22 20
810,5	15 02 43,249	2 59	16 59	15 52	7 58	18 57
811,5	15 06 39,807	3 03	17 16	15 52	8 54	14 34
812,5	15 10 36,361	3 07	17 32	15 52	9 46	9 32
813,5	15 14 32,913	3 11	17 47	15 52	10 35	+ 4 11
814,5	15 18 29,463	3 15	18 03	15 51	11 22	- 1 14
815,5	15 22 26,013	3 19	18 18	15 51	12 08	6 29
816,5	15 26 22,564	3 23	18 32	15 51	12 55	11 23
817,5	15 30 19,116	3 27	18 47	15 51	13 42	15 45
818,5	15 34 15,671	3 31	19 01	15 51	14 31	19 25
819,5	15 38 12,228	3 35	19 15	15 50	15 21	22 12
820,5	15 42 08,787	3 38	19 28	15 50	16 13	23 59
821,5	15 46 05,347	3 42	19 41	15 50	17 05	24 40
822,5	15 50 01,908	3 46	19 54	15 50	17 57	24 14
823,5	15 53 58,468	3 50	20 07	15 50	18 48	22 43
824,5	15 57 55,028	3 54	20 19	15 49	19 38	20 11
825,5	16 01 51,586	3 58	20 31	15 49	20 26	16 46
826,5	16 05 48,142	4 03	20 42	15 49	21 14	12 37
827,5	16 09 44,696	4 07	20 53	15 49	22 00	7 51
828,5	16 13 41,248	4 11	21 04	15 49	22 47	- 2 39
829,5	16 17 37,799	4 15	21 14	15 49	23 35	+ 2 50
830,5	16 21 34,351	4 19	21 24	15 48	0 25	8 22
831,5	16 25 30,904	4 23	21 34	15 48	1 18	13 39
832,5	16 29 27,459	4 27	21 43	15 48	2 15	18 21
833,5	16 33 24,019	4 31	+21 52	15 48	3 16	+22 00

I. JÚNIUS

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)						A HOLD fényváltásai
				Budapesten					A HOLD fényváltásai	
				A NAP			A HOLD			
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik		
h m		h m		h m		h m		h m		
1	P	(22)	152	3 51	11 42	19 33	3 41	20 17	● 05 35	
2	Sz		153	3 51	11 42	19 34	4 44	21 15		
3	V		154	3 50	11 42	19 35	5 58	22 01		
4	H	23	155	3 50	11 42	19 36	7 18	22 35		
5	K		156	3 49	11 42	19 37	8 39	23 04		
6	Sz		157	3 49	11 43	19 38	9 56	23 27		
7	Cs		158	3 48	11 43	19 39	11 09	23 48	⌋ 22 11	
8	P		159	3 48	11 43	19 39	12 20	—		
9	Sz		160	3 47	11 43	19 40	13 30	0 08		
10	V		161	3 47	11 43	19 41	14 37	0 29		
11	H	24	162	3 47	11 44	19 41	15 45	0 51		
12	K		163	3 46	11 44	19 42	16 51	1 17		
13	Sz		164	3 46	11 44	19 42	17 53	1 46		
14	Cs		165	3 46	11 44	19 43	18 50	2 23		
15	P		166	3 46	11 44	19 43	19 41	3 06	○ 21 35	
16	Sz		167	3 46	11 45	19 44	20 24	3 58		
17	V		168	3 46	11 45	19 44	20 59	4 55		
18	H	25	169	3 46	11 45	19 44	21 28	5 58		
19	K		170	3 46	11 45	19 45	21 52	7 04		
20	Sz		171	3 46	11 45	19 45	22 14	8 10		
21	Cs		172	3 46	11 46	19 45	22 34	9 17		
22	P		173	3 46	11 46	19 45	22 53	10 25		
23	Sz		174	3 47	11 46	19 46	23 14	11 35	⌋ 20 46	
24	V		175	3 47	11 46	19 46	23 37	12 47		
25	H	26	176	3 47	11 47	19 46	—	14 03		
26	K		177	3 48	11 47	19 46	0 05	15 20		
27	Sz		178	3 48	11 47	19 46	0 39	16 39		
28	Cs		179	3 49	11 47	19 45	1 24	17 53		
29	P		180	3 49	11 47	19 45	2 20	18 58		
30	Sz		181	3 50	11 48	19 45	3 30	19 50	● 12 39	

Hold: 1-én 15^h-kor földközélen
 15-én 18^h-kor földtávolban
 30-án 01^h-kor földközélen

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julian dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
834,5	16 37 20,582	4 35	+22 00	15 48	4 22	+24 11
835,5	16 41 17,148	4 39	22 08	15 48	5 28	24 36
836,5	16 45 13,714	4 43	22 16	15 48	6 35	23 11
837,5	16 49 10,278	4 47	22 24	15 47	7 37	20 10
838,5	16 53 06,839	4 51	22 30	15 47	8 36	15 56
839,5	16 57 03,397	4 56	22 37	15 47	9 31	10 55
840,5	17 00 59,951	5 00	22 43	15 47	10 21	+ 5 29
841,5	17 04 56,503	5 04	22 49	15 47	11 10	- 0 01
842,5	17 08 53,055	5 08	22 54	15 47	11 57	5 22
843,5	17 12 49,607	5 12	22 59	15 47	12 44	10 23
844,5	17 16 46,161	5 16	23 04	15 47	13 31	14 52
845,5	17 20 42,717	5 20	23 08	15 47	14 19	18 40
846,5	17 24 39,274	5 24	23 12	15 46	15 09	21 39
847,5	17 28 35,834	5 29	23 15	15 46	16 00	23 39
848,5	17 32 32,395	5 33	23 18	15 46	16 51	24 36
849,5	17 36 28,957	5 36	23 20	15 46	17 44	24 26
850,5	17 40 25,519	5 41	23 22	15 46	18 35	23 09
851,5	17 44 22,080	5 45	23 24	15 46	19 25	20 51
852,5	17 48 18,640	5 49	23 25	15 46	20 14	17 38
853,5	17 52 15,198	5 54	23 26	15 46	21 02	13 39
854,5	17 56 11,753	5 58	23 27	15 46	21 48	9 04
855,5	18 00 08,307	6 02	23 27	15 46	22 34	- 4 03
856,5	18 04 04,859	6 06	23 26	15 46	23 20	+ 1 16
857,5	18 08 01,411	6 10	23 25	15 46	0 08	6 39
858,5	18 11 57,964	6 14	23 24	15 46	0 58	11 53
859,5	18 15 54,519	6 19	23 22	15 46	1 52	16 41
860,5	18 19 51,077	6 23	23 20	15 45	2 50	20 41
861,5	18 23 47,639	6 27	23 18	15 45	3 53	23 28
862,5	18 27 44,205	6 31	23 15	15 45	4 58	24 39
863,5	18 31 40,771	6 35	+23 12	15 45	6 05	+24 02

Föld: 21-én 14^h01^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	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	V	(26)	182	3 50	11 48	19 45	4 49	20 30	
2	H	27	183	3 51	11 48	19 44	6 12	21 03	
3	K		184	3 51	11 48	19 44	7 33	21 28	
4	Sz		185	3 52	11 48	19 44	8 51	21 51	
5	Cs		186	3 53	11 48	19 44	10 06	22 13	
6	P		187	3 53	11 49	19 43	11 17	22 33	
7	Sz		188	3 54	11 49	19 43	12 27	22 55	☽ 09 26
8	V		189	3 55	11 49	19 42	13 35	23 20	
9	H	28	190	3 56	11 49	19 42	14 41	23 49	
10	K		191	3 57	11 49	19 41	15 46	—	
11	Sz		192	3 58	11 49	19 40	16 45	0 23	
12	Cs		193	3 59	11 50	19 40	17 38	1 03	
13	P		194	4 00	11 50	19 39	18 23	1 52	
14	Sz		195	4 01	11 50	19 39	19 00	2 48	
15	V		196	4 02	11 50	19 38	19 32	3 50	☉ 12 56
16	H	29	197	4 03	11 50	19 37	19 58	4 56	
17	K		198	4 04	11 50	19 36	20 20	6 01	
18	Sz		199	4 04	11 50	19 35	20 41	7 09	
19	Cs		200	4 05	11 50	19 34	21 00	8 16	
20	P		201	4 06	11 50	19 33	21 20	9 25	
21	Sz		202	4 08	11 50	19 33	21 42	10 36	
22	V		203	4 09	11 50	19 32	22 07	11 47	
23	H	30	204	4 10	11 50	19 31	22 37	13 03	☾ 04 58
24	K		205	4 11	11 50	19 30	23 15	14 19	
25	Sz		206	4 12	11 50	19 29	—	15 33	
26	Cs		207	4 13	11 50	19 28	0 04	16 41	
27	P		208	4 14	11 50	19 26	1 07	17 37	
28	Sz		209	4 15	11 50	19 25	2 20	18 24	
29	V		210	4 17	11 50	19 24	3 41	18 59	● 19 59
30	H	31	211	4 18	11 50	19 22	5 04	19 28	
31	K		212	4 19	11 50	19 21	6 25	19 53	

Hold: 12-én 23^h-kor földtávolban
28-án 08^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^h világdőkor						
Julian dátum 2441 ...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...864,5	18 35 37,337	6 39	+23 08	15 45	7 10	+21 39
865,5	18 39 33,900	6 43	23 04	15 45	8 12	17 48
866,5	18 43 30,459	6 48	23 00	15 45	9 10	12 55
867,5	18 47 27,015	6 52	22 55	15 45	10 03	7 26
868,5	18 51 23,568	6 56	22 49	15 45	10 54	+ 1 45
869,5	18 55 20,119	7 00	22 44	15 45	11 43	— 3 49
870,5	18 59 16,671	7 04	22 38	15 45	12 31	9 03
871,5	19 03 13,224	7 08	22 31	15 45	13 18	13 46
872,5	19 07 09,779	7 12	22 24	15 45	14 07	17 47
873,5	19 11 06,336	7 16	22 17	15 45	14 56	21 00
874,5	19 15 02,895	7 20	22 09	15 45	15 47	23 16
875,5	19 18 59,456	7 24	22 01	15 46	16 38	24 29
876,5	19 22 56,017	7 29	21 53	15 46	17 30	24 36
877,5	19 26 52,578	7 33	21 44	15 46	18 22	23 36
878,5	19 30 49,139	7 37	21 35	15 46	19 13	21 32
879,5	19 34 45,698	7 41	21 26	15 46	20 02	18 31
880,5	19 38 42,256	7 45	21 16	15 46	20 50	14 42
881,5	19 42 38,811	7 49	21 06	15 46	21 37	10 13
882,5	19 46 35,364	7 53	20 55	15 46	22 23	5 17
883,5	19 50 31,915	7 57	20 44	15 46	23 09	— 0 03
884,5	19 54 28,466	8 01	20 33	15 46	23 56	+ 5 17
885,5	19 58 25,018	8 05	20 21	15 46	0 45	10 29
886,5	20 02 21,571	8 09	20 09	15 46	1 36	15 19
887,5	20 06 18,126	8 13	19 57	15 46	2 31	19 29
888,5	20 10 14,685	8 17	19 44	15 46	3 30	22 37
889,5	20 14 11,248	8 21	19 31	15 46	4 33	24 22
890,5	20 18 07,812	8 25	19 18	15 46	5 38	24 29
891,5	20 22 04,377	8 29	19 04	15 47	6 43	22 52
892,5	20 26 00,939	8 32	18 50	15 47	7 45	19 39
893,5	20 29 57,499	8 36	18 36	15 47	8 45	15 10
894,5	20 33 54,054	8 40	+18 22	15 47	9 41	+ 9 51

Föld: 3-án 16^h12^m-kor naptávolban (KözEI)



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

Hold: 9-én 11^h-kor földtávolban
25-én 08^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...895,5	20 37 50,606	8 44	+18 07	15 47	10 34	+ 4 07
896,5	20 41 47,157	8 48	17 52	15 47	11 25	- 1 39
897,5	20 45 43,706	8 52	17 36	15 47	12 14	7 10
898,5	20 49 40,257	8 56	17 20	15 47	13 03	12 11
899,5	20 53 36,810	9 00	17 04	15 48	13 52	16 32
900,5	20 57 33,364	9 03	16 48	15 48	14 41	20 03
901,5	21 01 29,921	9 07	16 32	15 48	15 32	22 37
902,5	21 05 26,479	9 11	16 15	15 48	16 24	24 10
903,5	21 09 23,038	9 15	15 58	15 48	17 16	24 36
904,5	21 13 19,598	9 19	15 40	15 48	18 08	23 56
905,5	21 17 16,157	9 22	15 23	15 48	18 59	22 11
906,5	21 21 12,714	9 26	15 05	15 49	19 49	19 26
907,5	21 25 09,270	9 30	14 47	15 49	20 37	15 49
908,5	21 29 05,824	9 34	14 29	15 49	21 25	11 29
909,5	21 33 02,375	9 38	14 10	15 49	22 12	6 37
910,5	21 36 58,925	9 41	13 51	15 49	22 58	- 1 24
911,5	21 40 55,474	9 45	13 32	15 49	23 45	+ 3 57
912,5	21 44 52,022	9 49	13 13	15 50	0 34	9 12
913,5	21 48 48,573	9 52	12 54	15 50	1 25	14 08
914,5	21 52 45,125	9 56	12 34	15 50	2 18	18 25
915,5	21 56 41,681	10 00	12 14	15 50	3 15	21 46
916,5	22 00 38,240	10 04	11 54	15 50	4 15	23 53
917,5	22 04 34,801	10 07	11 34	15 51	5 18	24 30
918,5	22 08 31,363	10 11	11 14	15 51	6 21	23 30
919,5	22 12 27,924	10 15	10 53	15 51	7 22	20 56
920,5	22 16 24,482	10 18	10 33	15 51	8 22	17 01
921,5	22 20 21,037	10 22	10 12	15 51	9 18	12 06
922,5	22 24 17,588	10 26	9 51	15 52	10 12	6 34
923,5	22 28 14,136	10 29	9 29	15 52	11 04	+ 0 47
924,5	22 32 10,684	10 33	9 08	15 52	11 54	- 4 53
925,5	22 36 07,232	10 37	+ 8 47	15 52	12 44	-10 11

I. SZEPTEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapesten					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
			h m	h m	h m	h m	h m	h m	
1	Sz	(35)	244	5 02	11 44	18 25	10 11	19 52	
2	V		245	5 03	11 44	18 23	11 19	20 22	
3	H	36	246	5 05	11 43	18 21	12 24	20 59	
4	K		247	5 06	11 43	18 19	13 22	21 42	☽ 16 23
5	Sz		248	5 07	11 43	18 17	14 13	22 33	
6	Cs		249	5 08	11 42	18 15	14 57	23 29	
7	P		250	5 10	11 42	18 13	15 33	—	
8	Sz		251	5 11	11 42	18 11	16 02	0 32	
9	V		252	5 12	11 41	18 09	16 28	1 37	
10	H	37	253	5 14	11 41	18 07	16 51	2 45	
11	K		254	5 15	11 41	18 05	17 13	3 53	
12	Sz		255	5 17	11 40	18 03	17 32	5 02	☉ 16 17
13	Cs		256	5 18	11 40	18 01	17 54	6 13	
14	P		257	5 19	11 40	17 59	18 18	7 25	
15	Sz		258	5 21	11 39	17 57	18 45	8 40	
16	V		259	5 22	11 39	17 55	19 17	9 56	
17	H	38	260	5 23	11 38	17 53	19 59	11 10	
18	K		261	5 25	11 38	17 51	20 51	12 20	
19	Sz		262	5 26	11 38	17 49	21 53	13 21	☾ 17 11
20	Cs		263	5 28	11 37	17 47	23 03	14 13	
21	P		264	5 29	11 37	17 45	—	14 54	
22	Sz		265	5 30	11 37	17 43	0 20	15 27	
23	V		266	5 32	11 36	17 41	1 38	15 54	
24	H	39	267	5 33	11 36	17 38	2 56	16 19	
25	K		268	5 34	11 36	17 36	4 11	16 42	
26	Sz		269	5 36	11 35	17 34	5 25	17 04	● 14 55
27	Cs		270	5 37	11 35	17 32	6 39	17 27	
28	P		271	5 39	11 35	17 30	7 51	17 53	
29	Sz		272	5 40	11 34	17 28	9 00	18 22	
30	V		273	5 41	11 34	17 26	10 08	18 56	

Hold: 6-án 04^h-kor földtávolban
20-án 23^h-kor földközelen

HÓNAP

0 ^h világitidőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...926,5	22 40 03,782	10 40	+ 8 25	15 52	13 34	-14 52
927,5	22 44 00,334	10 44	8 03	15 53	14 24	18 45
928,5	22 47 56,888	10 47	7 41	15 53	15 15	21 41
929,5	22 51 53,443	10 51	7 19	15 53	16 07	23 35
930,5	22 55 50,000	10 55	6 57	15 53	16 59	24 23
931,5	22 59 46,558	10 58	6 35	15 53	17 51	24 04
932,5	23 03 43,115	11 02	6 12	15 54	18 43	22 40
933,5	23 07 39,671	11 06	5 50	15 54	19 33	20 16
934,5	23 11 36,226	11 09	5 27	15 54	20 22	16 57
935,5	23 15 32,779	11 13	5 05	15 55	21 10	12 52
936,5	23 19 29,329	11 16	4 42	15 55	21 57	8 10
937,5	23 23 25,877	11 20	4 19	15 55	22 44	- 3 01
938,5	23 27 22,425	11 23	3 56	15 55	23 32	+ 2 21
939,5	23 31 18,972	11 27	3 33	15 56	0 21	7 43
940,5	23 35 15,520	11 31	3 10	15 56	1 12	12 48
941,5	23 39 12,070	11 34	2 47	15 56	2 06	17 18
942,5	23 43 08,624	11 38	2 24	15 56	3 02	20 54
943,5	23 47 05,181	11 41	2 00	15 57	4 02	23 18
944,5	23 51 01,740	11 45	1 38	15 57	5 03	24 16
945,5	23 54 58,300	11 49	1 14	15 57	6 05	23 40
946,5	23 58 54,859	11 52	0 51	15 57	7 06	21 34
947,5	0 02 51,417	11 56	0 28	15 58	8 04	18 08
948,5	0 06 47,971	11 59	+ 0 04	15 58	9 00	13 39
949,5	0 10 44,522	12 03	- 0 19	15 58	9 54	8 28
950,5	0 14 41,071	12 07	0 43	15 58	10 45	+ 2 53
951,5	0 18 37,618	12 10	1 06	15 59	11 35	- 2 44
952,5	0 22 34,165	12 14	1 29	15 59	12 25	8 08
953,5	0 26 30,713	12 17	1 53	15 59	13 15	13 03
954,5	0 30 27,263	12 21	2 16	16 00	14 06	17 14
955,5	0 34 23,816	12 25	- 2 39	16 00	14 57	-20 32

Föld: 23-án 5^h21^m-kor ősz kezdete (KözEI)

I. OKTÓBER

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	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	
1	H	40	274	5 43	11 34	17 24	11 09	19 37	
2	K		275	5 44	11 33	17 22	12 04	20 25	
3	Sz		276	5 45	11 33	17 20	12 51	21 19	
4	Cs		277	5 47	11 33	17 18	13 29	22 19) 11 33
5	P		278	5 48	11 32	17 16	14 01	23 23	
6	Sz		279	5 50	11 32	17 14	14 29	—	
7	V		280	5 51	11 32	17 12	14 52	0 28	
8	H	41	281	5 52	11 32	17 10	15 14	1 35	
9	K		282	5 54	11 31	17 08	15 36	2 44	
10	Sz		283	5 56	11 31	17 06	15 56	3 54	
11	Cs		284	5 57	11 31	17 04	16 20	5 07	
12	P		285	5 58	11 31	17 02	16 46	6 21	○ 04 09
13	Sz		286	6 00	11 30	17 01	17 18	7 39	
14	V		287	6 01	11 30	16 59	17 58	8 56	
15	H	42	288	6 02	11 30	16 57	18 47	10 09	
16	K		289	6 04	11 30	16 55	19 47	11 14	
17	Sz		290	6 05	11 29	16 54	20 56	12 09	
18	Cs		291	6 07	11 29	16 52	22 10	12 53	⊂ 23 33
19	P		292	6 08	11 29	16 50	23 27	13 28	
20	Sz		293	6 10	11 29	16 48	—	13 58	
21	V		294	6 11	11 29	16 46	0 43	14 22	
22	H	43	295	6 13	11 29	16 44	1 57	14 46	
23	K		296	6 14	11 28	16 42	3 11	15 07	
24	Sz		297	6 16	11 28	16 40	4 23	15 29	
25	Cs		298	6 17	11 28	16 39	5 34	15 54	
26	P		299	6 19	11 28	16 37	6 44	16 22	● 04 17
27	Sz		300	6 20	11 28	16 35	7 52	16 54	
28	V		301	6 22	11 28	16 34	8 56	17 32	
29	H	44	302	6 23	11 28	16 32	9 54	18 18	
30	K		303	6 25	11 28	16 31	10 44	19 10	
31	Sz		304	6 26	11 28	16 29	11 25	20 07	

Hold: 4-én 00^h-kor földtávolban
 16-án 02^h-kor földközelen
 31-én 20^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^o világitőkor						
Julián dátum 2441...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látászó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...956,5	0 38 20,370	12 28	— 3 03	16 00	15 49	—22 49
957,5	0 42 16,927	12 32	3 26	16 00	16 42	23 59
958,5	0 46 13,484	12 35	3 49	16 01	17 34	24 02
959,5	0 50 10,041	12 39	4 12	16 01	18 26	23 00
960,5	0 54 06,597	12 43	4 36	16 01	19 16	20 57
961,5	0 58 03,152	12 46	4 59	16 01	20 05	17 58
962,5	1 01 59,705	12 50	5 22	16 02	20 53	14 12
963,5	1 05 56,257	12 54	5 45	16 02	21 40	9 46
964,5	1 09 52,806	12 57	6 07	16 02	22 27	— 4 49
965,5	1 13 49,353	13 01	6 30	16 03	23 14	+ 0 27
966,5	1 17 45,901	13 05	6 53	16 03	0 03	5 51
967,5	1 21 42,449	13 08	7 16	16 03	0 54	11 05
968,5	1 25 38,999	13 12	7 38	16 03	1 48	15 52
969,5	1 29 35,553	13 16	8 01	16 04	2 46	19 49
970,5	1 33 32,109	13 19	8 23	16 04	3 46	22 36
971,5	1 37 28,669	13 23	8 45	16 04	4 48	23 57
972,5	1 41 25,230	13 27	9 07	16 05	5 51	23 42
973,5	1 45 21,791	13 31	9 29	16 05	6 52	21 54
974,5	1 49 18,349	13 34	9 51	16 05	7 51	18 46
975,5	1 53 14,905	13 38	10 13	16 05	8 47	14 35
976,5	1 57 11,458	13 42	10 34	16 06	9 40	9 39
977,5	2 01 08,008	13 46	10 55	16 06	10 31	+ 4 18
978,5	2 05 04,557	13 49	11 17	16 06	11 20	— 1 10
979,5	2 09 01,105	13 53	11 38	16 06	12 09	6 31
980,5	2 12 57,654	13 57	11 58	16 07	12 58	11 29
981,5	2 16 54,205	14 01	12 19	16 07	13 48	15 51
982,5	2 20 50,758	14 05	12 40	16 07	14 39	19 25
983,5	2 24 47,314	14 09	13 00	16 07	15 31	22 01
984,5	2 28 43,871	14 13	13 20	16 08	16 24	23 32
985,5	2 32 40,430	14 16	13 40	16 08	17 17	23 56
986,5	2 36 36,989	14 20	—13 59	16 08	18 09	—23 14

I. NOVEMBER

DÁTUM	A HÉT napjai	Év hányadik hete	Év hányadik napja	KÖZÉP-EURÓPAI zónaidőben (KözEI)					A HOLD fény-változásai
				Budapestben					
				A NAP			A HOLD		
				kel	delel	nyugszik	kel	nyugszik	
				h m	h m	h m	h m	h m	h m
1	Cs	(44)	305	6 28	11 28	16 28	12 00	21 10	
2	P		306	6 29	11 28	16 26	12 28	22 14	
3	Sz		307	6 31	11 28	16 25	12 53	23 19	☽ 07 30
4	V		308	6 32	11 28	16 23	13 16	—	
5	H	45	309	6 34	11 28	16 22	13 37	0 25	
6	K		310	6 35	11 28	16 20	13 57	1 34	
7	Sz		311	6 37	11 28	16 19	14 19	2 43	
8	Cs		312	6 38	11 28	16 17	14 45	3 56	
9	P		313	6 40	11 28	16 16	15 14	5 13	
10	Sz		314	6 41	11 28	16 14	15 51	6 31	☉ 15 27
11	V		315	6 43	11 28	16 13	16 37	7 48	
12	H	46	316	6 44	11 28	16 11	17 35	8 59	
13	K		317	6 46	11 28	16 10	18 43	10 01	
14	Sz		318	6 48	11 28	16 09	19 58	10 51	
15	Cs		319	6 49	11 29	16 08	21 17	11 30	
16	P		320	6 51	11 29	16 07	22 33	12 00	
17	Sz		321	6 52	11 29	16 06	23 49	12 27	☾ 07 35
18	V		322	6 54	11 29	16 05	—	12 50	
19	H	47	323	6 55	11 29	16 03	1 01	13 12	
20	K		324	6 56	11 30	16 02	2 13	13 33	
21	Sz		325	6 58	11 30	16 01	3 22	14 00	
22	Cs		326	6 59	11 30	16 01	4 32	14 24	
23	P		327	7 01	11 30	16 00	5 40	14 54	
24	Sz		328	7 02	11 31	15 59	6 45	15 29	● 20 56
25	V		329	7 04	11 31	15 58	7 45	16 13	
26	H	48	330	7 05	11 31	15 58	8 37	17 03	
27	K		331	7 07	11 32	15 57	9 22	17 58	
28	Sz		332	7 08	11 32	15 56	9 59	19 00	
29	Cs		333	7 09	11 32	15 56	10 30	20 03	
30	P		334	7 10	11 33	15 55	10 55	21 06	

Hold: 12-én 16^h-kor földközélen
28-án 14^h-kor földtávolban

HÓNAP

0 ^h világidőkor						
Julián dátum 2441 ...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ' "	' "	h m	° ' "
...987,5	2 40 33,547	14 24	-14 19	16 08	18 59	-21 29
988,5	2 44 30,105	14 28	14 38	16 09	19 48	18 49
989,5	2 48 26,660	14 32	14 57	16 09	20 36	15 21
990,5	2 52 23,214	14 36	15 16	16 09	21 23	11 13
991,5	2 56 19,766	14 40	15 34	16 09	22 09	6 33
992,5	3 00 16,316	14 44	15 52	16 10	22 55	- 1 30
993,5	3 04 12,866	14 48	16 10	16 10	23 43	+ 3 46
994,5	3 08 09,416	14 52	16 28	16 10	0 33	9 02
995,5	3 12 05,967	14 56	16 45	16 10	1 26	14 01
996,5	3 16 02,522	15 00	17 03	16 11	2 22	18 21
997,5	3 19 59,080	15 04	17 19	16 11	3 23	21 38
998,5	3 23 55,641	15 08	17 36	16 11	4 26	23 32
999,5	3 27 52,205	15 12	17 52	16 11	5 31	23 48
42000,5	3 31 48,769	15 16	18 08	16 12	6 35	22 23
001,5	3 35 45,331	15 20	18 24	16 12	7 36	19 29
002,5	3 39 41,890	15 24	18 39	16 12	8 34	15 27
003,5	3 43 38,446	15 29	18 54	16 12	9 28	10 37
004,5	3 47 35,000	15 33	19 08	16 12	10 19	+ 5 21
005,5	3 51 31,551	15 37	19 23	16 13	11 09	- 0 04
006,5	3 55 28,102	15 41	19 37	16 13	11 57	5 22
007,5	3 59 24,653	15 45	19 50	16 13	12 46	10 21
008,5	4 03 21,206	15 49	20 03	16 13	13 35	14 47
009,5	4 07 17,761	15 54	20 16	16 13	14 25	18 31
010,5	4 11 14,318	15 58	20 29	16 14	15 16	21 21
011,5	4 15 10,878	16 02	20 41	16 14	16 08	23 09
012,5	4 19 07,439	16 06	20 52	16 14	17 01	23 51
013,5	4 23 04,000	16 11	21 04	16 14	17 53	23 27
014,5	4 27 00,561	16 15	21 15	16 14	18 44	21 59
015,5	4 30 57,121	16 19	21 25	16 14	19 34	19 35
016,5	4 34 53,680	16 23	-21 35	16 15	20 21	-16 21

I. DECEMBER

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

Hold: 10-én 23^h-kor földközélen
25-én 22^h-kor földtávolban

HÓNAP

0h világidőkor						
Julián dátum 2442...	Csillagidő ($\lambda = 0^h$ -nál)	NAP			HOLD	
		RA	D	látszó sugara	RA	D
	h m s	h m	° ′	′ ″	h m	° ′
...017,5	4 38 50,237	16 28	-21 45	16 15	21 08	-12 27
018,5	4 42 46,792	16 32	21 54	16 15	21 53	8 01
019,5	4 46 43,345	16 36	22 03	16 15	22 38	- 3 12
020,5	4 50 39,897	16 41	22 11	16 15	23 24	+ 1 52
021,5	4 54 36,449	16 45	22 19	16 15	0 12	7 01
022,5	4 58 33,002	16 49	22 27	16 16	1 02	12 00
023,5	5 02 29,557	16 54	22 34	16 16	1 56	16 34
024,5	5 06 26,116	16 58	22 41	16 16	2 55	20 19
025,5	5 10 22,678	17 03	22 47	16 16	3 57	22 52
026,5	5 14 19,243	17 07	22 53	16 16	5 02	23 52
027,5	5 18 15,810	17 11	22 58	16 16	6 09	23 07
028,5	5 22 12,375	17 16	23 03	16 16	7 13	20 41
029,5	5 26 08,938	17 20	23 08	16 16	8 14	16 52
030,5	5 30 05,498	17 25	23 12	16 17	9 12	12 04
031,5	5 34 02,054	17 29	23 15	16 17	10 05	6 44
032,5	5 37 58,607	17 33	23 18	16 17	10 56	+ 1 12
033,5	5 41 55,159	17 38	23 21	16 17	11 46	- 4 13
034,5	5 45 51,712	17 42	23 23	16 17	12 34	9 19
035,5	5 49 48,266	17 47	23 24	16 17	13 23	13 53
036,5	5 53 44,822	17 51	23 26	16 17	14 13	17 45
037,5	5 57 41,380	17 56	23 26	16 17	15 03	20 46
038,5	6 01 37,941	18 00	23 27	16 17	15 55	22 49
039,5	6 05 34,502	18 04	23 26	16 17	16 47	23 48
040,5	6 09 31,065	18 09	23 26	16 17	17 39	23 40
041,5	6 13 27,627	18 13	23 24	16 17	18 30	22 29
042,5	6 17 24,188	18 18	23 23	16 17	19 20	20 18
043,5	6 21 20,748	18 22	23 21	16 17	20 09	17 16
044,5	6 25 17,306	18 27	23 18	16 17	20 55	13 32
045,5	6 29 13,862	18 31	23 15	16 17	21 41	9 15
046,5	6 33 10,416	18 35	23 12	16 17	22 26	- 4 35
047,5	6 37 06,969	18 40	-23 08	16 17	23 10	+ 0 21

Föld: 22-én 1^h08^m-kor tél kezdete (KözEI)

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

Dátum	P	B ₀	L ₀	Dátum	P	B ₀	L ₀
	°	°	°		°	°	°
I. 5	+ 0,1	-3,5	148,6	VII. 4	- 1,4	+3,2	292,8
10	- 2,3	4,1	82,8	9	+ 0,9	3,8	226,7
15	4,7	4,6	17,0	14	3,1	4,3	160,5
20	7,0	5,1	311,1	19	5,3	4,7	94,3
25	9,2	5,5	245,3	24	7,5	5,2	28,2
30	11,3	5,9	179,5	29	9,6	5,6	322,0
II. 4	13,4	6,3	113,6	VIII. 3	11,6	5,9	255,9
9	15,3	6,6	47,8	8	13,5	6,3	189,8
14	17,1	6,8	342,0	13	15,3	6,6	123,7
19	18,7	7,0	276,1	18	17,0	6,8	57,6
24	20,2	7,1	210,3	23	18,6	7,0	351,5
III. 1	21,6	7,2	144,4	28	20,0	7,1	285,4
6	22,7	7,3	78,5	IX. 2	21,3	7,2	219,4
11	23,8	7,2	12,7	7	22,5	7,3	153,4
16	24,6	7,1	306,8	12	23,5	7,2	87,3
21	25,3	7,0	240,9	17	24,4	7,2	21,3
26	25,8	6,8	174,9	22	25,1	7,1	315,3
31	26,2	6,6	109,0	27	25,7	6,9	249,3
IV. 5	26,3	6,3	43,0	X. 2	26,1	6,7	183,4
10	26,3	6,0	337,0	7	26,3	6,4	117,4
15	26,1	5,6	271,0	12	26,3	6,1	51,4
20	25,7	5,2	205,0	17	26,2	5,7	345,5
25	25,1	4,7	138,9	22	25,8	5,3	279,5
30	24,4	4,2	72,9	27	25,3	4,8	213,6
V. 5	23,5	3,7	6,8	XI. 1	24,6	4,4	147,6
10	22,3	3,2	300,7	6	23,6	3,8	81,7
15	21,1	2,6	234,5	11	22,5	3,3	15,8
20	19,6	2,1	168,4	16	21,2	2,7	309,9
25	18,0	1,5	102,3	21	19,7	2,1	244,0
30	16,3	0,9	36,1	26	18,0	1,5	178,1
VI. 4	14,4	-0,3	329,9	XII. 1	16,2	0,9	112,2
9	12,4	+0,3	263,8	6	14,2	+0,2	46,3
14	10,3	0,9	197,6	11	12,1	-0,4	340,4
19	8,1	1,5	131,4	16	9,8	1,1	274,5
24	5,9	2,1	65,2	21	7,5	1,7	208,7
29	-3,7	+2,7	359,0	26	5,1	2,3	142,8
				31	+2,7	-2,9	76,9

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	14 43	V.	1	16 12	IX.	1	15 22
	4	14 51		4	16 35		4	14 53
	7	15 10		7	16 20		7	14 48
	10	15 35		10	15 44		10	15 04
	13	16 05		13	15 13		13	15 31
	16	16 27		16	14 52		16	15 54
	19	16 20		19	14 43		19	16 07
	22	15 42		22	14 49		22	16 09
	25	15 04		25	15 14		25	15 55
	28	14 46		28	15 57		28	15 27
	31	14 52		31	16 36	X.	1	14 59
II.	3	15 13	VI.	3	16 37		4	14 47
	6	15 38		6	16 01		7	15 00
	9	15 58		9	15 20		10	15 31
	12	16 12		12	14 53		13	16 03
	15	16 11		15	14 43		16	16 15
	18	15 48		18	14 46		19	16 06
	21	15 14		21	15 04		22	15 48
	24	14 50		24	15 39		25	15 25
	27	14 50		27	16 21		28	15 01
	30	15 12		30	16 42		31	14 46
III.	5	15 43	VII.	3	16 20	XI.	3	14 52
	8	16 05		6	15 35		6	15 22
	11	16 09		9	14 59		9	16 04
	14	16 01		12	14 44		12	16 28
	17	15 43		15	14 47		15	16 19
	20	15 17		18	15 02		18	15 50
	23	14 54		21	15 28		21	15 21
	26	14 47		24	16 02		24	14 59
	29	15 05		27	16 30		27	14 45
	30	15 41		30	16 28		30	14 46
IV.	4	16 14	VIII.	2	15 51	XII.	3	15 07
	7	16 21		5	15 10		6	15 50
	10	16 04		8	14 48		9	16 31
	13	15 38		11	14 48		12	16 38
	16	15 14		14	15 04		15	16 06
	19	14 54		17	15 27		18	15 26
	22	14 45		20	15 52		21	14 58
	25	14 55		23	16 14		24	14 44
	28	15 29		26	16 21		27	14 43
				29	15 59		30	14 56

IV. Bolygókorongok megvilágításának adatai

Dátum	MERKUR		VÉNUSZ		MARS	
	K	I	K	I	K	I
	%	°	%	°	%	°
I. 1	90	36	92	33	96	23
11	96	21	93	30	95	25
21	99	12	95	27	94	27
II. 1	100	7	96	23	94	29
11	94	29	97	20	93	31
21	69	68	98	16	92	33
III. 1	34	109	99	14	91	34
11	3	161	99	10	91	36
21	8	146	100	7	90	37
IV. 1	27	107	100	3	89	39
11	49	91	100	2	88	40
21	63	75	100	4	87	42
V. 1	79	53	99	8	87	43
11	92	33	99	11	86	44
21	99	5	98	15	85	45
VI. 1	84	47	97	20	85	46
11	60	76	96	23	84	47
21	42	99	94	28	84	47
VII. 1	25	121	93	31	84	47
11	8	147	91	36	84	47
21	1	166	88	40	84	46
VIII. 1	18	129	86	45	85	45
11	49	92	83	48	86	44
21	89	38	80	52	87	42
IX. 1	100	7	77	57	89	38
11	97	17	74	61	91	34
21	92	34	71	65	94	28
X. 1	84	47	68	69	97	21
11	74	61	64	74	99	13
21	58	81	60	78	100	4
XI. 1	18	131	55	84	100	7
11	1	167	51	89	98	14
21	33	118	46	95	96	21
XII. 1	72	64	40	102	94	27
11	89	43	32	110	93	31
21	96	24	24	121	91	34
31	99	12	15	134	90	36

K: a bolygó korongjának a Nap által megvilágított hányada;

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

V. A szabad szemmel látható bolygók adatai

Merkur

Dátum	0 ^h viláigidőkor					KözEI-ben Budapesten			
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	dejel	nyugszik	
	h m	° ′	''	cs. e.	magn.	h m	h m	h m	
I.	1	17 36,6	−23 21	2,55	1,31	−0,3	6 28	10 40	14 52
	11	18 42,8	24 12	2,40	1,39	0,5	7 00	11 07	15 12
	21	19 52,0	22 50	2,35	1,42	0,7	7 22	11 37	15 50
II.	1	21 09,4	18 32	2,40	1,39	1,1	7 33	12 11	16 48
	11	22 18,6	12 02	2,61	1,28	1,1	7 31	12 40	17 49
	21	23 19,5	− 4 01	3,14	1,06	−0,7	7 15	13 01	18 47
III.	1	23 47,7	+ 1 06	3,96	0,84	+0,3	6 47	12 56	19 05
	11	23 38,3	+ 1 38	5,20	0,64	2,5	5 54	12 05	18 11
	21	23 08,7	− 3 06	5,37	0,62	1,9	5 07	10 57	16 07
IV.	1	23 09,1	5 58	4,55	0,73	0,9	4 38	10 16	15 53
	11	23 38,8	4 34	3,81	0,88	0,6	4 44	10 28	16 11
	21	0 24,2	− 0 20	3,26	1,02	+0,2	4 12	10 13	16 15
V.	1	1 20,9	+ 5 55	2,86	1,17	−0,3	4 01	10 31	17 00
	11	2 29,7	13 26	2,60	1,28	1,0	3 57	11 01	18 05
	21	3 53,4	20 42	2,53	1,32	1,9	4 05	11 46	19 28
VI.	1	5 33,1	25 11	2,76	1,21	−0,9	4 34	12 42	20 50
	11	6 50,8	24 56	3,23	1,03	0,0	5 13	13 20	21 26
	21	7 46,4	22 07	3,91	0,85	+0,6	5 45	13 34	21 24
VII.	1	8 16,3	18 33	4,77	0,70	1,4	5 53	13 23	20 53
	11	8 16,2	16 00	5,59	0,60	2,1	5 26	12 42	19 59
	21	7 51,7	15 55	5,71	0,58	2,9	4 22	11 38	18 54
VIII.	1	7 36,5	18 04	4,66	0,72	+1,3	3 14	10 41	18 09
	11	8 05,4	19 28	3,52	0,95	0,0	2 58	10 33	18 08
	21	9 11,6	17 27	2,79	1,20	−1,1	3 36	11 01	18 25
IX.	1	10 36,1	10 43	2,46	1,36	1,5	4 50	11 42	18 33
	11	11 44,6	+ 2 57	2,41	1,39	0,9	5 54	12 10	18 27
	21	12 44,9	− 4 43	2,48	1,35	0,4	6 48	12 31	18 14
X.	1	13 40,0	11 36	2,64	1,26	−0,1	7 35	12 46	17 58
	11	14 31,0	17 15	2,93	1,14	+0,1	8 13	12 58	17 42
	21	15 14,3	21 07	3,44	0,97	0,2	8 37	13 01	17 25
XI.	1	15 33,9	21 51	4,38	0,76	0,9	8 09	12 30	16 50
	11	14 58,9	16 47	4,93	0,68	2,5	6 37	11 19	16 01
	21	14 36,3	12 46	3,94	0,85	+0,3	5 14	10 21	15 27
XII.	1	15 09,4	15 31	3,05	1,09	−0,4	5 22	10 15	15 08
	11	16 04,9	19 50	2,62	1,28	0,5	6 00	10 32	15 03
	21	17 08,5	23 10	2,41	1,39	0,5	6 43	10 56	15 09
	31	18 16,3	−24 40	2,33	1,43	−0,6	7 21	11 25	15 29

Vénusz

Dátum	0h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	17 01,7	−21 52	5,60	1,50	−3,4	5 44	10 04	14 24
	11 17 55,6	22 58	5,45	1,54	3,3	6 05	10 19	14 33
	21 18 50,0	22 54	5,33	1,58	3,3	6 20	10 34	14 48
II. 1	19 49,2	21 30	5,21	1,61	3,3	6 28	10 50	15 12
	11 20 41,6	19 06	5,12	1,64	3,4	6 45	11 20	15 55
	21 21 32,2	15 46	5,05	1,67	3,4	6 44	11 36	16 28
III. 1	22 11,2	12 34	5,00	1,68	3,4	6 14	11 21	16 28
	11 22 58,6	8 05	4,95	1,70	3,4	6 01	11 29	16 57
	21 23 44,7	− 3 14	4,91	1,71	3,4	5 46	11 36	17 25
IV. 1	0 34,7	+ 2 17	4,88	1,72	3,5	5 29	11 42	17 56
	11 1 20,4	7 13	4,87	1,73	3,5	5 12	11 49	18 25
	21 2 06,9	11 54	4,87	1,73	3,5	4 59	11 56	18 53
V. 1	2 54,8	16 06	4,89	1,72	3,4	4 47	12 04	19 21
	11 3 44,5	19 38	4,93	1,71	3,4	4 39	12 15	19 50
	21 4 35,9	22 17	4,98	1,69	3,4	4 36	12 27	20 17
VI. 1	5 34,2	23 59	5,06	1,66	3,4	4 41	12 42	20 42
	11 6 27,9	24 19	5,15	1,63	3,3	4 53	12 56	20 59
	21 7 21,2	23 28	5,27	1,60	3,3	5 12	13 10	21 07
VII. 1	8 13,3	21 28	5,41	1,56	3,3	5 37	13 22	21 08
	11 9 03,5	18 29	5,57	1,51	3,3	6 04	13 33	21 02
	21 9 51,5	14 40	5,77	1,46	3,3	6 31	13 42	20 52
VIII. 1	10 42,1	9 45	6,02	1,34	3,4	7 02	13 49	20 36
	11 11 26,4	+ 4 51	6,28	1,34	3,4	7 19	13 44	20 08
	21 12 09,7	− 0 16	6,59	1,28	3,4	7 56	13 57	19 59
IX. 1	12 57,0	5 56	6,99	1,20	3,5	8 23	14 01	19 39
	11 13 40,4	10 53	7,41	1,14	3,5	8 50	14 05	19 20
	21 14 24,6	15 29	7,90	1,07	3,6	9 17	14 10	19 03
X. 1	15 10,2	19 31	8,47	0,99	3,7	9 44	14 16	18 49
	11 15 57,1	22 48	9,15	0,92	3,7	10 09	14 24	18 39
	21 16 45,0	25 10	9,95	0,85	3,8	10 32	14 32	18 33
XI. 1	17 38,0	26 35	11,04	0,76	3,9	10 50	14 42	18 34
	11 18 24,8	26 44	12,26	0,69	4,0	10 59	14 49	18 40
	21 19 08,6	25 52	13,77	0,61	4,1	10 47	14 54	18 50
XII. 1	19 47,8	24 07	15,69	0,54	4,2	10 46	14 53	19 00
	11 20 20,1	21 45	18,13	0,46	4,3	10 24	14 45	19 06
	21 20 43,0	19 03	21,22	0,40	4,4	9 53	14 28	19 03
	31 20 53,3	−16 25	24,95	0,34	−4,3	9 09	13 58	18 47

látható bolygók adatai

Mars

Dátum	0 ^h világitdőkör					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	°	''	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	15 55,3	-20 05	2,12	2,21	+1,8	4 27	8 57	13 27
11	16 23,9	21 26	2,19	2,19	1,7	4 24	8 46	13 09
21	16 53,1	22 30	2,27	2,06	1,6	4 19	8 36	12 53
II. 1	17 25,9	23 18	2,36	1,98	1,6	4 14	8 26	12 37
11	17 56,2	23 40	2,46	1,90	1,5	4 06	8 16	12 26
21	18 26,7	23 40	2,56	1,82	1,4	3 58	8 07	12 17
III. 1	18 51,2	23 25	2,65	1,76	1,3	3 49	8 00	12 12
11	19 21,7	22 47	2,78	1,68	1,2	3 36	7 51	12 06
21	19 52,0	21 48	2,91	1,61	1,1	3 20	7 41	12 02
IV. 1	20 24,8	20 21	3,08	1,52	1,0	3 03	7 31	12 00
11	20 54,2	18 43	3,24	1,44	0,9	2 45	7 22	11 59
21	21 22,9	16 50	3,41	1,37	0,8	2 24	7 11	11 58
V. 1	21 51,1	14 44	3,61	1,30	0,7	2 02	7 00	11 58
11	22 18,6	12 28	3,81	1,23	0,6	1 40	6 48	11 56
21	22 45,5	10 05	4,04	1,16	0,5	1 16	6 35	11 54
VI. 1	23 14,3	7 22	4,31	1,09	0,3	0 50	6 21	11 52
11	23 39,8	4 53	4,58	1,02	+0,2	0 25	6 07	11 49
21	0 04,6	2 25	4,88	0,96	0,0	23 54	5 52	11 45
VII. 1	0 28,5	- 0 01	5,21	0,90	-0,1	23 29	5 37	11 40
11	0 51,5	+ 2 14	5,57	0,84	0,3	23 02	5 20	11 34
21	1 13,4	4 20	5,98	0,78	0,4	22 36	5 03	11 25
VIII. 1	1 35,7	6 24	6,48	0,72	0,6	22 05	4 42	11 13
11	1 53,8	8 00	7,00	0,67	0,8	21 37	4 20	10 59
21	2 09,4	9 20	7,58	0,62	1,0	21 07	3 56	10 41
IX. 1	2 22,5	10 27	8,29	0,56	1,3	20 32	3 26	10 16
11	2 29,8	11 06	8,98	0,52	1,5	19 56	2 54	9 47
21	2 31,8	11 26	9,67	0,48	1,7	19 17	2 16	9 11
X. 1	2 28,0	11 24	10,27	0,46	1,9	18 34	1 33	8 28
11	2 18,8	11 04	10,66	0,44	2,1	17 48	0 45	7 38
21	2 05,9	10 32	10,70	0,44	2,3	16 52	23 42	6 38
XI. 1	1 51,2	9 57	10,29	0,45	2,1	16 02	22 50	5 42
11	1 40,7	9 38	9,59	0,49	1,8	15 14	22 00	4 51
21	1 34,7	9 40	8,72	0,54	1,5	14 29	21 16	4 07
XII. 1	1 34,0	10 06	7,83	0,60	1,1	13 58	20 46	3 40
11	1 38,3	10 53	6,99	0,67	0,8	13 09	20 01	2 58
21	1 46,6	11 59	6,25	0,75	0,5	12 33	19 31	2 32
31	1 58,4	+13 17	5,61	0,83	-0,2	11 59	19 03	2 12

Jupiter

Dátum	0 ^h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látszó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ' "	''	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	19 17,3	—22 26	14,97	6,14	—1,4	8 04	12 21	16 38
	11 19 27,3	22 07	14,95	6,15	1,4	7 30	11 48	16 07
	21 19 37,3	21 46	14,99	6,13	1,4	6 58	11 19	15 40
II. 1	19 48,1	21 21	15,09	6,09	1,4	6 24	10 47	15 10
	11 19 57,6	20 57	15,24	6,03	1,5	5 51	10 17	14 42
	21 20 06,8	20 31	15,44	5,95	1,5	5 19	9 47	14 14
III. 1	20 13,9	20 10	15,64	5,88	1,5	4 53	9 22	13 52
	11 20 22,2	19 44	15,94	5,77	1,6	4 19	8 51	13 23
	21 20 30,0	19 19	16,29	5,64	1,6	3 46	8 20	12 53
IV. 1	20 37,7	18 53	16,74	5,49	1,7	3 08	7 44	12 20
	11 20 43,8	18 31	17,20	5,34	1,8	2 32	7 11	11 49
	21 20 49,1	18 13	17,72	5,19	1,8	1 58	6 36	11 15
V. 1	20 53,3	17 58	18,27	5,03	1,9	1 21	6 01	10 42
	11 20 56,4	17 47	18,87	4,87	1,9	0 43	5 25	10 07
	21 20 58,3	17 41	19,49	4,72	2,0	0 05	4 48	9 30
VI. 1	20 59,0	17 41	20,18	4,56	2,1	23 18	4 05	8 48
	11 20 58,3	17 47	20,78	4,42	2,2	22 39	3 25	8 07
	21 20 56,3	17 57	21,34	4,31	2,2	21 58	2 44	7 25
VII. 1	20 53,1	18 12	21,83	4,21	2,3	21 17	2 01	6 41
	11 20 49,0	18 30	22,21	4,14	2,3	20 35	1 18	5 56
	21 20 44,2	18 51	22,45	4,09	2,3	19 53	0 34	5 10
VIII. 1	20 38,4	19 15	22,53	4,08	2,3	19 07	23 49	4 18
	11 20 33,2	19 35	22,44	4,10	2,3	18 23	22 56	3 33
	21 20 28,9	19 51	22,22	4,14	2,3	17 41	22 12	2 47
IX. 1	20 24,0	20 08	21,76	4,22	2,3	16 54	21 24	1 58
	11 20 21,1	20 18	21,27	4,32	2,2	16 13	20 42	1 15
	21 20 19,4	20 24	20,70	4,44	2,2	15 33	20 01	0 33
X. 1	20 19,0	20 24	20,09	4,57	2,1	14 54	19 22	23 50
	11 20 20,0	20 21	19,48	4,72	2,0	14 15	18 43	23 12
	21 20 22,4	20 13	18,87	4,87	2,0	13 37	18 06	22 36
XI. 1	20 26,3	19 58	18,23	5,04	1,9	13 17	17 27	21 58
	11 20 31,2	19 41	17,69	5,19	1,8	12 21	16 53	21 25
	21 20 37,0	19 20	17,21	5,34	1,8	11 46	16 19	20 53
XII. 1	20 43,6	18 55	16,77	5,48	1,7	11 11	15 46	20 23
	11 20 51,0	18 25	16,39	5,61	1,7	10 36	15 15	19 54
	21 20 59,0	17 53	16,06	5,72	1,6	10 02	14 44	19 25
	31 21 07,5	—17 17	15,79	5,82	—1,6	9 28	14 13	18 57

látható bolygók adatai

Szaturnusz

Dátum	0h világidőkor					KözEI-ben Budapesten		
	RA	D	látzó sugár	r	m	kel	delel	nyugszik
	h m	° ′	″	cs. e.	magn.	h m	h m	h m
I. 1	4 56,9	+21 02	9,17	8,13	-0,1	14 12	21 55	5 43
11	4 54,2	21 00	9,08	8,21	-0,1	13 30	21 13	5 01
21	4 52,0	20 58	8,96	8,32	0,0	12 49	20 32	4 19
II. 1	4 50,4	20 58	8,80	8,47	+0,1	12 04	19 47	3 34
11	4 49,8	21 00	8,65	8,62	0,2	11 24	19 07	2 55
21	4 50,0	21 02	8,50	8,78	0,2	10 44	18 28	2 16
III. 1	4 50,7	21 06	8,37	8,91	0,2	10 14	17 57	1 45
11	4 52,3	21 11	8,22	9,08	0,3	9 35	17 20	1 08
21	4 54,6	21 16	8,07	9,24	0,3	8 58	16 43	0 32
IV. 1	4 57,9	21 24	7,93	9,41	0,3	8 17	16 03	23 48
11	5 01,6	21 31	7,81	9,55	0,3	7 41	15 27	23 13
21	5 05,7	21 39	7,70	9,68	0,3	7 05	14 52	22 39
V. 1	5 10,3	21 46	7,61	9,79	0,3	6 30	14 17	22 05
11	5 15,3	21 53	7,54	9,89	0,3	5 55	13 43	21 31
21	5 20,5	22 00	7,49	9,96	0,3	5 20	13 09	20 58
VI. 1	5 26,5	22 06	7,45	10,01	0,2	4 42	12 32	20 21
11	5 32,1	22 11	7,43	10,03	0,2	4 08	11 58	19 48
21	5 37,7	22 15	7,43	10,03	0,2	3 34	11 24	19 14
VII. 1	5 43,3	22 18	7,45	10,01	0,3	3 00	10 50	18 41
11	5 48,8	22 21	7,49	9,96	0,3	2 25	10 16	17 07
21	5 54,1	22 22	7,54	9,89	0,3	1 51	9 42	17 33
VIII. 1	5 59,6	22 23	7,62	9,79	0,3	1 13	9 04	16 56
11	6 04,2	22 23	7,71	9,68	0,3	0 38	8 30	16 21
21	6 08,4	22 22	7,81	9,55	0,3	0 04	7 55	15 46
IX. 1	6 12,4	22 21	7,94	9,39	0,3	23 20	7 15	15 06
11	6 15,4	22 20	8,08	9,23	0,3	22 44	6 39	14 30
21	6 17,8	22 18	8,22	9,07	0,3	22 07	6 02	13 53
X. 1	6 19,5	22 17	8,37	8,91	0,2	21 29	5 24	13 15
11	6 20,4	22 17	8,53	8,74	0,2	20 51	4 46	12 36
21	6 20,5	22 16	8,69	8,58	0,1	20 12	4 07	11 57
XI. 1	6 19,7	22 16	8,85	8,42	+0,1	19 28	3 23	11 13
11	6 18,1	22 17	8,99	8,30	0,0	18 47	2 42	10 32
21	6 15,9	22 18	9,11	8,19	0,0	18 05	2 00	9 51
XII. 1	6 13,0	22 20	9,20	8,11	-0,1	17 23	1 18	9 09
11	6 09,8	22 21	9,26	8,06	0,2	16 40	0 36	8 26
21	6 06,3	22 22	9,28	8,03	0,3	15 57	23 48	7 44
31	6 02,7	22 24	9,27	8,04	-0,2	15 14	23 05	7 01

VI. A MARS és JUPITER centrálmeridiánjának planetografikus

0 ^h világidőkor		MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
					a	b
		°	°	°	''	''
Január	4	121	I. 269	II. 226	46,04	20,47
	8	82	179	106	45,85	20,38
	12	43	90	346	45,64	20,29
	16	4	1	226	45,41	20,19
	20	325	271	106	45,16	20,08
Február	24	286	182	346	44,89	19,97
	28	247	93	227	44,61	19,85
	1	209	4	107	44,32	19,73
	5	170	274	347	44,01	19,61
	9	131	185	227	43,71	19,48
	13	92	96	108	43,40	19,35
	17	53	7	348	43,08	19,22
	21	14	278	228	42,76	19,09
Március	25	335	189	109	42,45	18,96
	1	296	100	349	42,13	18,83
	5	257	11	230	41,82	18,71
	9	218	282	110	41,51	18,59
	13	179	193	351	41,21	18,47
	17	140	104	231	40,92	18,35
	21	101	15	112	40,63	18,24
	25	62	286	353	40,35	18,13
Április	29	23	197	233	40,09	18,02
	2	344	109	114	39,83	17,92
	6	304	20	355	39,58	17,82
	10	265	291	236	39,35	17,73
	14	226	203	116	39,13	17,65
	18	187	114	357	38,92	17,56
	22	147	25	238	38,72	17,49
	26	108	297	119	38,53	17,41
Május	30	69	208	0	38,36	17,34
	4	29	120	241	38,21	17,28
	8	350	32	122	38,06	17,22
	12	311	303	4	37,93	17,17
	16	271	215	245	37,82	17,12
	20	232	127	126	37,72	17,07
	24	192	39	7	37,63	17,03
	28	153	310	249	37,56	17,00
Június	1	114	222	130	37,50	16,97
	5	74	134	11	37,45	16,94
	9	35	46	253	37,42	16,92
	13	355	318	134	37,41	16,90
	17	316	230	16	37,40	16,89
	21	277	142	257	37,42	16,89
	25	238	54	139	37,44	16,88
	29	199	326	20	37,48	16,89

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

hosszúsága és adatok a SZATURNUSZ gyűrűjére vonatkozólag

	0 ^h világidőkor	MARS	JUPITER		SZATURNUSZ	
					a	b
		°	°	°	''	''
Július	3	159	I. 239	II. 262	37,54	16,89
	7	120	151	144	37,61	16,91
	11	82	63	25	37,69	16,92
	15	43	335	267	37,79	16,94
	19	4	247	149	37,90	16,97
	23	325	159	30	38,02	17,00
Augusztus	27	286	72	272	38,16	17,04
	31	248	344	153	38,31	17,08
	4	209	256	35	38,48	17,13
	8	171	168	277	38,65	17,18
	12	133	80	158	38,84	17,24
	16	95	352	40	39,05	17,31
Szeptember	20	58	264	281	39,26	17,38
	24	19	176	162	39,49	17,45
	28	341	88	44	39,73	17,53
	1	304	359	285	39,98	17,62
	5	267	271	166	40,24	17,71
	9	230	183	47	40,52	17,80
Október	13	193	94	288	40,80	17,90
	17	156	6	169	41,08	18,01
	21	120	277	50	41,38	18,12
	25	83	189	291	41,68	18,24
	29	47	100	172	41,99	18,36
	3	11	11	53	42,31	18,48
November	7	336	283	294	42,62	18,61
	11	300	194	174	42,94	18,74
	15	265	105	55	43,25	18,87
	19	230	16	295	43,57	19,01
	23	195	287	176	43,88	19,15
	27	159	198	56	44,18	19,28
December	31	124	109	297	44,48	19,42
	4	89	20	177	44,77	19,56
	8	53	291	57	45,04	19,69
	12	18	201	298	45,30	19,82
	16	342	112	178	45,55	19,95
	20	306	23	58	45,78	20,07
December	24	269	294	298	45,98	20,19
	28	233	204	178	46,17	20,29
	2	196	115	59	46,33	20,39
	6	159	25	299	46,47	20,48
	10	122	296	179	46,58	20,56
	14	85	207	59	46,66	20,63
	18	47	117	299	46,71	20,68
	22	10	28	179	46,73	20,72
	26	332	298	59	46,72	20,75
	30	294	209	299	46,69	20,77

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	Május			Június		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán			nyugati oldalán		
	2 ^h			0 ^h		
1	4.	2..1	.3			1. 2.
2	4.	.2	1. 3.	3.4. 2..1		
3	.4		3. .2	4. .3 .2		1.
4	.4	3. 1.	2.	4. .3		.1.2
5	.43. 2.		.1	.4 .1.		2..3
6	.3.4 1.			.4 2.		.1 .3
7			.4 .1 2.	.4 1..2		3.
8	.12.		.4.3	.4		3. 1.2.
9	.2		1. 3. .4	3.2..1.4		
10	.1		3..2 .4	.3 .2		1. .4
11	3.		2. .4	.3		.2 .4
12	3. 2.		.1 4.	1.		.32. .4
13	.3 1..2		4.	2.		.1 .3 .4
14			.1.24.	1..2		3. 4.
15	1.		4. .3			3.1. .24.
16	.24.		1. 3.	3. .1		4.
17	4. .1		.23.	3. .2		4.
18	4. 3. 1.		2.	.3 4..1		.2
19	4. 3. 2.			4. 1.		2.
20	.4 .3 1..2			4. 2.		.1 .3
21	.4 .3		.1.2	4. 1..2		3.
22	.4 .1		2. .3	.4		.13. .2
23	.2 .4		1. 3	.4 3..1		2.
24	.1		.2.43.	.43. .2		1.
25	3.		1. 2. .4	.3.4 .1		.2
26	3. 2.		.4			1. 2.
27	.3 .21.		.4	2.		.1 .4.3
28	.3		.1 .2 4.	.21.		3. .4
29	1.		2..3 4.			.13. .2 .4
30	2.		.1 .34.	1.3.		2. 4.
31	.1		4.3.			

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

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség
V.	7	1 43	v	4	m	VI.	1	0 35	k	3	e
		2 51	v	3	m			2 41	v	4	e
	8	1 16	v	2	e		3	0 06	k	1	a
		10	2 48	k	1			f	1 15	k	1
	11		1 15	k	1			e	2 23	v	1
		2 13	v	1	a		4	0 52	v	1	m
	13	3 11	k	2	f			7	0 13	k	2
		14	1 23	v	3		f		23 49	k	3
	15		1 12	v	2		a	9	0 24	v	2
		18	1 51	k	1		a		1 21	v	4
	3 07		k	1	e		10	2 00	k	1	a
	19	2 45	v	1	m			11	2 41	v	1
		21	1 49	k	3		f		23 47	v	1
	22	0 56	k	2	a		14	2 49	k	2	f
23		2 45	k	2	f	15		23 56	k	2	e
	24	0 28	v	2	m		16	0 49	v	2	a
25		0 27	v	3	e	2 46		v	2	e	
	26	1 04	k	1	f	18	1 14	k	1	f	
27		0 29	v	1	a		23 17	k	1	e	
	1 42	v	1	e	19	0 39	v	1	a		
31	2 56	v	2	m		1 10	v	3	m		
						1 35	v	1	e		
22 54	v	1	m								
23	0 34	k	2	e	24	23 18	v	2	m		
										2 16	k
25	22 19	k	4	m	26	0 16	k	1	a		
										1 04	k
2 33	v	1	a	27	0 40	v	1	m			

k vagy *v* betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdete, 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 vetődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).

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

Nap	Július				Augusztus				
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó				
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán		
	22 ^h				21 ^h				
1	.3	.1		4.		2.	1.	.3	.4
2		.3		1.2.4.		.1		3.	4.
3		2..1		4. .3				1.3.	2. 4.
4		.24.		1. .3		3. 2.		4.	
5		4.		.1.2 3.		3. .2 1.		4.	
6	4.	1.		2.		.3 4.		.1.2	
7	4.	3. 2.		.1		4. 1.		2.	
8	.4	.3 1..2				4. 2.		1.	.3
9		.4 .3		1. .2		4. .1.2		3.	
10		.4 .1		.3		.4		1.3.	.2
11		.2 .4		1. .3		.4 3.2.			
12				.4.2 3.		.43. .2			
13		1.		2. .4		.3 .4		.1.2	
14		3. 2.		.1 .4		1..3		2.	
15	3.	1..2			.4	2.		.1.3.4	
16		.3		.1.2 4.		.1.2		3. .4	
17		.1		2. .3 4.				1.3..2	.4
18		.2		1. .3 4.		3. .1			4.
19				.2 4. 3.		3. .2			4.
20		1.		3. 2.		.3		.1.2	4.
21		3.4. 2.		.1		1..3		2. 4.	
22		4. .3 .21.				2.		4. .1.3	
23	4.	.3		.1 .2		4..1.2		3.	
24	4.	.1		2..3		4.		1..23.	
25	.4	2.		1. .3		4. .13.		2.	
26	.4	.1		3.		4. 3. .2		1.	
27		.4		3. 2.		.4 .3			
28		3.2..4		.1		.4 .31.		2.	
29		3. .2 1.		.4		.42.		.1.3	
30		.3		.1.2 .4		.21..4		.3	
31		.1		.2 .4				.4.1.23.	

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

Dátum	h	m	Hold	Jelenség	Dátum	h	m	Hold	Jelenség			
VII. 3	1	44	k	3	f	VIII. 1	2	41	k	2	e	
	2	10	k	1			2	46	k	2		a
	2	49	k	1	e							
	22	59	k	4			2	20	54	k	2	m
	23	30	k	1	f		3	0	00	v	2	m.
4	2	25	v	1	m	7	20	52	k	3	m	
	22	56	v	1		8	1	21	v	3	f	
	23	33	v	1	e	9	23	09	k	2	m	
6	21	43	v	3	e	10	2	38	v	2	f	
10	22	49	v	2	e	11	0	22	k	1	e	
11	1	24	k	1	f		0	40	k	1		a
	22	32	k	1			2	41	v	1	e	
	23	00	k	1	e		2	58	v	1		a
12	0	50	v	1			20	51	v	2	e	
	1	18	v	1	e	21	28	v	2		a	
	22	35	v	1	m	21	39	k	1	m		
13	21	26	k	3	e	12	0	15	v	1	f	
	23	22	v	3			21	07	v	1	e	
14	1	03	v	3	e		21	27	v	1		a
17	21	36	k	2		15	0	09	k	3	m	
	22	13	k	2	e		1	53	v	4	f	
18	0	26	v	2		18	20	16	k	2	e	
	1	04	v	2	e		21	13	k	2		a
19	0	27	k	1			23	06	v	2	e	
	0	44	k	1	e		23	24	k	1	m	
	2	45	v	1		19	0	03	v	2		a
	21	46	k	1	f		20	33	k	1	e	
20	0	19	v	1	m		21	04	k	1		a
	21	14	v	1			22	52	v	1	e	
	21	28	v	1	e	23	22	v	1		a	
	21	44	v	4		20	20	38	v	1	f	
23	46	k	3		22		23	53	k	4	e	
21	0	06	v	4	e	25	20	50	v	3	e	
	0	43	k	3	e		22	33	k	2	e	
25	0	11	k	2			23	25	v	3		a
	0	27	k	2	e		23	48	k	2		a
	3	01	v	2		26	1	09	k	1	m	
26	2	21	k	1			22	19	k	1	e	
	2	28	k	1	e		22	59	k	1		a
	21	34	v	2	m	27	0	37	v	1	e	
23	41	k	1	f	1		17	v	1		a	
27	2	03	v	1	m		21	13	v	2	f	
	23	08	v	1		22	32	v	1	f		
						31	20	03	v	4	f	

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

N. d.	Szeptember				Október			
	A holdak a bolygó				A holdak a bolygó			
	nyugati oldalán		keleti oldalán		nyugati oldalán		keleti oldalán	
	20 ^h				19 ^h			
1		.1	3.2. .4	.43. .21.				
2		3.2.	1. .4	.3 .4	1..2			
3	3.	.1		.1.3	2.			
4	.3		2. 4.	2.	1. .3.4			
5	2.	.1 .3	4.			.3.4		
6	.21.		.34.	1.	2.3. .4			
7		.1.24. 3.		2.3.	.1	.4		
8	1.4.	3.2		3. .21.		4.		
9	4.3.2.	1.		.3	1..2 4.			
10	4. .3 .1			.3.1	2. 4.			
11	4. .3	1. .2		2.	4.1..3			
12	.4 2.			4..1.2		.3		
13	.4 .2 1.	.3		4. 1.	.2 3.			
14	.4	.2.1 3.		4. 2.	.1			
15	.41.	3.2.		4. 3..21.				
16	3.2..4	1.		.4 .3	1..2			
17	3. .1.2	.4		.4 .3 .1	2.			
18	.3	1. .2 .4		.4 2.	1..3			
19		.4		.4.12	.3			
20	2. 1.	.3 .4			.4.2 3.			
21		.1.2 3. 4.			3. .4			
22	1.	3.2. 4.		3..2 1.	.4			
23	3.2.	.1 4.		.3	.1.2 .4			
24	.3 .1.2	4.		.3 .1	2. 4.			
25	.3 4.	1. .2		2.	.31. 4.			
26	4. .1.3	2.		.2.1	.34.			
27	4. 2.	.3			1. .24. 3.			
28	4.	.1.2 3.			2. 3.			
29	.4 1.	3.2.		4..23. 1.				
30	.4 2.3.	.1		4. 3.	.2.1			
31				4. .3 1.	2.			

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

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség		
IX. 1	20 39	k	3		e	X. 3	20 45	v	4		m		
	23 49	k	3		a		4	20 20	k	1		e	
2	0 15	v	3		e	21 35		k	1		a		
	3	0 06	k	1		e		22 38	v	1		e	
0 54		k	1		a	5	18 13	k	2		m		
21 21		k	1	f	m		21 05	v	1	f			
23 51		v	2	f		6	18 21	v	1		a		
4	0 27	v	1	f			18 09	v	2		a		
	20 51	v	1		e		18 24	v	3		e		
	21 41	v	1		a	19 55	k	3		a			
8	23 35	k	4		a	11	22 13	k	1		e		
					e					12	19 26	k	1
9	0 08	k	3		e	20 47	k	2			m		
				10	21 36	k	2		m	13	18 59	v	1
23 09	k	1			m	20 17	v	1			a		
11	20 21	k	1			e	14	18 11	v		2		e
	21 19	k	1		a	18 41		k	3		e		
	22 39	v	1		e	20 44		v	2		a		
	23 37	v	1		a	22 16		v	3		e		
12	20 51	v	1	f		a	19	21 19	k	1		m	
	21 05	v	2	f		a		20	18 36	k	1		e
	21 24	v	3	f		a			19 55	k	1		a
18	22 10	k	1		e	20 54	v		1		e		
	23 14	k	1		a	21 44	k	4	f				
19	19 24	k	1		m	a	21	17 56	k	2		e	
	20 52	k	2		a	19 24		v	1	f			
	21 00	v	3		m	20 31		k	2		a		
	21 32	v	2		e	20 44		v	2		e		
	21 47	k	3	f		23	18 20	v	2	f			
	22 46	v	1	f			a	25	17 51	k	3	f	
	23 40	v	2		a		21 31		v	3	f		
20	20 01	v	1		a	27	20 32	k	1		e		
25	22 31	v	4		a		28	17 31	k	4		e	
26	21 03	k	3		m	17 43		k	1		m		
	21 09	k	2		e	20 31		k	2		e		
	21 14	k	1		m	21 19		v	1	f			
	23 27	k	2		a	29		18 37	v	1		a	
27	19 39	k	1		e		30	20 59	v	2	f		
	20 46	v	1		a								
	21 57	v	1		a								
28	19 10	v	1	f									
	21 06	v	2	f									

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

Nap	November			December		
	A holdak a bolygó			A holdak a bolygó		
	nyugati oldalán		keleti oldalán	nyugati oldalán		keleti oldalán
	18 ^h			18 ^h		
1	4.	2.	.1	4.	.21.	.3
2	.4	.2.1	.3	4.	.1	2. 3.
3	.4		1. .2 3.	4.	2.	3.1.
4	.4	.1	2.3.	4.	3..2.1	
5		3.2..4		.4	3.	1. .2
6	3.	.2	.1 .4	.4	.3	2.
7	.3	1.	2. .4	.4	2. 1.	
8		2..3	.1 .4	.4		.1 .3
9		.21.	.3 .4		1.	2. 3.
10			1..2 .3 4.		2.	1.3. .4
11		.1	2. 3. 4.		.23..1	.4
12		2. 3.	1. 4.		3.	1..2 .4
13	3.	.2.1	4.		.3 .1	2. .4
14	.3	1.4.	2.		2. .3	4.
15		4. .32.	.1		.2	.1 .3 4.
16	4.	.2.1	.3		1.	.2 4. 3.
17	4.		.2.1 .3			4. 13..
18	4.	.1	2. 3.		.2.143..	
19	.4	2.	1.		4.3.	1..2
20	.4	3. .2.1			4. .3 .1	2.
21		.3 .4 1.	.2		4. 2. .3	
22		.3 .4	.1		.4 .2	.3
23		2.1.	.3.4		.4 1.	.2 .3
24			.2.1 .3.4		.4	2..1 3.
25		1.	2. 3. .4		.42.1.3.	
26		2.	3.1. .4		3.	.21.
27		3..2.1	4.		.3 .1	2. .4
28	.3		1. .2 4.		2..3	1. .4
29		.3	.12. 4.		.2	.3 .4
30		2.1.	.34.		1.	.2 .3 .4
31						.12. 3. 4.

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

Dátum	h	m		Hold	Jelenség	Dátum	h	m		Hold	Jelenség	
XI. 1	20	10	v	3	m	XII. 1	18	38	k	4	a	
4	19	39	k	1	m	5	19	23	k	1	e	
5	18	16	k	1	e a	7	17	14	v	1	a	
	19	15	v	1				17	18	v	3	m
	20	33	v	1		a		17	59	k	3	f
6	18	01	k	2	m	8	18	23	k	2	m	
	20	46	v	4	f	9	18	32	k	4	m	
8	17	50	v	2	m a	10	17	35	v	2	a	
	20	38	k	3			13	18	32	k	1	m
12	18	55	k	1	e a a	14	18	01	k	3	m	
	19	39	v	3				18	11	v	1	e
	20	12	k	1		a		19	09	v	1	a
13	19	39	v	1	f m	17	18	19	v	2	e	
	20	43	k	2			18	17	40	v	4	a
15	17	37	k	2	e a	21	17	54	k	1	e	
	17	57	v	2			22	18	13	v	1	f
	20	27	v	2		a	24	18	16	k	2	e
19	18	41	v	3	e a	26	17	59	v	2	f	
	20	03	k	3			29	17	04	k	1	m
20	18	03	k	1	m	30	17	29	v	1	a	
21	17	41	v	1	e a	<p><i>k</i> vagy <i>v</i> betű azt mutatja, hogy a szomszédos oszlop időadata a jelenség kezdetére, ill. végére vonatkozik-e. A többi betű: <i>f</i> = fogyatkozás van (a Jupiterhold fogyatkozásban van, tehát a Jupiter árnyékkúpjába került), <i>m</i> = a hold a Jupiter korongja mögött (Földünkről nem látszik), <i>e</i> = a hold a Jupiter korongja előtt (a hold látszólagosan a bolygó korongján van), <i>a</i> = a hold „fekete” árnyéka vetítődik a Jupiter korongjára (a Jupiteren teljes napfogyatkozás van).</p>						
	18	53	v	1								
22	17	50	k	2	e a							
	20	13	k	2								
24	18	11	v	2	f							
26	19	21	k	3	e							
28	18	32	k	1	e a							
	19	40	v	1								
29	17	58	v	1	f							
30	17	37	v	3	f							

VIII. Bolygók heliocentrikus ekliptikai

DÁTUM	MERKUR		VÉNUSZ		FÖLD	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	0,001°-ban
I. 8	247,7	-2,4	233,9	+1,3	107,3	-3
18	275,4	-5,2	249,8	+0,4	117,4	-3
28	305,7	-6,9	265,7	-0,6	127,6	-2
II. 7	342,9	-6,3	281,5	-1,5	137,8	-2
17	32,7	-1,8	297,3	-2,2	147,9	-1
27	94,2	+5,1	313,1	-2,8	157,9	-1
III. 9	150,8	+6,8	328,9	-3,2	168,0	0
19	192,8	+4,0	344,8	-3,4	177,9	0
29	225,2	+0,3	0,7	-3,3	187,8	+1
IV. 8	253,3	-3,0	16,6	-2,9	197,7	+1
18	281,2	-5,6	32,6	-2,3	207,5	+2
28	312,5	-7,0	48,6	-1,6	217,2	+2
V. 8	351,9	-5,8	64,6	-0,7	226,9	+2
18	44,6	-0,4	80,8	+0,3	236,6	+3
28	106,8	+6,0	96,9	+1,2	246,2	+3
VI. 7	160,5	+6,5	113,1	+2,0	255,8	+3
17	200,0	+3,3	129,4	+2,7	265,3	+3
27	231,1	-0,4	145,6	+3,2	274,9	+3
VII. 7	258,9	-3,6	161,9	+3,4	284,4	+3
17	287,2	-6,0	178,1	+3,3	293,9	+3
27	319,7	-7,0	194,3	+3,0	303,5	+2
VIII. 6	1,4	-5,1	210,4	+2,4	313,1	+2
16	56,9	+1,1	226,4	+1,7	322,7	+2
26	118,9	+6,6	242,3	+0,8	332,3	+1
IX. 5	169,5	+6,0	258,2	-0,1	342,0	+1
15	206,8	+2,5	274,1	-1,0	351,7	0
25	236,9	-1,1	289,9	-1,9	1,5	0
X. 5	264,5	-4,2	305,7	-2,6	11,3	-1
15	293,3	-6,4	321,5	-3,1	21,2	-1
25	327,2	-6,9	337,3	-3,4	31,1	-2
XI. 4	11,5	-4,2	353,2	-3,4	41,1	-2
14	69,6	+2,6	9,1	-3,1	51,1	-3
24	130,4	+7,0	25,1	-2,6	61,2	-3
XII. 4	177,9	+5,4	41,1	-2,0	71,4	-3
14	213,3	+1,8	57,1	-1,1	81,5	-3
24	242,5	-1,8	73,2	-0,2	91,7	-3

λ : ekliptikai hosszúság; β : ekliptikai szélesség

koordinátái 0^h világdőkor

DÁTUM	MARS		JUPITER		SZATURNUSZ	
	λ	β	λ	β	λ	β
	°	°	°	°	°	°
I. 8	220,7	+0,3	289,5	-0,2	77,9	-1,4
18	225,6	+0,1	290,3	-0,2	78,3	-1,4
28	230,6	-0,0	291,2	-0,3	78,6	-1,4
II. 7	235,7	-0,2	292,0	-0,3	79,0	-1,4
17	240,9	-0,4	292,9	-0,3	79,4	-1,4
27	246,2	-0,5	293,7	-0,3	79,7	-1,4
III. 9	251,6	-0,7	294,6	-0,3	80,1	-1,4
19	257,0	-0,9	295,4	-0,3	80,5	-1,3
29	262,6	-1,0	296,3	-0,4	80,9	-1,3
IV. 8	268,2	-1,2	297,1	-0,4	81,2	-1,3
18	274,0	-1,3	298,0	-0,4	81,6	-1,3
28	279,8	-1,4	298,8	-0,4	82,0	-1,3
V. 8	285,8	-1,5	299,7	-0,4	82,4	-1,3
18	291,8	-1,6	300,5	-0,5	82,7	-1,3
28	297,9	-1,7	301,4	-0,5	83,1	-1,2
VI. 7	304,0	-1,8	302,3	-0,5	83,5	-1,2
17	310,3	-1,8	303,1	-0,5	83,9	-1,2
27	316,5	-1,8	304,0	-0,5	84,2	-1,2
VII. 7	322,8	-1,8	304,8	-0,5	84,6	-1,2
17	329,2	-1,8	305,7	-0,6	85,0	-1,2
27	335,5	-1,8	306,6	-0,6	85,3	-1,2
VIII. 6	341,9	-1,7	307,4	-0,6	85,7	-1,1
16	348,2	-1,6	308,3	-0,6	86,1	-1,1
26	354,5	-1,5	309,2	-0,6	86,5	-1,1
IX. 5	0,8	-1,4	310,0	-0,7	86,8	-1,1
15	7,0	-1,2	310,9	-0,7	87,2	-1,1
25	13,2	-1,1	311,8	-0,7	87,6	-1,1
X. 5	19,2	-0,9	312,6	-0,7	88,0	-1,1
15	25,2	-0,7	313,5	-0,7	88,3	-1,0
25	31,2	-0,6	314,4	-0,7	88,7	-1,0
XI. 4	37,0	-0,4	315,3	-0,8	89,1	-1,0
14	42,7	-0,2	316,1	-0,8	89,5	-1,0
24	48,4	0,0	317,0	-0,8	89,8	-1,0
XII. 4	53,9	+0,2	317,9	-0,8	90,2	-1,0
14	59,4	+0,3	318,8	-0,8	90,6	-1,0
24	64,7	+0,5	319,7	-0,8	90,9	-0,9

IX. NAGY NAPKITÖRÉSEK

Dátum	Kezdet	Tartam	McMath szám	Heliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma	
				B	LCM			
	h m	m		°	°			
1969. II.	2	05 08	23	9911	+09	-73	2B	4
	20	06 19	25	9946	+15	-38	2B	5
	24	23 06	57	46	+12	+32	2B	6
	25	09 03	70	46	+13	+37	2B	10
	26	04 19	51	46	+13	+46	2B	3
	27	13 52	79	46	+13	+65	2B	8
III.	2	02 52	30	9957	-26	+05	2B	6
	12	17 38	29	9966	+12	+80	2B	5
	12	22 22	19	66	+14	+74	2B	5
	21	01 41	109	9994	+19	-18	2N	6
	21	13 07	43	94	+19	-09	2N	9
	23	07 49	104	94	+19	+08	2N	4
	27	13 23	61	94	+21	+68	2B	8
IV.	2	18 17	79	10011	+26	+22	2F	4
	21	09 09	74	10035	+23	+27	2N	9
	21	20 05	58	35	+24	+32	3B	5
	23	03 13	79	35	+22	+51	2N	6
	24	03 08	84	35	+23	+64	2N	8
	26	22 58	59	10057	+08	-38	2N	5
V.	5	09 27	55	57	+08	+72	2N	3
	12	05 31	73	10088	+15	-40	2N	5
	12	06 55	35	88	+14	-37	2N	4
	19	05 35	61	10109	+08	-72	2N	5
	22	08 22	36	09	+13	-68	2F	3
	22	19 00	31	09	+12	-40	2B	4
	25	12 51	29	09	+08	+11	2B	2
VI.	5	09 53	58	10134	+12	-63	3B	6
	5	14 46	101	34	+10	-57	2B	4
	5	15 43	145	34	+08	-53	2B	2
	6	07 35	25	34	+11	-62	2N	3
	6	09 50	52	10135	-16	-54	2N	4
	6	16 04	40	10130	+10	-12	2B	9
	11	16 16	68	34	+10	+20	2B	12
	13	15 50	138	10146	-24	-69	2B	6
	14	20 38	183	35	-11	+65	2B	4

(H_x-FLEREK)

Dátum	Kezdet	Tartam	McMath szám	Heliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma
				B	L _{CM}		
	h m	m		°	°		
1969. VI. 23	02 49	25	10148	+13	+44	2N	4
VII. 5	12 26	45	10181	-14	-15	2F	2
29	08 28	93	10230	+09	-35	2N	7
IX. 7	03 34	24	10289	+05	+74	2B	3
15	12 31	74	10309	-18	+02	2B	4
21	13 13	16	10317	-05	+57	2F	2
25	06 53	114	10326	+13	+15	3N	12
27	03 47	109	10333	+09	-02	3B	4
X. 14	05 39	46	10352	+25	+71	2N	5
21	03 58	38	10383	+21	-22	2F	3
24	07 35	91	10385	+10	-27	2N	12
24	21 12	22	85	+15	-15	2N	4
27	14 32	10	10397	+18	-67	2B	8
30	09 27	42	85	+08	+57	2N	9
XI. 4	21 20	50	10411	+07	-75	2B	6
5	17 50	39	10412	+25	-60	2B	4
7	03 22	81	10406	+14	-11	2N	3
18	16 35	66	10432	+14	-40	2B	3
19	05 30	38	32	+14	-33	2N	5
19	08 10	28	32	+13	-33	2B	5
20	09 36	67	32	+08	-12	2N	7
20	16 20	49	32	+07	-08	2B	5
21	21 19	60	32	+09	+03	2B	5
21	23 06	36	32	+06	+10	2B	5
22	21 17	60	32	+10	+14	2B	5
24	09 17	52	32	+15	+31	2N	11
25	22 20	59	32	+07	+57	2N	4
26	08 52	41	32	+15	+67	2N	5
27	19 28	47	32	+18	+83	2B	3
XII. 5	01 49	52	10448	+14	+63	2N	4
6	16 08	50	10459	+21	-11	2F	4
17	00 32	138	10477	+10	-38	2N	5

IX. NAGY NAPKITÖRÉSEK

Dátum	Kezdet	Tartam	McMath szám	Heliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma		
				B	LCM				
		h m	m		°	°			
1970.	I.	2	05 26	144	10512	+20	-54	2B	3
		28	06 12	34	10542	-15	+25	2B	6
		28	19 13	67	42	-14	+33	2B	4
		29	01 58	47	42	-20	+30	2N	3
		31	15 11	117	42	-23	+63	2B	6
	II.	9	06 15	44	10568	+19	-21	2N	6
		11	07 03	84	68	+18	+06	2B	8
		11	21 10	141	68	+18	+13	2B	6
		16	02 02	68	10567	-13	+82	2N	5
		20	09 44	65	10584	-18	-32	2B	8
	III.	1	11 27	34	10595	+13	+31	2B	3
		1	19 55	94	95	+16	+38	2B	2
		2	13 39	32	10607	+08	-36	2B	3
		7	01 38	113	10614	-12	-10	2B	6
		7	16 01	36	10618	-14	-45	2N	4
		12	03 06	38	18	-14	+46	2N	5
		12	06 38	88	10617	+23	+28	2N	4
		21	00 31	143	10641	+18	-67	2F	6
		22	00 01	87	41	+15	-55	2N	5
		23	00 18	35	41	+15	-31	2N	3
		23	03 17	127	41	+15	-42	2N	2
		26	20 05	61	10652	+06	-66	2N	3
		29	00 32	84	41	+13	+37	2B	6
	31	17 53	68	10654	-12	-45	2B	4	
	IV.	6	12 33	79	10669	-13	-38	2N	7
15		04 04	74	10670	+13	+86	2B	4	
V.	4	22 22	227+	10722	+32	-09	2F	3	
	8	06 58	62	10725	+14	-23	2B	11	
	14	22 14	55	10740	-08	+03	2N	3	
	30	02 21	174	10760	-08	+33	2B	8	
VI.	2	06 22	39	60	-08	+76	2N	9	

(H_α-FLEREK)

Dátum		Kezdet	Tartam	McMath szám	Heliografikus koordináták		Imp.	Észl. obsz. száma
					B	LCM		
		h m	m		°	°		
1970.	VI. 14	02 32	56	10781	+19	+01	2F	5
	14	05 04	53	10789	+19	-42	3B	8
	14	12 22	58	89	+18	-37	2N	3
	14	13 21	50	89	+21	-42	2B	11
	15	13 16	54	81	+15	-04	2B	12
	16	05 42	24	89	+17	-13	2N	10
	25	07 11	113	10798	-06	+26	2N	13
	25	18 33	67	10801	+10	-11	2B	3
	VII. 20	11 09	89	10845	+09	-55	2B	5
	22	00 20	64	45	+09	-32	2B	5
	23	18 35	66	45	+09	-09	2B	6
	VIII. 1	10 24	101	10851	+06	+43	2B	11
	IX. 27	21 15	83	10959	+15	+19	2N	5
	X. 6	00 15	124	10971	-10	-07	2N	6
	24	04 52	69	11002	+17	-75	2N	8
	28	12 37	60	02	+21	-21	2B	12
	30	23 29	42	02	+15	+30	2B	4
	XI. 5	03 08	251	11019	-13	-36	3B	12
	15	17 53	70	11029	+16	+18	2B	3
	16	00 42	106	29	+16	+22	2B	7
16	09 24	85	29	+15	+27	2N	11	
17	07 31	129	29	+16	+38	2B	7	
18	01 35	91	29	+15	+52	2B	4	
XII. 4	09 54	20	11073	+21	-90	3N	6	
1971.	I. 16	08 05	156	11128	+19	-66	2N	6
24	22 15	309	28	+19	+50	3B	7	
II. 3	15 22	66	11145	-08	-33	2B	4	
5	22 21	58	45	-09	-02	2N	3	
IV. 20	05 13	59	11256	+20	+20	2B	10	
V. 12	01 31	81	11294	+12	+70	2N	5	
20	06 04	102	11313	+04	+41	2N	13	
VII. 7	05 33	47	11415	-07	-51	2N	9	
VIII. 6	11 07	38	11455	-07	-06	2N	10	
30	20 29	32	11482	-10	+87	2N	3	

X. A legfényesebb

Csillag	FK4	m	RA		D	Spektrál típus	Paral- laxis	A legfeltűnőbb csillagok neve
			1973,0					
		magn.	h	m	"			
Andromeda								
α	1	2,1	0 07,0	+28 56	A0p	0,024		
β	42	2,4	1 08,2	+35 29	M0	0,043		
γ^1	73	2,3	2 02,2	+42 12	K0	—		
Aquila								
α	745	0,9	19 49,5	+ 8 48	A5	0,194	Altair	
Aries								
α	74	2,2	2 05,6	+23 20	K2	0,043		
Auriga								
α	193	0,2	5 14,7	+45 58	G0	0,073	Capella	
β	227	2,1	5 57,5	+44 57	A0p	0,037		
Bootes								
α	526	0,2	14 14,4	+19 19	K0	0,090	Arcturus	
Canis Maior								
α	257	-1,6	6 44,0	-16 41	A0	0,374	Sirius	
β	243	2,0	6 21,5	-17 56	B1	0,014		
δ	273	2,0	7 07,3	-26 21	F8p	—		
ϵ	268	1,6	6 57,6	-28 56	B1	—		
Canis Minor								
α	291	0,5	7 37,9	+ 5 18	F5	0,283	Procyon	
Carina								
α	245	-0,9	6 23,4	-52 41	F0	0,017	Canopus	
β	348	1,8	9 12,9	-69 36	A0	0,038		
ϵ	315	1,7	8 22,0	-59 25	K0, B	—		
ι	351	2,2	9 16,4	-59 10	F0	0,011		
Cassiopeia								
α	21	2,3	0 39,0	+56 23	K0	—		
β	2	2,4	0 07,7	+59 00	F5	0,072		
γ	32	var.	0 55,1	+60 34	B0p	—		

csillagok

Csillag	FK4	m magn.	RA		D		Spektrál típus	Paral- laxis "	A legfeltűnőbb csillagok neve
			1973,0						
			h	m	°	'			
Centaurus									
α	538	0,1	14 37,8	—60 43	G0	0,754			
β	518	0,9	14 01,9	—60 15	B1	—			
γ	(476)	2,4	12 40,0	—48 49	A0	0,010			
θ	520	2,3	14 05,1	—36 14	K0	0,059			
Cetus									
β	22	2,2	0 42,2	—18 08	K0	0,053			
Corona Borealis									
α	578	2,3	15 33,5	+26 48	A0	0,043			
Crux									
α^1	462	1,6	12 25,1	—62 57	B1	—			
β	481	1,5	12 46,1	—59 32	B1	—			
γ	468	1,6	12 29,7	—56 58	M3	—			
Cygnus									
α	777	1,3	20 40,5	+45 11	A2p	—		Deneb	
γ	765	2,3	20 21,3	+40 10	F8p	—			
Draco									
γ	676	2,4	17 56,0	+51 29	K5	0,020			
Eridanus									
α	54	0,6	1 36,7	—57 22	B5	0,023			
Gemini									
α	287	1,6	7 32,9	+31 57	A0	0,066		Castor	
β	295	1,2	7 43,7	+28 06	K0	0,093		Pollux	
γ	251	1,9	6 36,2	+16 25	A0	0,036			
Grus									
α	829	2,2	22 06,5	—47 06	B5	0,051			
β	856	2,2	22 41,1	—47 02	M3	—			

X. A legfényesebb

Csillag	FK4	m magn.	RA		D		Spektrál típus	Paral- laxis "	A legféltűnőbb csillagok neve
			1973,0		h	m			
Hydra									
α	354	2,2	9 26,3	—	8 32	K2	0,017		
Leo									
α	380	1,3	10 06,9	+	12 06	B8	0,039	Regulus	
β	444	2,2	11 47,7	+	14 43	A2	0,076		
Lyra									
α	699	0,1	18 36,0	+	38 45	A0	0,123	Vega	
Ophiuchus									
α	656	2,1	17 33,7	+	12 35	A5	0,056		
Orion									
α	224	var.	5 53,7	+	7 24	M0	—	Betelgeuse Rigel	
β	194	0,3	5 13,2	—	8 14	B8p	—		
γ	201	1,7	5 23,7	+	6 20	B2	0,026		
δ	206	2,5	5 30,6	—	0 19	B0	—		
ζ		2,0	5 39,4	—	1 57	B0	0,022		
κ	220	2,2	5 46,5	—	9 41	B0	—		
Pavo									
α	764	2,1	20 23,5	—	56 49	B3	—		
Pegasus									
ϵ	815	2,5	21 42,9	+	9 45	K0	—		
Perseus									
α	120	1,9	3 22,4	+	49 46	F5	—	Algol	
β	111	var.	3 06,4	+	40 51	B8	0,037		
Phoenix									
α	12	2,4	0 25,0	—	42 27	K0	0,035		
Piscis Austrinus									
α	867	1,3	22 56,2	—	29 46	A3	0,144	Fomalhaut	
Puppis									
ζ	306	2,3	8 02,6	—	39 55	Od	—		

csillagok

Csillag	FK4	m	RA	D	Spektrál típus	Paral- laxis	A legfeltűnőbb csillagok neve
			1973,0			"	
		magn.	h m	° '		"	
Sagittarius							
ϵ	689	1,9	18 22,4	-34 24	A0	0,015	
σ	706	2,1	18 53,6	-26 20	B3	—	
Scorpius							
α	616	1,2	16 27,7	-26 22	M0, A3	0,019	Antares
δ	594	2,5	15 58,7	-22 33	B0	0,046	
ϵ	628	2,4	16 48,4	-34 15	K0	0,049	
ϑ	654	2,0	17 35,4	-42 59	F0	0,020	
κ	660	2,5	17 40,6	-39 01	B2	—	
λ	652	1,7	17 31,8	-37 05	B2	—	
Taurus							
α	168	1,1	4 34,4	+16 27	K5	0,048	Aldebaran
β	202	1,8	5 24,6	+28 35	B8	0,019	
Triangulum Australe							
α	625	1,9	16 45,8	-68 59	K2	0,024	
Ursa Maior							
α	417	1,9	11 02,1	+61 54	K0	0,031	
β	416	2,4	11 00,2	+56 32	A0	0,042	
γ	447	2,5	11 52,4	+53 51	A0	0,020	
ϵ	483	1,7	12 52,8	+56 06	A0p	—	
ζ	497	2,4	13 22,8	+55 04	A2p	0,037	Mizar
η	509	1,9	13 46,5	+49 27	B3	0,029	
Ursa Minor							
α	907	2,1	2 05,8	+89 08	F8		Polaris
β	550	2,2	14 50,8	+74 16	K5	0,031	
Vela							
γ	309	1,9	8 08,7	-47 15	Oap	—	
δ	(330)	2,0	8 44,0	-54 37	A0	0,043	
λ	345	2,2	9 07,0	-43 19	K5	0,015	
Virgo							
α	498	1,2	13 23,8	-11 01	B2	0,019	

XI. A legközelebbi

Név	m	Spektrál típus	RA	D	Évi saját mozgás	Parallaxis	Távolság	Relatív sebesség
			1970					
	magn.		h m	° ′	″	″	fényév	km/sec
α Cen A	0,1	G2	14 37	-60 43	3,7	0,760	4,3	32
B	1,5	K5						
C	11,0	M5e	14 27	-62 33				
Barnard	0 0 9,5	M5	17 56	+04 36	10,3	0,552	5,9	140
Wolf 359	13,5	M6e	10 55	+07 13	4,8	0,431	7,6	55
Lal.21185	0 0 7,5	M2	11 02	+36 10	4,8	0,402	8,1	103.
Sirius A	-1,5	A1	06 44	-16 41	1,3	0,377	8,6	18
B	7,2	d!						
Luy.726—8A	12,5	M6e	01 37	-18 07	3,4	0 365	8,9	52
B	13,0	M6e						
Ross 154	10,6	M5e	18 48	-23 51	0,7	0,345	9,4	12
Ross 248	12,2	M6e	23 40	+44 01	1,8	0,317	10,3	86
ϵ Eri	3,7	K2	03 32	-09 34	1,0	0,305	10,7	22
Luy.789—6	12,2	M6	22 37	-15 31	3,3	0,302	10,8	79
Ross 128	11,1	M5	11 46	+01 01	1,4	0,301	10,8	26
61 Cyg A	5,2	K5	21 06	+38 36	5,2	0,292	11,2	106
B	0 0 6,0	K7						
ϵ Ind	4,7	K5	22 02	-56 55	4,7	0,291	11,2	86
Procyon A	0,3	F5	07 38	+05 18	1,3	0,287	11,4	21
B	10,8	d!						
Σ 2398 A	8,9	M3,5	18 42	+59 35	2,3	0,284	11,5	39
B	9,7	M4						
Groom.34 A	8,1	M1	00 17	+43 51	2,9	0,282	11,6	52
B	11,0	M6						
Lacaille 9352	7,4	M2	23 04	-36 02	6,9	0,279	11,7	117
τ Ceti	3,5	G8	01 43	-16 06	1,9	0,273	11,9	37
BD+5°1668	0 0 9,8	M4	07 26	+05 28	3,7	0,266	12,2	71
Lacaille 8760	6,7	M1	21 15	-39 00	3,5	0,260	12,5	67
Kapteyn	8,8	M0	05 11	-45 00	8,8	0,256	12,7	292

csillagok

Név	m	Spektrál típus	RA	D	Évi saját mozgás	Parallaxis	Távolság	Relatív sebesség
			1970					
	magn.		h m	" "	" "	fényév	km/sec	
Kruger 60 A	9,7	M4	22 27	+57 33	0,9	0,254	12,8	31
B	11,2	M6						
Ross 614 A	11,3	M5e	06 28	-02 48	1,0	0,249	13,1	30
B	14,8							
BD-12°4523	10,0	M5	16 29	-12 35	1,2	0,249	13,1	38
van Maanen	12,4	d!F	00 47	+05 16	3,0	0,234	13,9	270
Wolf 424 A	12,6	M6e	12 32	+09 12	1,9	0,229	14,2	39
B	12,6	M6e						
CD-37°15492	8,6	M3	00 03	-37 30	6,1	0,225	14,5	130
Groom.1618	6,6	M0	10 09	+49 36	1,5	0,217	15,0	40
CD-46°11540	9,4	M4	17 27	-46 53	1,2	0,216	15,1	
CD-49°13515	8,7	M3	21 31	-49 08	0,8	0,214	15,2	
CD-44°11909	11,2	M5	17 36	-44 17	1,1	0,213	15,3	
Luy.1159-16	12,3	(M7)	01 58	+12 57	2,1	0,212	15,4	
l al.25372	8,5	M3,5	13 44	+15 04	2,3	0,208	15,7	55
A0e 17415-6 0	9,1	M3,5	17 37	+68 22	1,3	0,207	15,7	34
CC 658	11,0	d!	11 44	-64 39	2,7	0,206	15,8	
Ross 780	10,2	M5	22 51	-14 25	1,2	0,206	15,8	28
α ² Eri A	4,4	K0	04 14	-07 42	4,1	0,205	15,9	104
B	9,9	d!A						
C	11,2	M4e						
BD+20°2465 0	9,4	M4,5	10 18	+20 01	0,5	0,202	16,1	15
Altair	0,8	A7	19 49	+08 47	0,7	0,196	16,6	31
70 Oph. A	4,2	K1	18 04	+02 31	1,1	0,195	16,7	29
B	6,0	K6						
AC +79°3888	11,0	M4	11 45	+78 50	0,9	0,194	16,8	121
BD+43°4305 0	10,1	M5e	22 46	+44 11	0,8	0,193	16,9	21
Stein 2051 A	11,1	(M5)	04 29	+58 56	2,4	0,192	17,0	
B	12,4	d!						

XII. EXTRAGALAKTIKUS

S	NGC (IC)	RA	D	m _g	m _s	S	NGC (IC)	RA	D	m _g	m _s
		1950						1950			
		h m	°	magn.				h m	°	magn.	
<i>1885</i>						<i>1938</i>					
A 8	224	00 40	+41,0	4	6	A 11	—	02 35	+34,2	14	15
<i>1895</i>						<i>1939</i>					
A 3	4424	12 25	+09,7	13	13	A 1	4636	12 40	+03,0	12	12
B 6	5253	13 37	-31,4	11	8	B 5	4621	12 40	+11,9	11	12
<i>1901</i>						C 7	6946	20 34	+60,0	11	13
A 1	2535	08 08	+25,3	14	15	D 11	—	00 55	-05,3	15	16
B 3	4321	12 20	+16,1	11	16	<i>1940</i>					
<i>1907</i>						A 2	5907	15 15	+56,5	11	14
A 5	4674	12 43	-08,4	15	14	B 5	4725	12 48	+25,8	10	13
<i>1909</i>						C 4	<i>1099</i>	15 06	+56,7	15	16
A 2	5457	14 02	+54,6	9	12	D 7	4545	12 32	+63,8	13	15
<i>1912</i>						E 11	253	00 45	-25,6	7	14
A 2	2841	09 19	+51,2	10	13	<i>1941</i>					
<i>1914</i>						A 2	4559	12 33	+28,2	11	13
A 2	4321	12 20	+16,1	11	16	B 3	3254	10 27	+29,8	12	15
<i>1915</i>						C 4	4136	12 07	+30,2	12	17
A 3	4527	12 32	+02,9	12	16	<i>1945</i>					
<i>1917</i>						A 2	5195	13 28	+47,5	11	14
A 7	6946	20 34	+60,0	11	15	<i>1946</i>					
<i>1919</i>						A 5	3977	11 54	+55,7	15	18
A 2	4486	12 28	+12,7	10	12	B 5	4632	12 40	+00,2	13	16
<i>1920</i>						<i>1947</i>					
A 1	2608	08 32	+28,7	13	12	A 3	3177	10 14	+21,4	13	17
<i>1921</i>						<i>1948</i>					
A 3	4038	11 59	-18,6	11		A 3	4699	12 47	-08,4	11	17
B 4	3184	10 15	+41,7	10	14	B 6	6946	20 34	+60,0	11	15
C 12	3184	10 15	+41,7	10	11	<i>1950</i>					
<i>1923</i>						A 2	<i>4051</i>	12 59	+28,3	15	18
A 5	5236	13 34	-29,6	8	14	B 3	5236	13 34	-29,6	8	15
<i>1926</i>						C 5	5033	13 11	+36,9	11	18
A 5	4303	12 19	+04,8	11	14	D 3	—	08 40	+18,4	17	17
B 6	6181	16 30	+19,9	13	15	E 4	—	10 18	+13,6	16	18
<i>1934</i>						<i>1951</i>					
A 10	<i>4719</i>	18 29	-56,8	14	14	A 8	—	21 53	-04,5	16	17
<i>1936</i>						<i>1952</i>					
A 1	4273	12 17	+05,6	12	14	A 9	—	01 50	+36,4	14	19
B 9	—	01 18	+15,4	16	14	B 6	—	09 23	+29,7	16	18
<i>1937</i>						C 1	—	12 58	-03,1	18	19
A 1	4157	12 09	+50,8	12	16	D 4	—	11 15	-02,8	17	20
B 8	—	22 08	-22,9	15	15	E 4	—	13 07	-03,2	18	20
C 8	<i>4182</i>	13 04	+37,9	14	8	<i>1953</i>					
D 9	1003	02 36	+40,7	12	13	A 4	3561	11 09	+29,0	16	16
E 12	1482	03 52	-20,7	14	15	B 5	—	16 19	+40,2	15	18
F 12	3184	10 15	+41,7	10	14	C 7	—	18 27	+48,2	15	19

SZUPERNOVÁK

S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _r	S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _r
		1950		1950						1950					
		h	m	°		magn.				h	m	°		magn.	
<i>1953</i>															
D 3	3200	10	16	-17,7	13	20		C 6	—	13	09	+03,7	15	14	
E 12	—	23	31	+29,8	15	20		D 7	7331	22	35	+34,2	10	13	
F 12	—	23	35	+31,7	14	19		E 8	4321	12	20	+16,1	11	18	
G 2	—	10	56	+50,5	16	17		F 12	—	02	47	-00,7	15	19	
H 3	—	11	01	+50,1	20	17		<i>1960</i>							
<i>1954</i>															
A 4	4214	12	13	+36,6	10	10		A 1	—	02	33	+01,9	17	16	
B 4	5668	14	31	+04,7	13	12		B 2	—	12	32	+09,3	15	16	
C 10	5879	15	08	+57,2	12	15		C 2	—	12	05	+17,3	15	17	
D 9	—	00	30	+31,4	15	17		D 3	—	08	17	+21,0	16	16	
E 9	753	01	55	+35,7	13	19		E 3	—	12	15	+48,2	18	17	
F 8	—	00	19	+26,2	16	19		F 4	4496	12	29	+04,2	13	12	
G 3	—	12	33	-19,0	18	17		G 4	—	11	29	+18,7	16	18	
H 5	—	13	08	-07,4	15	17		H 6	4096	12	03	+47,8	12	15	
I 1	—	11	12	-20,6	18	17		I 6	—	12	25	+48,6	15	19	
J 10	2403	07	32	+65,7	9	16		J 6	4375	12	23	+28,8	14	19	
<i>1955</i>															
A 4	4157	12	09	+50,8	12	16		K 6	—	22	37	+34,1	15	19	
B 10	—	01	05	-13,5	16	16		L 8	7177	21	58	+17,5	12	16	
C 10	23	00	07	+25,7	13	16		M 9	2565	08	17	+22,2	14	16	
D 11	—	00	50	-16,7	15	16		N 10	—	08	23	+21,6	16	17	
E 5	4335	12	21	+58,7	14	16		O 11	—	23	34	+27,7	17	19	
F 4	—	12	01	+02,0	15	20		P 11	—	01	03	+31,1	16	18	
<i>1956</i>															
A 3	3992	11	55	+53,7	11	12		Q 12	—	01	33	-05,8	19	18	
B 4	4782	12	52	-12,3	13	19		R 12	4382	12	23	+18,5	10	12	
C 2	—	12	41	+04,1	17	18		<i>1961</i>							
D 2	850	13	05	-00,6	15	19		A 1	—	02	42	+00,6	16	19	
E 2	—	11	29	-15,9	18	20		B 1	2363	08	23	+19,6	15	19	
<i>1957</i>															
A 3	2841	09	19	+51,2	11	14		C 1	—	02	12	+40,9	16	18	
B 5	4374	12	23	+13,2	11	13		D 1	—	12	48	+28,1	15	17	
C 10	1365	03	32	-36,3	11	17		E 1	—	15	15	+05,2	16	17	
D 12	5236	13	34	-29,6	8	15		F 2	3003	09	46	+33,7	12	13	
<i>1958</i>															
A 8	—	15	59	+19,9	18	19		G 4	—	10	20	+21,5	16	18	
B 12	—	02	35	+01,1	16	18		H 5	4564	12	34	+11,7	12	11	
C 4	—	12	55	-30,3	18	20		I 6	4303	12	19	+04,8	11	13	
D 4	—	11	51	-30,5	16	20		J 6	—	16	10	+29,7	20	16	
<i>1959</i>															
A 1	1350	03	29	-33,8	12	16		K 5	—	12	01	+16,8	15	16	
B 2	4921	12	59	+28,1	14	19		L 7	3221	10	20	+21,8	14	18	
								M 8	—	01	07	+32,1	14	17	
								N 9	5342	23	36	+26,7	15	17	
								O 9	—	02	24	+43,4	17	17	
								P 9	—	02	33	+37,4	13	14	
								Q 11	550	01	24	+01,8	14	17	
								R 10	—	01	07	+32,6	16	17	

XII. EXTRAGALAKTIKUS

S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _s	S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _s
		1950								1950					
		h	m	°		magn.				h	m	°		magn.	
<i>1961</i>								<i>1963</i>							
S 11	—	10	18	+22,0	16	18		U12	—	09	50	+36,3	15	15	
T 11	—	09	36	+33,7	20	18		V 9	—	02	32	-06,3	17	16	
U 12	3938	11	50	+44,4	11	14		W 8	—	02	28	+43,7	17	17	
V 12	1058	02	40	+37,1	12	12		<i>1964</i>							
<i>1962</i>								A 2	3631	11	18	+53,5	11	17	
A 1	—	13	04	+28,1	16	16		B 2	—	03	15	+40,2	16	17	
B 1	—	15	21	+30,0	15	17		C 2	—	16	04	+17,6	17	17	
C 1	—	16	03	+17,7	19	18		D 2	4887	12	58	-14,4	15	17	
D 2	—	10	31	-27,7	17	16		E 3	—	11	57	+53,0	15	13	
E 2	—	11	13	+26,2	16	18		F 6	4303	12	19	+04,8	11	14	
F 5	—	08	15	+21,8	15	17		G 5	—	16	22	+39,3	16	16	
G 5	—	15	26	+29,2	17	19		H 6	7292	22	26	+30,1	13	15	
H 6	4237	13	22	-20,9	14	13		I 9	—	16	21	+41,3	18	18	
I 5	—	13	01	+27,8	19	18		J 10	—	00	34	-10,2	15	17	
J 9	6835	19	52	-12,7	13	14		K 11	—	23	12	+07,4	16	18	
K 9	1090	02	44	-00,5	13	18		L 12	3938	11	50	+44,4	11	13	
L 12	1073	02	41	+01,2	13	14		M 12	—	10	25	+20,7	16	18	
M 11	1313	03	18	-66,7	11	12		N 9	—	02	24	+29,6	16	16	
N 12	—	15	19	+26,5	16	17		<i>1965</i>							
O 11	—	03	21	+39,9	19	20		A 1	4410	12	24	+09,3	14	16	
P 9	1654	04	43	-02,2	14	15		B 1	—	12	48	-14,1	14	16	
Q 2	2276	07	11	+85,9	12	17		C 1	—	11	41	+18,8	16	18	
<i>1963</i>								D 2	—	10	37	-27,7	15	14	
A 1	—	15	25	+26,6	18	18		E 3	—	09	47	+34,7	17	16	
B 1	—	15	09	+05,4	15	17		F 3	—	16	08	+19,2	17	18	
C 1	—	12	55	+28,2	15	16		G 3	4162	12	09	+24,4	13	14	
D 1	4146	12	08	+26,7	14	16		H 5	4666	12	43	-00,2	12	14	
E 1	1703	01	24	-01,9	15	17		I 6	4753	12	50	-00,9	12	14	
F 3	—	15	20	+28,0	18	18		J 8	1310	03	19	-37,3	15	18	
G 2	3112	12	15	+26,3	15	16		K 9	—	02	26	+31,3	15	16	
H 3	—	15	20	+05,6	15	19		L 9	3631	11	18	+53,5	11	16	
I 5	4178	12	10	+11,1	13	14		M 10	7606	23	17	-08,8	12	16	
J 5	3913	11	48	+55,6	14	14		N 12	3074	09	57	+35,6	15	16	
K 6	3656	11	21	+54,1	13	15		P 3	2599	08	29	+22,7	13	16	
L 6	—	02	45	+37,3	14	15		<i>1966</i>							
M 6	—	12	56	+28,3	16	16		A 1	—	09	12	+47,1	14	16	
N 6	536	01	24	+34,5	13	18		B 1	4688	12	45	+04,6	15	15	
O 8	5905	15	14	+55,7	14	16		C 1	—	16	28	+41,1	16	17	
P 9	1084	02	44	-07,8	11	14		D 6	—	11	34	+20,8	16	20	
Q 9	1195	16	04	+17,3	15	17		E 7	4189	12	11	+13,7	13	15	
R 10	—	02	33	+35,7	18	17		F 7	4453	12	26	+06,8	15	18	
S 12	—	01	21	+01,3	16	15		G 8	521	01	22	+01,5	13	16	
T 10	—	01	22	+33,8	18	18		H 9	—	01	18	+03,2	17	19	

SZUPERNOVÁK

S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _s	S	NGC (IC)	RA		D		m _g	m _s	
		1950		1950						1950						
		h m	°	magn.						h m	°	magn.				
<i>1966</i>								<i>1968</i>								
I 9	—	00 32	+30,1	17	16			Z 9	7768	23 48	+26,9	14	18			
J 11	3198	10 17	+45,8	11	13			<i>1969</i>								
K 12	—	11 16	+28,6	15	18			A 1	—	03 35	-36,4	16	17			
L 12	—	01 08	+33,6	16	18			B 1	3556	11 09	+55,9	11	16			
M 12	—	02 34	+37,9	17	19			C 2	3811	11 39	+48,0	13	14			
N 10	—	04 34	-03,1	16	15			D 2	—	05 15	+05,8	17	18			
<i>1967</i>								E 3	4526	12 32	+08,0	11	16			
A 1	—	01 14	+02,8	19	17			F 4	—	13 17	-16,9	16	16			
B 1	—	11 16	+04,1	19	15			G 4	—	12 31	+06,2	17	18			
C 1	3389	10 46	+12,8	12	13			H 6	4725	12 48	+25,8	10	15			
D 2	—	11 52	+20,3	16	20			I 6	—	15 56	+19,6	18	17			
E 2	—	02 23	+42,6	17	18			J 10	—	01 24	+31,4	15	17			
G 5	—	16 04	+18,5	18	20			K 11	—	23 38	+26,6	15	18			
H 6	4254	12 16	+14,7	10	15			L 12	1058	02 40	+37,1	12	13			
I 6	—	15 26	+28,8	17	19			M 12	—	03 27	+39,9	17	18			
J 11	—	01 08	+33,0	16	18			N 12	—	01 28	-01,2	19	16			
K 12	—	01 27	+33,6	16	15			O 9	—	01 04	+02,9	18	18			
<i>1968</i>								<i>1970</i>								
A 1	1275	03 17	+41,3	13	16			A 2	3476	12 30	+14,3	14	14			
B 2	4874	12 57	+28,2	14	17			B 3	—	10 50	+14,4	17	15			
C 2	—	10 58	+27,0	18	18			C 3	—	12 58	-06,2	15	16			
D 2	6946	20 34	+60,0	11	14			D 4	—	10 35	+11,0	15	17			
E 3	2713	08 55	+03,1	13	14			E 5	—	12 02	+52,2	18	19			
F 2	3834	11 41	+19,4	15	16			F 5	—	11 48	+53,3	17	19			
G 4	—	08 13	+20,6	18	17			G 7	5457	14 02	+54,6	9	11			
H 5	—	12 56	+27,4	17	17			H 8	—	22 20	+35,7	16	17			
I 4	4981	13 06	-06,5	12	14			I 9	—	23 15	+05,7	16	18			
J 5	—	14 04	+53,4	15	17			J 9	7619	23 18	+07,9	13	15			
K 5	—	16 01	+17,3	18	18			K 10	—	02 39	+36,3	17	19			
L 7	5236	13 34	-29,6	8	11			L 10	2968	09 40	+32,2	13	16			
M 7	—	23 19	+15,0	18	15			M 11	—	10 46	+14,3	17	17			
N 7	—	00 23	+29,8	16	19			N 8	—	01 02	-35,4	19	19			
O 8	—	00 22	+29,0	15	16			<i>1971</i>								
P 7	—	23 35	+26,5	17	17			A 1	—	11 16	+28,6	15	17			
Q 8	—	01 16	+04,7	19	19			B 1	—	11 50	+49,4	16	18			
R 8	—	01 27	-03,0	16	16			C 1	3904	11 47	-29,0	12	15			
S 9	—	21 42	+02,9	17	17			D 2	5861	15 06	-11,1	12	16			
T 10	—	16 25	+41,4	15	18			E 3	—	15 23	+26,6	17	18			
U 10	4183	12 11	+44,0	14	15			F 3	—	14 11	-32,4	16	17			
V 1	2276	07 11	+85,9	12	16			G 4	4165	12 10	+13,5	15	14			
W 3	2276	07 11	+85,9	12	17			H 4	—	11 18	+28,6	18	18			
X 11	4939	13 02	-10,1	12	16			I 6	5055	13 14	+42,3	10	12			
Y 12	—	01 30	+32,1	16	19			J 5	—	12 04	+14,1	19	18			

XIII. PULZÁROK

PSR	RA		D		l	b	Periódus	Periódus lassulás
	1950		°	′				
	h	m						
0031—07	00 32	—07 38	110,4	—69,8	0,94295079	0,40		
0254—54	02 54	—54	271	—55	0,448			
0301+19	03 02	+19 42	161	—33	1,39			
0329+54	03 29	+54 25	145,0	— 1,2	0,71451866	2,05		
0450—18	04 50	—18 04	217,1	—34,1	0,54893507			
0525+21	05 26	+21 57	183,9	— 6,9	3,74549152	39,95		
0531+21	05 32	+21 59	184,6	— 5,8	0,03309757	422,69		
0628—28	06 29	—28 34	237,0	—16,8	1,24441490	2,51		
0736—40	07 37	—40 35	254,2	— 9,2	0,37491832			
0740—28	07 41	—28 15	243,8	— 2,4	0,16675017			
0809+74	08 09	+74 38	140,0	+31,6	1,29224132	0,16		
0818—13	08 18	—13 41	235,9	+12,6	1,23812811			
0823+26	08 24	+26 47	197,0	+31,7	0,53065960	1,66		
0833—45	08 34	—45 00	263,6	— 2,8	0,08920930	125,26		
0834+06	08 34	+06 21	219,7	+26,3	1,27376354	6,80		
0835—40	08 36	—40	260	0	0,765			
0904+77	09 04	+77 40	135	+34	1,57905			
0940—56	09 41	—56	279	— 3	0,662			
0943+10	09 44	+10 05	225,4	+43,2	1,097707			
0950+08	09 51	+08 10	228,9	+43,7	0,25306504	0,23		
0959—54	10 00	—54 37	280,1	+ 0,3	1,436551			
1112+50	11 13	+50 18	155	+61	1,66			
1133+16	11 33	+16 08	241,9	+69,2	1,18791120	3,73		
1154—62	11 55	—62	297	0	0,400			
1237+25	12 37	+25 10	252,5	+86,5	1,38244861	0,96		
1240—63	12 40	—63 36	302,0	— 1,0	0,388			
1359—50	14 00	—50	314	+11	0,690			
1426—66	14 27	—66	312	— 6	0,788			
1449—65	14 49	—65	315	— 5	0,180			
1451—68	14 51	—68 32	313,9	— 8,6	0,26337676			
1508+55	15 08	+55 43	91,3	+52,3	0,73967790	5,04		

l : galaktikus hosszúság; b : galaktikus szélesség

XIII. PULZÁROK

PSR	RA		D		l	b	Periódus	Periódus lassulás
	1950		°	°				
	h m	°						
1530-53	15 30	-53 30	325,7	+ 1,9	1,368852			
1541+09	15 41	+09 38	17,8	+45,8	0,748442			
1604-00	16 05	-00 25	10,7	+35,5	0,42181607			
1642-03	16 42	-03 13	14,1	+26,1	0,38768879	1,78		
1706-16	17 07	-16 37	5,8	+13,7	0,65305047	6,37		
1727-47	17 28	-47 40	342,6	- 7,6	0,829683			
1747-46	17 48	-46 56	345,0	-10,2	0,742349			
1749-28	17 50	-28 06	1,5	- 1,0	0,56255317	8,15		
1818-04	18 18	-04 29	25,5	+ 4,7	0,59807264	6,32		
1845-01	18 45	-01 27	34	+ 2	0,659475			
1845-04	18 45	-04 06	28,9	- 1,0	0,59773452			
1857-26	18 58	-26 05	10,3	-13,5	0,6122083			
1858+03	18 59	+03 27	37,2	- 0,6	0,655444			
1911-04	19 11	-04 46	31,3	- 7,1	0,82593369	4,06		
1914+13	19 14	+13 50	48	+ 1	0,194635			
1919+21	19 20	+21 47	55,8	+ 3,5	1,33730110	1,35		
1929+10	19 30	+10 53	47,4	- 3,9	0,22651705	1,16		
1933+16	19 34	+16 10	52,4	- 2,1	0,35873543	6,00		
1944+17	19 45	+17 59	55,3	- 3,5	0,4406179			
1946+35	19 47	+35 25	70,6	+ 5,0	0,717306			
1953+29	19 53	+29 15	66	+ 1	0,426676			
2003+31	20 03	+31 30	69	0	2,111206			
2016+28	20 16	+28 31	68,1	- 4,0	0,55795341	0,15		
2020+28	20 21	+28 45	68,9	- 4,7	0,34340072			
2021+51	20 21	+51 45	87,9	+ 8,4	0,52919533	3,04		
2045-16	20 46	-16 28	30,5	-33,1	1,96156688	10,97		
2111+46	21 12	+46 27	89,0	- 1,3	1,01468455			
2154+40	21 55	+40 15	90,5	-11,5	1,5245			
2217+47	22 18	+47 40	98,4	- 7,6	0,53846739	2,76		
2303+30	23 04	+30 45	97,7	-26,6	1,57588443			
2319+60	23 20	+60 00	112,0	- 0,7	2,256483			

XIVa. Fedési változócsillagok ($D > -20^\circ$)

Csillag	RA		D		Fényesség		Periódus
	1950.0				max	min	
	h	m	°	'	magn.		d
YZ Cas	00	42,3	+74	43	5,6	6,0	4,4672
U Cep	00	57,8	+81	36	6,6	9,8	2,4930
RZ Cas	02	44,4	+69	26	6,5	8,0	1,1952
β Per	03	04,9	+40	46	2,2	3,5	2,8674
λ Tau	03	57,9	+12	21	3,8	4,2	3,9530
AG Per	04	03,7	+33	19	6,6	6,9	2,0287
HU Tau	04	35,3	+20	35	6,0	6,8	2,0563
ε Aur	04	58,4	+43	45	3,3	4,6	9898,5
ζ Aur	04	59,0	+41	00	4,4	5,0	972,176
AR Aur	05	15,0	+33	43	5,8	6,5	4,1347
VV Ori	05	31,0	-01	11	5,3	5,7	1,4854
RR Lyn	06	22,3	+56	19	5,6	6,0	9,9451
WW Aur	06	29,2	+32	30	5,7	6,4	2,5250
R CMa	07	17,2	-16	18	5,9	6,5	1,1359
TX UMa	10	42,4	+45	50	6,8	8,8	3,0632
ZZ Boo	13	53,9	+26	10	6,8	7,5	4,9917
δ Lib	14	58,3	-08	19	4,9	5,9	2,3274
i Boo	15	02,1	+47	51	5,9	6,5	0,2678
μ^1 Sco	16	48,5	-37	58	3,0	3,3	1,4403
U Dra	17	14,0	+01	16	5,8	6,5	1,6773
u Her	17	15,5	+33	09	4,6	5,4	2,0510
β Lyr	18	48,2	+33	18	3,3	4,2	12,9081
RS Vul	19	15,6	+22	21	6,9	7,9	4,4776
U Sge	19	16,6	+19	31	6,4	9,0	3,3806
V822 Aql	19	28,7	-02	13	6,9	7,3	2,6477
31 Cyg	20	12,1	+46	35	4,9	5,3	3803
32 Cyg	20	13,9	+47	34	5,3	5,6	1148
V367 Cyg	20	46,1	+39	06	6,9	7,6	18,5972
DV Aqr	20	55,9	-14	41	6,0	6,6	1,5755
GK Cep	21	30,4	+70	36	6,9	7,5	0,9363
EE Peg	21	37,6	+08	57	6,9	7,5	2,6282
VV Cep	21	55,2	+63	23	6,7	7,5	7430
AR Lac	22	06,6	+45	30	6,9	7,7	1,9832

XIVb. Mira típusú változócsillagok (D > -20°)

Csillag	RA		D		Fényesség		Periódus (Max. 1973-ban)*
	1950,0				max	min	
	h	m	°	'	magn.		d
R And	00	21,4	+38	18	6,1	14,9	409,0 (júl. k.)
W And	02	14,4	+44	04	6,7	14,5	396,7 (okt. k.)
o Cet	02	16,8	-03	12	2,0	10,1	331,6 (márc. v.) <i>MIRA</i>
R Tri	02	34,0	+34	03	5,5	12,6	266,4 (febr. v.)
U Ari	03	08,3	+14	37	5,4	13,4	371,1 (febr. e.)
R Aur	05	13,3	+53	32	6,7	13,7	458,4 (ápr. v.)
U Ori	05	52,9	+20	10	5,3	12,6	372,4 (aug. k.)
V Mon.	06	20,2	-02	10	6,0	13,7	334,7 (aug. v.)
R Gem	07	04,4	+22	47	6,0	14,0	369,6 (máj. k.)
S CMi	07	30,0	+08	26	7,0	13,2	332,2 (máj. k.)
R Cnc	08	13,8	+11	53	6,2	11,8	361,7 (jan. v.)
R LMi	09	42,6	+34	42	6,3	13,2	372,3 (júl. e.)
R Leo	09	44,9	+11	40	4,4	11,3	312,6 (jan. v., dec. e.)
R UMa	10	41,1	+69	02	6,7	13,4	301,8 (jan. v., nov. v.)
SS Vir	12	22,7	+01	03	6,0	9,6	354,7 (febr. k.)
T UMa	12	34,1	+59	46	6,6	13,4	256,7 (ápr. v.)
R Vir	12	35,9	+07	16	6,2	12,1	145,5**
S Vir	13	30,4	-06	56	6,3	13,2	377,9 (febr. e.)
RS Vir	14	24,8	+04	54	7,0	14,4	352,8 (jún. v.)
R Boo	14	35,0	+26	57	6,7	12,8	223,5 (jún. e.)
S CrB	15	19,4	+31	33	6,6	14,0	360,4 (febr. k.)
V CrB	15	47,7	+39	43	6,9	12,2	357,8 (nov. e.)
R Ser	15	48,4	+15	17	5,7	14,4	356,8 (nov. k.)
RU Her	16	08,1	+25	12	6,9	14,3	485,2 (nov. v.)
U Her	16	23,6	+19	00	6,5	13,4	405,4(-)
R Dra	16	32,5	+66	52	6,9	13,0	245,6 (máj. v.)
S Her	16	49,6	+15	02	7,0	13,8	307,6 (jan. v., nov. v.)
T Her	18	07,2	+31	01	6,8	13,6	165,0 (jún. e., nov. k.)
X Oph	18	35,9	+08	47	5,9	9,2	334,2 (máj. k.)
R Aql	19	03,9	+08	09	5,7	12,0	293,0 (ápr. v.)
R Cyg	19	35,5	+50	05	6,5	14,2	426,4 (nov. v.)
RT Cyg	19	42,2	+48	40	6,4	12,7	190,2 (febr. k., aug. v.)
γ Cyg	19	48,6	+32	47	3,3	14,2	406,8 (jan. k.)
U Cyg	20	18,0	+47	44	6,7	11,4	464,6 (márc. v.)
T Cep	21	08,9	+68	17	5,4	11,0	387,8 (máj. k.)
V Peg	21	58,5	+05	53	7,0	15,0	302,3 (márc. v.)
R Aqr	23	41,2	-15	34	5,8	11,5	386,9 (nov. v.)
R Cas	23	55,9	+51	07	5,5	13,0	431,0 (szept. k.)

* e. = eleje; k. = közepe; v. = vége; ** (febr. v., júl. k., dec. e.)

XIVc. Fényesebb változócsillagok

Csillag	RA	D	Fényesség		Periódus
	1950.0		max	min	
Cefeidák	h m	° ′	magn.		d
TU Cas	00 23,6	+51 00	6,9	8,0	2,1393
SU Cas	02 47,5	+68 41	5,7	6,1	1,9493
SZ Tau	04 34,3	+18 27	6,4	6,9	3,1489
T Mon	06 22,5	+07 07	5,6	6,4	27,0205
RT Aur	06 25,4	+30 32	5,1	5,8	3,7283
W Gem	06 32,1	+15 22	6,7	7,5	7,9141
z Gem	07 01,2	+20 39	3,6	4,1	10,1508
Y Oph	17 49,9	-06 08	5,8	6,3	17,1233
FF Aql	18 56,8	+17 18	5,2	5,6	4,4710
RR Lyr	19 23,9	+42 41	6,9	8,0	0,5668
U Aql	19 26,7	-07 09	6,0	6,8	7,0239
SU Cyg	19 42,8	+29 09	6,4	7,0	3,8457
η Aql	19 49,9	+00 52	3,5	4,3	7,1766
SV Vul	19 49,5	+27 20	6,6	7,8	45,035
S Sge	19 53,8	+16 30	5,2	6,0	8,3822
X Cyg	20 41,4	+35 24	5,8	6,9	16,3866
T Vul	20 49,3	+28 04	5,4	6,1	4,4356
DT Cyg	21 04,4	+30 59	5,6	6,0	2,4993
δ Cep	22 27,3	+58 10	3,5	4,3	5,3663
<i>Egyéb tip.</i>					
ρ Per	03 02,0	+38 39	3,3	4,0	33—55
α Ori	05 52,5	+07 24	0,4	1,3	2070
η Gem	06 11,9	+22 31	3,1	3,9	233
U Mon	07 28,4	-09 40	6,1	8,1	92,3
RY Dra	12 54,5	+66 16	5,6	8,0	172,5
R CrB	15 46,5	+28 19	5,8	> 14,8	—
α Sco	16 26,3	-26 19	0,9	1,8	1733
g Her	16 27,0	+41 59	4,6	6,0	70
α Her	17 12,4	+14 27	3,0	4,0	—
R Sct	18 44,8	-05 46	6,3	8,6	144
R Lyr	18 53,8	+43 53	4,0	5,0	46,0
μ Cep	21 42,0	+58 33	3,6 ⁿ	5,1	—
β Peg	23 01,3	+27 49	2,1 ⁿ	3,0	—
λ And	23 35,1	+46 11	4,9 ⁿ	5,3	54
R Aqr	23 41,2	-15 34	5,8	11,5	386,9
ρ Cas	23 51,9	+57 13	4,1	6,2	—

A táblázatokra vonatkozó legfontosabb tudnivalók

„RA” és „D”: az I., V., X., XI., XII., XIII. és XIV. táblázatokban rektaszencziót, ill. deklinációt jelent.

„m” ill. „fényesség”: az V., X., XI., XII. és XIV. táblázatokban magnitúdókban megadott vizuális, látszólagos fényességek. A XII. táblázatban a „s” és „g” index a szupernova maximális, ill. a galaxis összfényességének adatait jelöli.

I. táblázat: A csillagidő a greenwichi meridiánra vonatkozik.

V. táblázat: Az *r* oszlopban „cs. e.” alatt a bolygók geocentrikus távolságai csillagászati egységben.

IX. táblázat: A „nagy” H-alfa flerek katalógusának folytatása a „Solar-Geophysical Data” Boulderben megjelenő havi kiadvány alapján készült (Kálmán Béla). Az 1935. július 1 és 1969. január 31 között észlelt flerek hasonló jegyzékét az 1970–1972-es Csillagászati Évkönyvek tartalmazzák.

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 „McMath szám” felíratú oszlopokban a szoláris aktív vidékeknek a McMath–Hulbert Obszervatóriumban bevezetett nyilvántartási sorszámai állnak. A heliografikus 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.)

X. táblázat: Az FK4 oszlopban az Astr. Rechen-Inst. „Fourth Fundamental Catalogue” sorszámai állnak.

X. és XI. táblázat: A „spektrál típus” és „parallaxis” oszlopokban a Harvard-féle osztályozást, ill. a geometriai évi parallaxis mérések eredményeit közöljük.

XI. táblázat: A „spektrál típus” oszlopban a felkiáltójel (!) a fehér törpe csillagokra hívja fel a figyelmet, míg az első oszlopban az O-párokkal jelöljük, hogy a csillagnak láthatatlan komponense van.

XII. táblázat: Az első oszlopban az évszám és az arab számmal megadott hónap a maximális fényesség ideje.

A második oszlopban az extragalaxis száma a „New General Catalogue” (NGC), ill. az ezt kiegészítő „Index Catalogue” (IC) szerint.

XIII. táblázat: Az első oszlopban a betűkből és számokból álló elnevezések; ez utóbbiak a pulzárok RA és D koordinátáira utalnak.

A CSILLAGOS ÉG 1973-BAN

(Időpontok KözEI-ben)

Január

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 2-ig a Kígyótartó, 2-től 22-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó első napjaiban egy órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben még megfigyelhető a délkeleti égbolton. 28-án felső együttállásban a Nappal. 4-én fázisa 0,92, fényessége $-0,4$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 8-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején egy és háromnegyed, végén háromnegyed órával kel a Nap előtt. Mint hajnalcillag látható napkelte előtt a délkeleti égbolton. 8-án fázisa 0,92, növekedő, fényessége $-3,4$ magnitúdó, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 2-ig a Mérleg, 2-től 9-ig a Skorpió, utána a Kígyó-tartó csillagképben. A hó folyamán három órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Nyilas csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 10-én kerül együttállásban a Nappal. — *Szatur-nusz* hátráló mozgást végez a Bika csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán látható. — *Uránusz* 27-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjféltkor kel és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a délkeleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez 17-ig a Skorpió, utána a Kígyó-tartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	04	Mars 4° -kal északra a Holdtól
1	14	Neptunusz 5° -kal északra a Holdtól
2	14	Vénusz 3° -kal északra a Holdtól
3	—	Quadrantidák meteorraj gyakorisági maximuma

Nap	Óra	
3	09	Merkur 1° -kal északra a Holdtól
4	17	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala a Csendes-óceán déli részén, Dél-Amerika déli részén és az Atlanti-óceán déli részén halad át
4	01,1	Algol minimumban
7	21,9	Algol minimumban
9	15	Mars 1° -kal délre a Neptunusztól
10	18,7	Algol minimumban
12	09	Mars 5° -kal északra az Antarestől
15	23	Szaturnusz 4° -kal délre a Holdtól
18–19	—	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban, tőlünk is megfigyelhető. Belépés a félárnyékba 18-án 20 ó 16,8 p-kor; legnagyobb fázis 18-án 22 ó 17,2 p-kor; kilépés a félárnyékból 19-én 0 ó 17,5 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,89
25	02,8	Algol minimumban
25	10	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
27	23,6	Algol minimumban
28	23	Neptunusz 5° -kal északra a Holdtól
30	02	Mars 2° -kal északra a Holdtól
30	18,9	Algol minimumban
31	19	Vénusz $0,2^{\circ}$ -kal délre a Jupitertől

Február

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 7-ig a Bak, 7-től 21-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. A hó közepén egy, a végén másfél órával nyugszik a Nap után. A hó második felében figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. 25-én a legnagyobb keleti kitérésben, 18° távolságra a Naptól. 21-én fázisa 0,69, fényessége $-0,7$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 3-ig a Nyilas, 3-tól 25-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó első felében háromnegyed órával kel a Nap előtt és mint hajnalcsillag még megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. 1-én fázisa 0,96, fényessége $-3,3$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez

5-ig a Kígyótartó, utána a Nyilas csillagképben. E hó folyamán három órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez 19-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. A hó végén másfél órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető napkelte előtt a délkeleti égbolton. — *Szturnusz* 13-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. A hó elején három és fél, végén két órával éjfél után nyugszik, és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt kel és a hajnali órákban figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	22	Jupiter 1°-kal délre a Holdtól
2	01	Vénusz 1°-kal délre a Holdtól
2	17,2	Algol minimumban
12	05	Szturnusz 4°-kal délre a Holdtól
14	04,5	Algol minimumban
17	01,3	Algol minimumban
19	22,1	Algol minimumban
21	18	Uránusz 6°-kal északra a Holdtól
25	08	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
28	02	Mars 0,1°-kal délre a Holdtól

Március

Bolygók

Merkur 4-ig előretartó, 4-től 26-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 23-ig a Halak, utána a Vízöntő csillagképben tartózkodik. A hó első napjaiban másfél órával nyugszik a Nap után és az esti szürkületben a délnyugati égbolton még megfigyelhető. 13-án kerül alsó együttállásba a Nappal. A hó utolsó harmadában háromnegyed órával kel a Nap előtt és újra látható lesz napkelte előtt a délkeleti égbolton. 1-én fázisa 0,34, fényessége +0,3 magnitúdó, mindkettő csökkenő. 29-én fázisa 0,25, fényessége +1,1 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 20-ig a Vízöntő, 20-tól 30-ig a

Halak, utána a Cet csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem kerül megfigyelésre kedvező helyzetbe. — *Mars* előretartó mozgást végez 25-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. E hó folyamán két és fél órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Két órával kel a Nap előtt és napkelte előtt figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az esti órákban kel és az éjszaka második felében figyelhető meg. — *Neptunusz* 9-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfélnél kel és a hajnali szürkület előtt újra megfigyelhető a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	19	Jupiter 2°-kal délre a Holdtól
6	03	Merkur 2°-kal délre a Holdtól
7	10	Uránusz 3°-kal északra a Spicától
9	03,0	Algol minimumban
11	11	Szaturnusz 4°-kal délre a Holdtól
11	23,9	Algol minimumban
16	02	Merkur 5°-kal északra a Vénustól
21	01	Uránusz 6°-kal északra a Holdtól
23	22	Plutó szembenállásban a Nappal (Fényessége +14 magnitúdó).
24	16	Neptunusz 4°-kal északra a Holdtól
25	—	Hydridák meteorraj (március 12-től április 5-ig) gyakorisági maximuma
29	05	Mars 3°-kal délre a Holdtól
29	14	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól

Április

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 12-ig a Vízöntő, utána a Halak csillagképben. E hó folyamán fél órával kel a Nap előtt, megkeresése napkelte előtt a délkeleti égbolton megkísérélhető, de megfigyelésre

kedvező helyzetbe nem kerül. 10-én legnagyobb keleti kitérésben 28° távolságra a Naptól. 18-án fázisa 0,59, fényessége $+0,3$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 1-től 21-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. 9-én felső együttállásban a Nappal. E hó folyamán nem kerül megfigyelésére kedvező helyzetbe. — *Mars* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. E hó folyamán két és fél órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején két, végén három órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szturnusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Éjfél előtt nyugszik, és az esti órákban figyelhető meg a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 11-én szembenállásban a Nappal. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. Éjfél előtt kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	01,6	Algol minimumban
1	18	Merkur 6° -kal délre a Holdtól
3	—	Virgínidák meteorraj (március 21-től május 10-ig) gyakorisági maximuma
6	15	Mars $0,8^\circ$ -kal délre a Jupitertől
7	20	Szturnusz 3° -kal délre a Holdtól
17	06	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
20	23	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól
21	—	Lyridák meteorraj (április 19-től 24-ig) gyakorisági maximuma
21	03,3	Algol minimumban
26	06	Jupiter 3° -kal délre a Holdtól
26	22	Pallas szembenállásban a Nappal (Fényessége $+8,0$ magnitúdó).
27	07	Mars 5° -kal délre a Holdtól

Május

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 4-ig a Halak, 4-től 18-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó utolsó napjaiban egy órával nyugszik a Nap után és újra látható napnyugta után a nyugati égbolton. 20-án felső együttállásban a Nappal. 28-án fázisa 0,92, fényessége $-1,3$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Kos, utána a Bika csillagképben. A hó elején fél, végén egy órával nyugszik a Nap után. Újra megfigyelhető mint alkonycsillag napnyugta után a nyugati égbolton. 20-án fázisa 0,98, fényessége $-3,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 3-ig a Bak, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején két és fél, végén három órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Jupiter* 31-ig előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szatur-nusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. Az esti órákban nyugszik és az esti szürkületben még megfigyelhető a nyugati égbolton. — *Uránusz* hátráló mozgást végez a Szűz csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez 5-ig a Kígyótartó, utána a Skorpió csillagképben. Az esti órákban kel és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 27-én szembenállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	18	Merkur 8° -kal délre a Holdtól
4	—	Aquaridák meteorraj (április 21-től május 12-ig) gyakorisági maximuma
5	09	Szatur-nusz 3° -kal délre a Holdtól
14	11	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
18	04	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól
20	18	Vénusz 6° -kal északra az Aldebarantól
23	17	Jupiter 4° -kal délre a Holdtól
26	07	Mars 8° -kal délre a Holdtól
30	11	Vénusz 2° -kal északra a Szatur-nusztól
31	06	Merkur 3° -kal északra a Szatur-nusztól

Június

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 4-ig a Bika, 4-től 24-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. E hó folyamán másfél órával nyugszik a Nap után és magas északi deklinációjú helyzete megfigyelésére kedvező. Az esti szürkületben látható a nyugati égbolton. 22-én kerül legnagyobb keleti kitérésbe 25° távolságra a Naptól. 17-én fázisa 0,50, fényessége $+0,4$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 2-ig a Bika, 2-től 28-ig az Ikrek, utána a Rák csillagképben. A hó folyamán egy és egynegyed órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a nyugati égbolton. 17-én fázisa 0,95, fényessége $-3,3$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 16-ig a Vízöntő, 16-tól 28-ig a Halak, utána a Cet csillagképben. Éjfélkor kel és a hajnali délkeleti égbolton figyelhető meg. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a délkeleti égbolton. — *Szaturunusz* előretartó mozgást végez a Bika csillagképben. E hó folyamán a Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 15-én együttállásban a Nappal. — *Uránusz* 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél után nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Skorpío csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	09	Merkur 1° -kal északra a Vénusztól
1	12	Ceres szembenállásban a Nappal (Fényessége $+6,9$ magnitúdó).
2	06	Merkur 1° -kal északra a Holdtól
5	11	Junó szembenállásban a Nappal (Fényessége $+10,0$ magnitúdó).
10	15	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
14	—	Scorpius-Sagittaridák meteorraj (április 20-tól július 30-ig) gyakorisági maximuma
14	09	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
15	—	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban, tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 20 ó 4,6 p-kor; legnagyobb fázis 21 ó 50,0 p-kor; kilépés a félárnyékból 23 ó 35,3 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,49
19	22	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
20	10	Merkur 6°-kal délre a Polluxtól
24	03	Mars 9°-kal délre a Holdtól
25	08	Vénusz 5°-kal délre a Polluxtól
30	13	Teljes napfogyatkozás. Magyarország egy részéről mint részleges fogyatkozás látható (Magyarországi adatait l. alább). A teljes fogyatkozás vonala Brazília északi részéről kiindulva, Brit Guyanán, Surinamen, Francia Guyanán, az Atlanti-óceánon, a Szaharán és Kelet-Afrika egyenlítői részein halad át, az Indiai-óceán Madagaszkártól északra eső részéig.

Az 1973. június 30-i teljes napfogyatkozás magyarországi adatai

A teljes fogyatkozás Magyarország egy részéről mint részleges fogyatkozás látható. A fogyatkozás adatait a magyarországi megfigyelő állomásokra a következő táblázat adja:

Állomás	Az első kontaktus		A legnagyobb fázis		Az utolsó kontaktus	
	időpontja	pozíciószöge	időpontja	nagysága	időpontja	pozíciószöge
Budapest ¹	12 ó 27,5 p	205°,9	12 ó 41,4 p	0,018	12 ó 55,2 p	184°,7
Szombathely ²	12 ó 16,8 p	211°,4	12 ó 38,4 p	0,044	12 ó 59,9 p	178°,5
Baja ²	12 ó 18,1 p	214°,1	12 ó 42,4 p	0,056	13 ó 6,5 p	177°,0
Gyula ³	12 ó 29,7 p	207°,7	12 ó 45,1 p	0,023	13 ó 0,5 p	184°0

A pozíciószög a napkorong É-i pontjától K–D–Ny irányban számítandó

A fogyatkozás nagysága napátmérőben értendő

¹Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézet ²Szputnyikmegfigyelő állomás ³A debreceni Napfizikai Observatórium gyulai megfigyelő állomása
Debrecenből és Miskolcra a fogyatkozás nem látható.



1. ábra. Az 1973 június 30-i napfogyatkozás magyarországi láthatósága

A fogyatkozás adatai Magyarország más pontjaira a mellékelt térképről olvashatók le. A felső vastagabb vonal a részleges fogyatkozás északi határát jelöli, feltüntetve a nap- és holdkorong érintkezési időpontjait és az érintési pont Q pozíciószögeit. Az ettől délre felrajzolt párhuzamos vonalak a fogyatkozás M nagyságát adják. Ugyanezen vonalak jobb oldalán a fogyatkozás félidőtartama Δt és a pozíciószög érintkezési ponttól való eltérése ΔQ olvasható le. Pl.: Szegedre a fogyatkozás közepe 12 ó 44,0 p, nagysága 0,044, $\Delta t = 21,0$ p és $\Delta Q = 15^\circ,8$. Szegeden tehát a részleges fogyatkozás kezdetének időpontja 12 ó 23,0 p, végének időpontja 13 ó 5,0 p. Az első és utolsó kontaktus pozíciószöge pedig $195,7 \pm 15,8$, azaz $211^\circ,5$ és $179^\circ,9$. Ugyanezen adatok Székesfehérvárra 12 ó 41,1 p, $Q = 195,3$, $\Delta t = 17,3$, $\Delta Q = 13,7$ és $M = 0,032$. Tehát a kezdet adatai 12 ó 23,8 p és $209^\circ,0$, a vég adatai 12 ó 58,4 p és $181^\circ,6$.

Július

Bolygók

Merkur 5-ig előretartó, 5-től 30-ig hátráló, utána újból előretartó mozgást végez. 18-ig a Rák, utána az Ikrek csillagképében tartózkodik. A hó első napjaiban egy órával nyugszik a Nap után és napnyugta

után még megfigyelhető a nyugati égbolton. 20-án kerül alsó együttállásba a Nappal. A hó utolsó napjaiban már egy órával kel a Nap előtt és újra megfigyelhető napkelte előtt a keleti égbolton. 3-án fázisa 0,21, fényessége +1,4 magnitúdó, mindkettő csökkenő; 31-én fázisa 0,14, fényessége +1,5 magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 14-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. E hó folyamán egy és harmad órával nyugszik a Nap után. Mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 15-én fázisa 0,90, csökkenő, fényessége –3,3 magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 9-ig a Cet, utána a Halak csillagképben. Éjfél előtt kel és a hajnali keleti égbolton látható. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején az esti órákban kel és a késő esti órától kezdve már megfigyelhető. A hó végén már az egész éjszaka folyamán látható. 30-án szembenállásban a Nappal. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez 29-ig a Bika, utána az Ikrek csillagképben. A hó végén három órával kel a Nap előtt és a hó utolsó harmadában újra megfigyelhető a hajnali szürkületben a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és az esti szürkület után még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Neptunusz* hátráló mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfélkor nyugszik és az esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	19,7	Algol minimumban
1	20	Merkur 3°-kal délre a Vénusztól
2	03	Merkur 1°-kal északra a Holdtól
2	04	Vénusz 4°-kal északra a Holdtól
7	21	Uránusz 6°-kal északra a Holdtól
11	14	Neptunusz 5°-kal északra a Holdtól
15	13	Részleges holdfogyatkozás a félárnyékban, tőlünk nem látható
16	23	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
19	00,6	Algol minimumban
21	21,4	Algol minimumban
22	16	Mars 9°-kal délre a Holdtól
24	08	Vénusz 1°-kal északra a Regulustól
27	08	Szaturnusz 2°-kal délre a Holdtól

Augusztus

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 9-ig az Ikrek, 9-től 22-ig a Rák, utána az Oroszlán csillagképben. A hó elején és végén egy, a közepén másfél órával kel a Nap előtt és a hajnali szürkületben figyelhető meg a keleti égbolton. 8-án legnagyobb nyugati kitérésben 19° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,68, fényessége $-0,6$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 12-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. E hó folyamán egy és negyed órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 16-án fázisa 0,82, csökkenő, fényessége $-3,4$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* előretartó mozgást végez 17-ig a Halak, 17-től 28-ig a Cet, utána a Kos csillagképben. A késő esti órákban kel és az éjszaka második felében látható a keleti égbolton. Októberi szembenállásához közeledve a hó végére fényessége $-1,2$ magnitúdóra, átmérője $16''$ -re nő és így felületi struktúrájának megfigyelése is már megkísérrelhető. — *Jupiter* hátráló mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején még az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. A hó végén két órával nyugszik éjfél után és már csak az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél után kel és a hajnali órákban látható a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* 16-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a hó első felében az esti szürkület után még megfigyelhető a délnyugati égbolton.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	05	Vénusz 7° -kal északra a Holdtól
3	—	Aquaridák meteorraj (július 15-től augusztus 25-ig) gyakorisági maximuma
4	06	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
5	10	Merkur 9° -kal délre a Polluxtól
7	20	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól
8	02,3	Algol minimumban
10	23,1	Algol minimumban
11	—	Perseidák meteorraj (július 25-től augusztus 17-ig) gyakorisági maximuma

Nap	Óra	
12	22	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
13	19,9	Algol minimumban
18	—	Cepheidák meteorraj gyakorisági maximuma
19	20	Mars 8°-kal délre a Holdtól
20	—	Cygnidák meteorraj (augusztus 18-tól 22-ig) gyakorisági maximuma
23	21	Szaturnusz 1°-kal délre a Holdtól
28	04,0	Algol minimumban
31	00,8	Algol minimumban
31	06	Vénusz 6°-kal északra a Holdtól
31	17	Uránusz 6°-kal északra a Holdtól

Szeptember

Bolygók

Merkur előretartó mozgást végez 9-ig az Oroszlán, utána a Szűz csillagképben. A hó második felében fél órával nyugszik a Nap után és megkeresése napnyugta után kísérhető meg a délnyugati égbolton. 2-án felső együttállásban a Nappal. 25-én fázisa 0,89, fényessége $-0,2$ magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 19-ig a Szűz, utána a Mérleg csillagképben. E hó folyamán egy és negyed órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag látható az esti szürkületben a délnyugati égbolton. 17-én fázisa 0,72, csökkenő, fényessége $-3,6$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* 19-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez a Kos csillagképben. A kora esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető. Októberi oppozíciójához közeledve a hó folyamán fényessége $-1,3$ magnitúdóról $-1,9$ magnitúdóra, átmérője 17''-ről 20''-re nő, kedvező alkalmat nyújtva felületének megfigyelésére. — *Jupiter* 28-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél után nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Szaturnusz* előretartó mozgást végez az Ikrek csillagképben. Éjfél előtt kel és az éjszaka második felében figyelhető meg a keleti égbolton. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	21,6	Algol minimumban
4	03	Neptunusz 4°-kal északra a Holdtól
5	18,4	Algol minimumban
6	00	Vénusz 0,8°-kal délre az Uránusztól
7	06	Vénusz 2°-kal északra a Spicától
9	01	Jupiter 3°-kal délre a Holdtól
12	—	Piscidák meteorraj (augusztus 16-tól október 8-ig) gyakorisági maximuma
16	12	Mars 8°-kal délre a Holdtól
20	02,5	Algol minimumban
20	06	Szturnusz 0,8°-kal délre a Holdtól
22	23,3	Algol minimumban
25	20,2	Algol minimumban
27	22	Merkur 1°-kal délre az Uránusztól
28	01	Merkur 1°-kal északra a Spicától
28	05	Uránusz 6°-kal északra a Holdtól
28	06	Merkur 4°-kal északra a Holdtól
30	05	Vénusz 2°-kal északra a Holdtól
30	20	Uránusz 3°-kal északra a Spicától

Október

Bolygók

Merkur 30-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez. 8-ig a Szűz, utána az Oroszlán csillagképben tartózkodik. E hó folyamán fél órával nyugszik a Nap után, és megkeresése napnyugta után kísérelhető meg a délnyugati égbolton. 18-án legnagyobb keleti kitérésben 25° távolságra a Naptól. 19-én fázisa 0,62, fényessége +0,1 magnitúdó, mindkettő csökkenő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 8-ig a Mérleg, 8-tól 16-ig a Skorpió, utána a Vízöntő csillagképben. A hó elején másfél, végén két órával nyugszik a Nap után. Mint alkonyecsillag látható a kora esti nyugati égbolton. 15-én fázisa 0,63, csökkenő, fényessége -3,8 magnitúdó, növekedő. — *Mars* hátráló mozgást végez 29-ig a Kos, utána a Halak csillagképben. E hó folyamán kerül 1971-es nagy oppozíciója után újra szembenállásba a Nappal, az előbbinél kedvezőtlenebb

de azért az átlagosnál lényegesen jobb körülmények közt. Sőt északi deklinációja nálunk talán még kedvezőbb észlelési lehetőségeket nyújt mint 71-ben. Legnagyobb fényességét, $-2,3$ magnitúdó, 23-án éri el. 25-én kerül szembenállásba a Nappal. Földközelpontját 17-én éri el. Ekkor átmérője $21,47''$, távolsága a Földtől 65 millió kilométer. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Éjfél előtt nyugszik és a kora esti órákban figyelhető meg a délnyugati égbolton. — *Szaturnusz* 17-ig előretartó, utána hátráló mozgást végez az Ikrék csillagképben. Az esti órákban kel és a késő esti óráktól kezdve már megfigyelhető. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 16-án együttállásban a Nappal. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Skorpió csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
1	13	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól
6	08	Jupiter 4° -kal délre a Holdtól
10	04,2	Algol minimumban
13	01,0	Algol minimumban
13	13	Mars 7° -kal délre a Holdtól
14	23	Vénusz 4° -kal délre a Neptunusztól
15	21,9	Algol minimumban
17	11	Vénusz 2° -kal északra az Antarestől
17	12	Szaturnusz $0,8^\circ$ -kal délre a Holdtól
18	18,7	Algol minimumban
20	—	Orionidák meteorraj (október 18-tól 20-ig) gyakorisági maximuma
28	01	Merkur $0,1^\circ$ -kal délre a Holdtól
28	22	Neptunusz 4° -kal északra a Holdtól
30	07	Vénusz 3° -kal délre a Holdtól

November

Bolygók

Merkur 19-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Mérleg csillagképben. A hó utolsó napjaiban másfél órával kel a Nap előtt, és megfigyelésre kedvező helyzetben látható a délkeleti égbolton. 10-én

kerül alsó együttállásba a Nappal. 27-én legnagyobb nyugati kitérésben, 20° távolságra a Naptól. 28-án fázisa 0,64, fényessége $-0,3$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 1-től a Nyilas csillagképben. A hó elején két, végén három órával nyugszik a Nap után. Mint alkonyicsillag látható a kora esti délnyugati égbolton. 13-án legnagyobb keleti kitérésben 47° távolságra a Naptól. 16-án fázisa 0,48, csökkenő, fényessége $-4,1$ magnitúdó, növekedő. — *Mars* 27-ig hátráló, utána előretartó mozgást végez a Halak csillagképben. A hajnali órákban nyugszik és az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. Szeptemberi oppozíciója után felülete még mindig jól észlelhető. Átmérője a hó eleji $20, ''5$ -ről a hó végére $15, ''8$ -re csökken. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. Az esti órákban nyugszik és a kora esti órákban még megfigyelhető a délnyugati égbolton. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez az Ikrek 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 17-ig a Skorpió, utána a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg. 29-én együttállásban a Nappal.

Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
2	02,8	Algol minimumban
2	20	Jupiter 4° -kal délre a Holdtól
4	23,6	Algol minimumban
7	20,4	Algol minimumban
9	08	Mars 6° -kal délre a Holdtól
10	12	A Merkúr átvonul a Nap korongja előtt. A jelenség tőlünk is látható. (Magyarországi adatait 1. alább.)
10	17,2	Algol minimumban
13	—	Tauridák meteorraj (szeptember 15-től december 15-ig) gyakorisági maximuma
13	18	Szturnusz $0,8^\circ$ -kal délre a Holdtól
16	—	Leonidák meteorraj (november 14-től 20-ig) gyakorisági maximuma
22	02	Uránusz 6° -kal északra a Holdtól
22	04,5	Algol minimumban
23	08	Merkur 6° -kal északra a Holdtól

Nap	Óra	
25	01,3	Algol minimumban
27	22,1	Algol minimumban
29	05	Vénusz 5°-kal délre a Holdtól
30	12	Jupiter 4°-kal délre a Holdtól
30	18,9	Algol minimumban

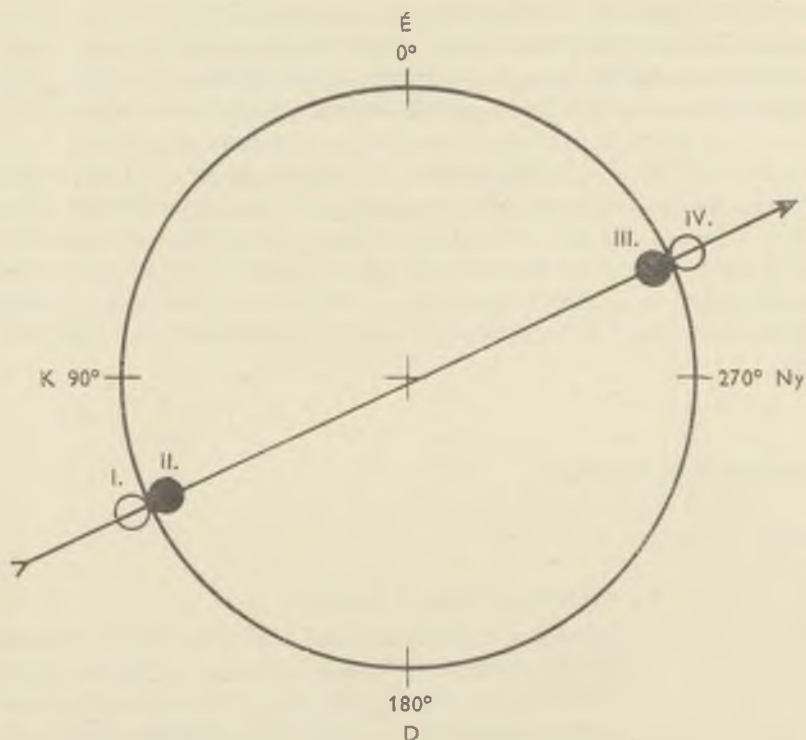
A november 10-i merkurátvonulás magyarországi adatai

A Merkúr november 10-i átvonulása a napkorong előtt Magyarország területéről is megfigyelhető. Adatai a magyarországi megfigyelő állomásokra a következők:

Kontaktus	I.	II.	III.	IV.
Budapest ¹	8 ó 48 p 7,1 mp	8 ó 49 p 47,5 mp	14 ó 15 p 38,9 mp	14 ó 17 p 19,3 mp
Szombat-hely ²	8 ó 48 p 7,8 mp	8 ó 49 p 48,2 mp	14 ó 15 p 39,7 mp	14 ó 17 p 20,0 mp
Baja ²	8 ó 48 p 5,6 mp	8 ó 49 p 46,0 mp	14 ó 15 p 39,6 mp	14 ó 17 p 20,0 mp
Miskolc ²	8 ó 48 p 6,5 mp	8 ó 49 p 46,8 mp	14 ó 15 p 38,6 mp	14 ó 17 p 18,9 mp
Debrecen ³	8 ó 48 p 6,3 mp	8 ó 49 p 46,6 mp	14 ó 15 p 38,0 mp	14 ó 17 p 18,3 mp
Gyula ⁴	8 ó 48 p 6,5 mp	8 ó 49 p 46,9 mp	14 ó 15 p 37,6 mp	14 ó 17 p 18,0 mp
Pozíciószög	116° 10'	116° 11'	293° 01'	293° 02'

¹ Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézet. ² Szputnyikmegfigyelő állomás. ³ Napfizikai Observatórium. ⁴ A debreceni Napfizikai Observatórium gyulai megfigyelő állomása.

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 és belső kontaktusát, III. és IV. a kilépés belső és külső kontaktusát jelöli.



2. ábra. Az 1973 november 10-i merkurátvonulás kontaktusai és a Merkur útja a napkorong előtt. (Az ábrán a Merkur átmérője tízszeresen nagyítva a napkorong méretéhez viszonyítva.)

December

Bolygók

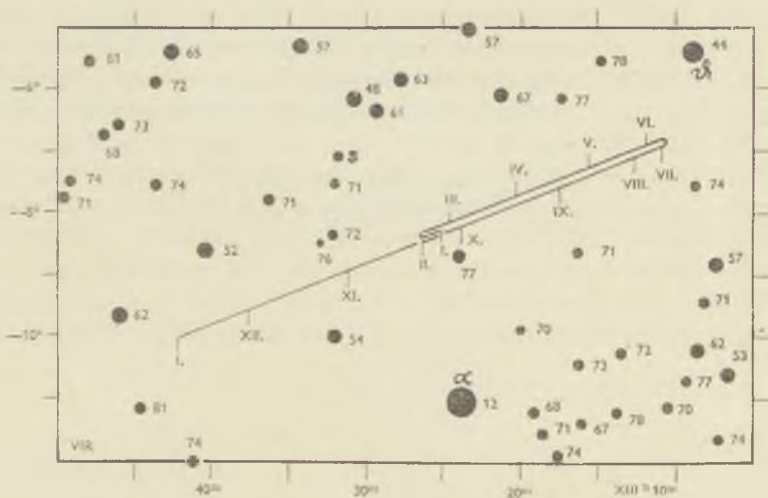
Merkur előretartó mozgást végez 15-ig a Mérleg, 15-től 25-ig a Kígyó-tartó, utána a Nyilas csillagképben. A hó elején egy és háromnegyed órával nyugszik a Nap után. A hó első felében figyelhető meg napnyugta után a délnyugati égbolton. 6-án fázisa 0,82, fényessége $-0,5$ magnitúdó, mindkettő növekedő. — *Vénusz* előretartó mozgást végez 6-ig a Nyilas, utána a Bak csillagképben. E hó folyamán három órával nyugszik a Nap után és mint alkonycsillag látható a kora esti órákban a nyugati égbolton. Legnagyobb fényességét ($-4,4$ magnitúdó) 19-én éri el, fázisa ugyanak-

kor 0,26, csökkenő. — *Mars* előretartó mozgást végez 19-ig a Halak, utána a Kos csillagképben. Az éjfél utáni órákban nyugszik és az éjszaka első felében figyelhető meg. — *Jupiter* előretartó mozgást végez a Bak csillagképben. A hó elején négy és fél órával, végén három órával nyugszik a Nap után. A napnyugta utáni órákban még megfigyelhető a dél-nyugati égbolton. — *Szturnusz* hátráló mozgást végez az Ikrek csillagképben. Az egész éjszaka folyamán megfigyelhető. 23-án szembenállásban a Nappal. — *Uránusz* előretartó mozgást végez a Szűz csillagképben. A hó végén két órával kel éjfél után és a hajnali szürkület előtt újból megfigyelhető a délkeleti égbolton. — *Neptunusz* előretartó mozgást végez a Kígyótartó csillagképben. A Nap közelsége miatt nem figyelhető meg.

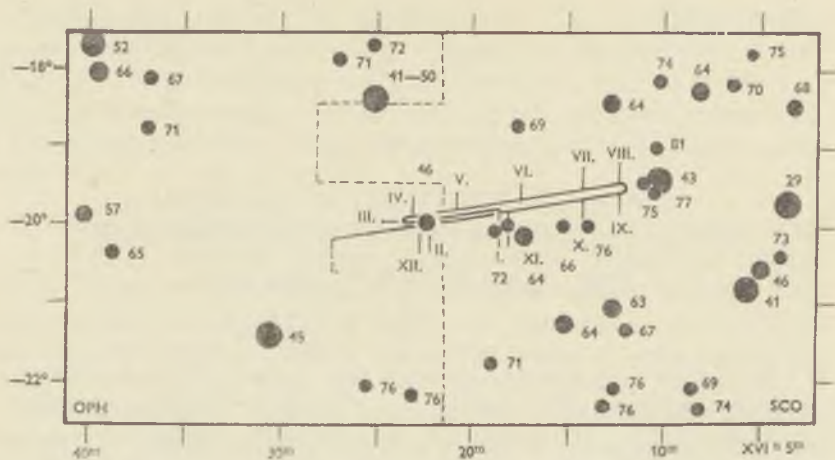
Megfigyelhető jelenségek

Nap	Óra	
6	16	Mars 4°-kal délre a Holdtól
10	—	Részleges holdfogyatkozás, tőlünk is látható. Belépés a félárnyékba 0 ó 36,6 p-kor; belépés a teljes árnyékba 2 ó 9,2 p-kor; legnagyobb fázis 2 ó 44,4 p-kor; kilépés a teljes árnyékból 3 ó 19,5 p-kor; kilépés a félárnyékból 4 ó 52,1 p-kor. A fogyatkozás nagysága holdátmérőben kifejezve 0,11
11	01	Szturnusz 0,7°-kal délre a Holdtól
13	—	Geminidák meteorraj (december 7-től 15-ig) gyakorisági maximuma
14	06	Merkur 1°-kal délre a Neptunusztól
14	18	Merkur 5°-kal északra az Antarestől
15	03,0	Algol minimumban
17	23,8	Algol minimumban
19	10	Uránusz 5°-kal északra a Holdtól
20	20,6	Algol minimumban
22	—	Ursidák meteorraj (december 17-től 24-ig) gyakorisági maximuma
22	15	Neptunusz 9°-kal északra a Holdtól

24	16	Gyűrűs napfogyatkozás, tőlünk nem látható. A gyűrűs fogyatkozás vonala a Csendes-óceán Közép-Amerika melletti részein, Dél-Amerika északi részén, az Atlanti-óceán egyenlítői vidékén és a Szahara nyugati részén halad át
27	23	Vénusz 3°-kal délre a Holdtól
28	06	Jupiter 5°-kal délre a Holdtól



3. ábra. Az Uránusz útja a Szűz csillagképben 1973. január 1-től 1974. január elsejéig. Az Uránusz a Nappal való szembenállás idején (április 11) 5,7 magnitúdó fényességű. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban



4. ábra. A Neptunusz útja a Skorprió és Kigyótartó csillagképben 1973. január 1-től 1974. január 1-ig. A Neptunusz fényessége a Nappal való szembenállása idején (május 27.) 7,7 magnitúdó. A csillagok melletti számok ezek fényességét jelzik tizedmagnitúdókban

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
CSILLAGVIZSGÁLÓ INTÉZETÉNEK MŰKÖDÉSE

(1971. április 15-től 1972. május 1-ig)

A Zeiss VEB Jena cégnél megrendelt egy méteres Ritchey—Chrétien rendszerű tükörteleszkóp befogadására szolgáló 10 méter átmérőjű kupolához szükséges — a Pizskéstető egyik csúcsára vezető — út építését 1971 őszén megkezdtük, majd 1972 tavaszán folytattuk. Jelenleg az út legnehezebb szakaszának, a csúcs körüli részének építése folyik. A kupola építése remélhetőleg júniusban, közvetlenül az út befejezése után megkezdődik. Az építő a Hevesmegyei Állami Építőipari Vállalat lesz.

Minthogy a Zeiss VEB nem vállalta a műszer hajtóberendezésének elkészítését, az kooperációban fog megtörténni a VILATI-val. A kupola forgó részének terveit a Bányászati Tervező Intézet aknaszállító osztálya elkészítette, a kivitelezést az Országos Bányagépgyártó Vállalat fogja végezni, de ezideig még nem sikerült velük végleges szerződést kötni.

Igen nagy jelentőségű számunkra, hogy az IUA közbenjárására az USA felfüggesztette a szocialista országok felé az embargót a Kodak-spektroszkópiai lemezekre. Így 1972. február óta a Schmidt-teleszkóppal most már ezeket tudjuk használni az eddigi angol gyártmányú Kodak-lemezek helyett. Az amerikai Kodak-lemezek gradációja és érzékenysége jelentősen nagyobb az angolokénál.

Az Intézet személyzete a beszámolási időszak végére, elég sok változás után, így alakult:

Igazgató: dr. Detre László, c. egy. tanár, MTA lev. tag.

Titkárság: Vargha Domokosné könyvtáros, Elter János műszaki szakértő (mint nyugdíjas), Farádi Andrea titkárnő, Harsányi Klára, titkárnő (félállásban).

Főmunkatársak: dr. Balázs Júlia, dr. Csada Imre, a fiz. tud. doktora.

Változócsillag csoport: dr. Szeidl Béla, a fiz. tud. kandidátusa, csoportvezető, Barlai Katalin, Kanyó Sándor tud. munkatársak, Szabados László segédmunkatárs (1971 augusztustól), Oláh Katalin, Gál Ilona (1971 októbertől), Furka Tamás (1971 októbertől), Fehérvári László (harmadállásban), Varga László (harmadállásban) kutatási segédek.

Sztellárstatistikai csoport: dr. Balázs Béla, a fiz. tud. kandidátusa, tanszékvezető egyetemi docens, csoportvezető (félállásban), Balázs Lajos, Jankovics István (jelenleg Bjurakanban szovjet aspiráns) tud. munkatársak, Széchényi Gábor külső tud. munkatárs, Lovas Miklós tud. ügyintéző, Kálmán Béláné, Litvay Zsuzsanna kutatási segédek.

Mesterséges égitestek csoportja: dr. Almár Iván, a fiz. tud. kandidátusa, csoportvezető, Illés Erzsébet tud. munkatárs, Cárász Kaljopi, Szabó Andrea, Gesztesi Albert (harmadállásban) kut. segédek.

Elnéleti munkán dolgozók (Csada dr.-hoz beosztva): dr. Barcza Szabolcs, Paál György, tud. munkatársak.

Bajai szputnyikmegfigyelő állomás: dr. Ill Márton, a fiz. tud. kandidátusa (az 1971–72. tanévben a Besançon-i egyetem tanára) állomásvezető, Nagy Sándor tud. segédmunkatárs, Sükösdí Zsuzsanna (1972 áprilistól), Gyulavári József (1972 áprilistól), Marosvári Lajos (1972 áprilistól)

Műszaki fejlesztési csoport: Virághalmy Géza fizikus, csoportvezető (1972 október 1-től egész állásban), Erdős Tamás mérnök, Wurm Pál, Ré-Alajos technikusok (1972 április 18-tól), Kálmán Béla, ifj. Kálmán Béla műszerészek, Ravasz Pál esztergályos, Iváncsik Miklós szakmunkás.

Öntöde: Tóth Ferenc részlegvezető, Jászberényi Istvánné, Bajnóczki Sándor szakmunkások.

Házi nyomda: Imre Lajos üzemvezető, Kassai Sándor üzemvezető-helyettes, Kalita Jánosné nyomdász, Dávid Ágostonné könyvkötő, Lakatos Nóra montírozó, Fábíán Istvánné fotós.

Gazdasági részleg: Nasztanovics Ferenc gazdasági vezető, Nyireő Andor pénzügyi csoportvezető, Boros Júlia gazdasági ügyintéző, Hamvas József gazdasági ügyintéző a bajai állomáson, Tibold Endre, Varga Pál adminisztrátorok (mint nyugdíjasok), Osgyáni László, Küller Lajos,

Izmini Róbert, Szabad József (mátrai állomáson), gépkocsivezetők. Machnitz József gk. szerelő, Horváth István gk. lakatos, Iváncsik Miklós-né kisegítő, Kalas Barnabásné (nyugdíjas) kisegítő félállásban. Stork Jenő, Gubala Sándor, Jakubovics Zoltán karbantartók (mátrai állomáson), T. Kiss Lajos, Tölgyesi Jakab karbantartók (bajai állomáson). Debacher Pál kerti munkás.

Szeidl Béla 1971 novemberében hazaérkezett egyéves kanadai tanulmányútról, ahol a Victoria-csillagdán spektroszkópiai munkákon dolgozott. Ill Mártont meghívták egy évre a Besançon-i egyetemre vendégprofesszornak, ezenkívül felkérték a Besançon-i csillagda felsőlégkör-kutató csoportjának vezetésére is. Jankovics István 1971 októberében három évre a Szovjetunióba távozott. Itt a bjurakani csillagdában dolgozik mint aspiráns, Ambarcumjan akadémikus vezetésével. Balázs Béla 1972. április 5-től két hónapig a bécsi csillagda új hegyi állomásán végez megfigyeléseket. Kanyó Sándor két hónapig ismét az Etna-i obszervatóriumban végzett fotoelektromos megfigyeléseket. Lovas Miklós 1971. január 15 — március 8 között az asiagói obszervatóriumban dolgozott.

A megfigyelések szempontjából az 1971. év, három évi rossz idő után, rendkívül kedvező volt. 183 éjjelen lehetett megfigyeléseket végezni, és pedig különösen április, május, augusztus, szeptember és október hónapokban rendkívül kiváló légköri körülmények között. A levegő átlátszósága a szabadsághegyi állomáson is a legtöbbször igen jó volt, és ez nagyon kedvezett a fényelektromos észleléseknek. Minthogy a derült éjjelek nagy része a holdtölte idején volt, a Schmidt-teleszkóp esetében nem volt ilyen kedvező a helyzet. Sajnos, a jó idő eddig nem folytatódott 1972-ben.

Az egyes kutatócsoportok a következő eredményeket érték el:

1. Változócsillagok

Szeidl Béla csoportvezető 1971 nagy részében Kanadában dolgozott a Victoria Astrophysical Observatory-ban. Spektroszkópiai kettős csillagok, törpe cefeidák és RR Lyrae-csillagok radiális sebesség meghatározására készített felvételeket a 74 hüvelykes és az 1 méteres teleszkópokkal. A felvételeket kimérte és egyik dolgozatát Battennel közösen nyomdába adta. Távolléte alatt a csoport közvetlen az igazgató vezetése alatt állott, aki a megfigyelési munkákban is rendszeresen részt vett.

A szabadsághegyi 60 cm-es tükröteleszkópon folytattuk az RR Lyrae-csillagok, a törpe cefeidák, valamint néhány vörös változócsillag fény-

elektromos vizsgálatát (Barlai, Detre, Kanyó, Oláh, Szabados, Szeidl). Novembertől programba vettük az 5 napnál rövidebb periódusú Delta Cephei csillagok U, B, V fotometriáját periódusváltozásuk és esetleges többszörös periodicitásuk megállapítása céljából (Szabados).

Igen érdekes eredmény adódott az RR Lyrae-re. Eddigi nagy, főleg Szeidl Bélától származó fényelektromos megfigyelési anyagunkból megállapítható volt, hogy ennek a csillagnak Blasko-effektusában mind a főperiódus (0^d57) maximumai fényességváltozásának és fázisváltozásának amplitúdója a szekunder periódusban (40^d8) 4 éves cikluson belül szabályosan változik. Minthogy 1970 végén az effektus amplitúdója minimális volt, várható volt az amplitúdók újbóli növekedése, azaz egy új ciklus beindulása. A két ciklus közötti átmenetet a rendkívül kedvező időjárás következtében most sikerült végre nagy részletességgel megfigyelni. Összesen 31 felszálló ágat és maximumot tudtunk végigérezni (Detre, Szabados), annyit, mint átlagos időjárás mellett 4–5 év alatt lehetséges. 1971 tavaszán a Blasko-effektus amplitúdója még igen kicsi volt, a fénymaximumok magassága a 40^d8 periódusban V-ben mindössze 0^m03 magnitúdót változott. Júniusban a múlt 4 éves cikluson keresztül konstans 40^d8 ciklusokat egy 50 napos ciklus követte, utána az amplitúdó fokozatosan nőtt, de megint konstans 40^d8 periódus mellett. Ez a jelenség csak úgy interpretálható, hogy a 40^d8 periódus a csillag tengelyforgási ideje, a Blasko-effektust valamely a forgástengelyen kívüli aktivitási centrum okozza, amelynek helye 4 éven át nagyjából nem változik, de egy új ciklus felléptével az aktivitási centrum erősen áthelyeződhet, amint 1971-ben 90° hosszúsággal tolódott el a tengelyforgással ellenkező irányba. Ezek az aktivitási centrumok minden valószínűség szerint mágneses aktivitással vannak egybekötve és így a 4 éves ciklus tulajdonképpen RR Lyrae mágneses ciklusa lenne. Ez a megfigyelési eredményünk tulajdonképpen a még 1958-ban, a Blasko-effektus magyarázatára felállított Balázs Júlia-féle hipotézis első fotometriai igazolása.

Az eredmény az RR Lyrae-csillagok pulzáció-elméletében, amelyvel a főperiódust magyarázzák, rendkívül sok problémát vet fel. Különösen fontos ebből a szempontból az a már több Blasko-effektusos RR Lyrae-csillagra kapott eredményünk (Balázs Júlia, Detre, Kanyó, Szeidl), hogy a Blasko-effektusban bekövetkező fáziseltolódást (mint amilyen volt az 1971-es RR Lyr-ben), mindig követi egy ellenkező előjelű fáziseltolódás a főperiódusban.

Lovas asiagói tartózkodása alatt (jan. 15–márc. 8) az ottani 120

cm-es teleszkóppal 64 felvételt készített az M3, illetve M5 gömbhalmazokról, a bennük levő RR Lyrae-csillagok tanulmányozása céljából. Ez a régebbi programunk néhány éve a Szabadság-hegyen az ég nagy világossága következtében nem volt folytatható. Ezek a felvételek most biztosítják a megfigyelési anyag folytonosságát, mert 1974-ben a mátrai 1 méteres teleszkóppal a programot ismét fel tudjuk venni.

Barlai elkészítette az M15 gömbhalmaz RR Lyrae-csillagairól szóló doktori értekezésének kéziratát. A már tavaly jelentett három kész dolgozatot (RV UMa Kanyótól, SZ Lyn és M3 RR Lyrae-csillagai Szeidlől) nem tudtuk megjelentetni, mert az Akadémiai Nyomda nem vállalta a nyomtatásukat. Így a jövőben kénytelenek vagyunk a Mitteilungen sorozatot saját házi nyomdánkban fotoprintes eljárással kiadni. Ezen célra 1972 tavaszán két IBM írógépet szereztünk be.

1971-ben megjelentettük az Information Bulletin on Variable Stars 503—608 számait (szerkesztők: Detre és Szeidl). A bambergi augusztus 31 — szeptember 2 között tartott IAU változócsillag-kollokviumon Balázs Júlia, Detre és Kanyó vettek részt. Detre a kollokvium szervezési bizottságának tagja volt. Az üléseken több hozzászólásunk hangzott el. Detrét felkérték az 1972 augusztus végén Torontóban sorra kerülő IAU változócsillag-kollokvium szervezési bizottsága tagjának.

1971 augusztusában 3 hétig Intézetünkben tartózkodott Oskanjan bjurakani csoportvezető, aki Oláh Katalinnal együtt folyamatos fotoelektromos megfigyeléseket végzett a BY Draconis különleges K-típusú változócsillagról. Összesen 52 megfigyelési órán keresztül a csillag nem mutatott flártevékenységet, de folytatta kisamplitúdójú 3,5 napos változását. Részt vettünk még AD Leonis flár-csillag nemzetközi patrolljában is (Barlai, Szabados, Szeidl).

2. Sztellárstatistika

A piszkéstetői állomás Schmidt-teleszkópján 1971-ben 155 felvétel készült extragalaxisokban gazdag területekről szupernovák keresése céljából (Balázs Béla, Balázs Lajos, Lovas, Széchényi). Lovas ugyanezen célból 26 felvételt készített az asiagói obszervatórium nagy Schmidt-kamerájával. Ez évben felvételeinken szupernova nem mutatkozott, de újonnan munkába vett területeknek a Palomar Sky—Survey másolataival való összehasonlítás útján Lovas eddig még fel nem fedezett 16,5 rendű szupernovát talált a Voroncov—Veljaminev-féle Morphological Catalogue of Galaxies 5—26—47 számú 14,7 fényrendű pekuliá-

ris galaxisában 1955-ben készült Palomar-felvételen (I. IBVS 612). Egy másik 1954. évről hasonló módon jelzett szupernováról (IBVS 653) kiderült, hogy a Palomar-másolatokon mind a kék, mind a vörös felvételeken pontosan ugyanazon a helyen volt lemezhiba, amint Zwicky az eredeti Palomar-lemezeken megállapította (IBVS 671). Lovas rövid párizsi tartózkodása alkalmával a Saclay-i Fizikai Intézet elméleti asztrofizikai csoportjában ismertette a hazai szupernovakutatás eredményeit.

A Schmidt-teleszkópon nyílthalmazok HRD diagramjainak meghatározásaira U, B, V színtartományban készítettünk felvételeket az NGC 2236, 2244, 2251 és IC 1396 halmazokról. A felvételek kimérését elvégeztük (Balázs Béla, Balázs Lajos, Jankovics). Az anyag publikálás előtt áll a régebben feldolgozott King 12 és 21 halmazokkal együtt. A. Schnell, a bécsi csillagda tud. munkatársa 7 héten keresztül (1971. szeptember 23—november 2) dolgozott a piszkéstetői obszervatóriumban, ahol több Tejút-vidékről készített U, B, V felvételeket. A fotografikus mérések gépi feldolgozására Balázs L. ALGOL programot írt.

Balázs Lajos befejezte egy a Cygnus-kar fölött $+15^\circ$ szélességben húzódó terület spektrálklasszifikációs háromszín-fotometriai feldolgozását. A kar jelenlétét az A2-nél fiatalabb csillagok jól mutatják. A kar szélessége 120 pc-nek adódik, az átlagos vörösödés 0,6 mag/kpc, az abszorpció 1,8 mag/kpc.

A flare-csillagok vizsgálata a bjurakani obszervatóriummal közösen tovább folyt. A Pleiadokról készült felvételeken az őszi időszakban Balázs L. egy flaret talált. Jankovics Bjurakanban igen hosszan tartó flaret fedezett fel a Praesepe halmazban. 1972 telén Balázs Lajos 4 és Patkós László 6 új flare-csillagot fedezett fel a Pleiadokban és ezzel az Intézet tagjai által a Pleiadokban felfedezett flérek száma 16-ra emelkedett. A témakörben nálunk járt dr. Mirzoyan és dr. Oskanjan a bjurakani obszervatóriumból és az intézeti szemináriumon előadásokat tartottak.

Balázs Bélának dr. Ruprechtel folytatott tárgyalásai eredményeként a jövőben Intézetünknel adjuk ki a Nemzetközi Csillaghalmoz Katalógus évi kiegészítéseit.

3. *Mesterséges égitestek*

A bajai állomás részt vett az ISAGEX-programban, majd az őszi folyamán beindult „Nagy Hur” szovjet geodéziai programban fotografikus megfigyelések alapján. III behatóan foglalkozott a szatellita geodézia dinamikai kérdéseivel, valamint az AFU kamerával nyerhető felvételek feldolgozásával.

A budapesti csoport folytatta a felsőlégkör sűrűség-ingadozásainak kutatását (Almár, Illés), különösen foglalkoztak az 1966. szept. 1—4 és 1967 májusi geomágneses viharral kapcsolatos sűrűségváltozásokkal. Az eredményeket az 1972-es COSPAR konferencián kívánják bemutatni. Folyamatosan előkészítik további 11 geomágneses vihar idejére a rendelkezésre álló megfigyelési anyagot. A feldolgozás melléktermékeként megvizsgálták két, nem geomágneses eredetű hirtelen sűrűségnövekedés magasság függését, 200—400 km között, 30 holdra vonatkozó pálya-
elemadatok alapján. A bajai csoport is folytatta légkörkutatásait.

4. Elméleti munkák

Csada megkezdte a Mt. Wilson obszervatóriumból kapott magnetogram feldolgozások hazai számítástechnikai kiértékelését. Az első eredmények szerint a 22 éves mágneses ciklus mellett létezni kell egy rövidebb, néhány hónapos változásnak is.

A csillaglégkörök plazmafizikai kutatásai során Barcza feldolgozta a Royal Greenwich Observatory-ból kapott 14 lemezt. A magas gerjesztésű Balmer vonalakban sikerült megállapítania az elméletben már előzőleg általa levezetett eltolódásokat (l. 1972. évkönyvet), amelyek a nem-üres környezettől származnak. Az eredmény nemzetközileg is igen jelentős.

Paál kozmológiai problémákkal foglalkozott.

Barcza és Csada részt vett a Gyulán rendezésre került 6. regionális napfizikai tanácskozáson. Csada előadást is tartott.

Az Intézet személyzetének 1971-ben megjelent idegen nyelvű tudományos publikációi

1. Almár, Illés: An „Equivalent Duration” to Characterize Atmospheric Disturbances Connected with Geomagnetic Storms. Space Research XI., Berlin, p. 975.
2. Almár, Illés (T.: Manara): Una determinazione della densità dell’alta atmosfera usando il programma „PERLO”. Contr. d. Oss. Astr. di Milano-Merate, N. 335.
3. Barcza: Highly Excited Hydrogen Lines in Stellar Spectra I. *Aph. and Space Sc.* 13. p. 36.

4. Csada: On Cross-Correlation Function of the Velocity and Magnetic Field in the Photosphere. 6th Reg. Cons. of Solar Physics. (Sajtó alatt).
5. Detre: Note on BY Dra. Inf. Bull. Var. Stars. No. 520.
6. Detre: Presidential Report on the Meeting of Commission 27 at Brighton, 19 and 21 August 1970. Trans. IAU XIV. 13 p. 185. 1971.
7. Ill (T.: Lespes-Falin): Variations of Density in the Upper Atmosphere Correlated with the Instantaneous Flux during 1967—68—69. Space Res. XI. Berlin.
8. Ill (T.: Barlier, Lespes, Falin): Bemerkungen über den Zusammenhang zwischen Dezimeterstrahlung und Luftdruckänderungen. Nabl. 152. 10. Ulan Bator.
9. Illés, Almár: Über die Dichteänderungen in der Atmosphäre zur Zeit eines geomagnetischen Sturmes. Nabl. I. Sz. Z. No. 10. Ulan Bator, p. 272.
10. Jankovics (T.: Parsamian): Új flérek az NGC 7023-ban, Bjurakan Obsz. Szob. 42. (oroszul).
11. Kanyó: U, B, V Observations of the Multiple Periodic RR Lyrae-star RV UMa. Mitt. Budapest, 63 (sajtó alatt).
12. Nagy S.: Hengeralakú mesterséges hold látszólagos fényesség-változása. Nabl. ISZ. 10. Ulan Bator (oroszul).
13. Nagy S.: Rotáló próbatestek a Föld körül. Nabl. ISZ. II. (oroszul).
14. Paál: The Global Structure of the Universe and the Distribution of Quasi-Stellar Objects. Acta Phys. Hung. 30. p. 51.
15. Paál: An Angular-Diameter-Red-Shift Relation for Rich Clusters of Galaxis. Asztrofizika 7. 435.
16. Szeidl (T.: Batten): The Spectroscopic Binary System HD 11860. Publ. of Dominion Aph. Obs. XIV. No. 5.

A felsorolt idegen nyelvű publikációkon kívül a kutatóknak igen sok magyar nyelvű dolgozata és ismeretterjesztő cikke jelent meg a hazai szaklapokban (pl. Fizikai Szemle), és népszerűsítő folyóiratokban.

Az Intézet kutatóinak idegen nyelvű tudományos előadásai

- Csada: On Cross-Correlation Function of the Velocity and Magnetic Field in the Photosphere. Gyula, reg. konf.
- Detre: Analogien des Sonnenzyklus in den Sternen. Wien, Universitäts-Sternwarte.

- III: A felsőlégkörkutatás problémáiról. (oroszul) Moszkva.
III: A szocialista országokban folyó légkörkutatásról. (franciául) Besançon, szeminárium.
III: A mesterséges holdak dinamikája. Kurzus a Besançon-i egyetemen 1971/72. tanévben.
Lovas: A hazai szupernovakutatás eredményei. (angolul) Paris, Saclay-i Fizikai Intézet.

Az Intézeti kollokviumokon a következő külföldiek adtak elő:

1. Ambarcumjan (Bjurakan): A FU Orionis-típusú csillagok (angolul).
2. Mirzojan (Bjurakan): A Pleiadok flare-csillagai (angolul).
3. Gökdogan (Istanbul): A kozmológia története (angolul).
4. Oskanjan (Bjurakan): A flare-csillagok (németül).
5. Schnell (Wien): A csillagászati fotometria problémái (németül).
6. Teleki (Belgrád): A pozícióasztrológia legújabb problémái (magyarul).

Budapest, 1972. május 10.

AZ EÖTVÖS LORÁND TUDOMÁNYEGYETEM CSILLAGÁSZATI TANSZÉKÉNEK MŰKÖDÉSE

(1970—71)

A Tanszék oktatói és kutatómunkája a beszámolási időszakban jelentősen megnövekedett, és így egyre nagyobb szerepet játszik a hazai csillagászati életben. Az egyre szaporodó feladatokat csak a személyi állomány növelésével lehetett elérni. Jelenleg a Tanszék személyi állománya a következő:

- dr. Balázs Béla kandidátus, tszv. docens
- dr. Detre László akadémiai levelező tag, címzetes egyetemi tanár,
mb. előadó
- dr. Földes István kandidátus, egyetemi docens
- dr. Marik Miklós kandidátus, egyetemi adjunktus
- dr. Érdi Bálint tanársegéd
- Szécsényi-Nagy Gábor tanársegéd
- dr. Barcza Szabolcs mb. előadó
- Balázs Lajos mb. előadó
- Zimonyi Erzsébet tanszéki adminisztrátor
- Baumann Emma könyvtáros (részfoglalkozás)
- Németh Károlyné takarítónő (részfoglalkozás)

A Tanszék a beszámolási időszakban a csillagász szakos hallgatók képzése, valamint a matematika-fizika és kémia-fizika szakos hallgatók csillagászati képzése mellett átvette a földrajz, a geofizikus és térképész szakos hallgatók csillagászati képzését is. Így a Tanszék oktatói a következő előadásokat és gyakorlatokat tartották:

Dr. Balázs Béla: Csillagászat, IV. éves matematika-fizika szakos hallgatók számára (II. félév).

Csillagászati helymeghatározás, IV. éves térképész szakos hallgatók számára (I. félév).

Csillagászati mérés technika, III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Bevezetés a csillagászatba II., II-éves hallgatók számára.

A Tejútrendszer szerkezete, spec. koll. csillagász szakos hallgatók számára.

Dr. Detre László: Általános csillagászat, III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Dr. Földes István: Égi mechanika, IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Dr. Marik Miklós: Csillagászat, IV. éves kémia-fizika szakos hallgatók számára (II. félév).

Csillagászati földrajz, I. éves földrajz szakos hallgatók számára (I. félév).

Elméleti asztrofizika, III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Bevezetés a csillagászatba I., I éves hallgatók számára.

Csillagászati megfigyelési gyakorlatok, IV. éves tanár szakos hallgatók számára.

Dr. Érdi Bálint: Bevezetés az égi mechanikába, III—IV. éves csillagász szakos hallgatók számára.

Csillagászat geofizikusoknak, III—V. éves geofizikusok számára.

Dr. Barcza Szabolcs—Balázs Lajos: Csillagászati szeminárium, III—V. éves csillagász szakos hallgatók számára.

A beszámolási időszakban elkészült a Csillagászati Tanszék laboratóriuma, amely többek között a hallgatók gyakorlati képzését is szolgálja. A laboratóriumban a hallgatók jelenleg kisbolygó-pozíció meghatározásokat végeznek dr. Érdi Bálint tanársegéd vezetésével, valamint spektrofotometriai méréseket dr. Barcza Szabolcs irányítása mellett.

A beszámolási időszakban az alábbi hallgatók kaptak csillagász szakos diplomát:

Horváth Péter, Rónay Viktor, Szabados László, Szécsényi-Nagy Gábor, Tihanyi László, Márky-Zay Lajos (levelező).

A Tanszéken az elmúlt két évben a következő jegyzetek jelentek meg: Balázs Béla—Marik Miklós: A csillagászat elemei (208 oldal).

Marik Miklós: Fejezetek az elméleti asztrofizikából (292 oldal).

Érdi Bálint és Földes István égi mechanika jegyzetei most vannak előkészületben.

A tanárszakos hallgatók vizsgakövetelményeit erősen megszigorítottuk, így Egyetemünkről csak olyan fizika tanárok kerülhetnek ki,

akik a csillagászat középiskolai oktatásához nélkülözhetetlen ismeretekkel is fel vannak vértvezve. A nem kötelező csillagászati gyakorlatok iránt, amelyek célja elsősorban a csillagászat népszerűsítéséhez szükséges gyakorlati ismeretek oktatása, komoly érdeklődés mutatkozik a tanárszakos hallgatók között, így az egyetemi képzés keretein belül a csillagászati népszerűsítő gárda felfrissülése is várható az elkövetkezendő években.

A Csillagászati Tanszék és az MTA Csillagvizsgáló Intézete között létrejött megállapodás értelmében a Csillagvizsgáló 20 évre a Tanszék rendelkezésére bocsátotta az Intézet egyik kupoláját a benne lévő távcsővel együtt. A kupola átépítése befejezés előtt áll. A tanszék új távcsöve elsősorban a csillagász szakos hallgatók képzését fogja szolgálni.

A Tanszék részt vett a középiskolai csillagászati oktatás korszerűsítését célzó tevékenységben is. A Tanszék oktatóinak irányításával a TANÉRT-nál három csillagászati oktatófilm készült el, ezenkívül előadásokat tartottak a Középiskolai Fizikatanári Anketokon és az OPI által szervezett továbbképző tanfolyamokon.

A beszámolási időszakban a Tanszéken négy témakörben folytak tudományos kutatások.

1. *Nyílthalmazok fotometriai és polarimetriai vizsgálata* (Témafelelős: dr. Balázs Béla kandidátus, tszv. egyetemi docens. Kooperációban az MTA Csillagvizsgáló Intézetével).

A tervidőszakban — főként az embargó miatt időről időre felmerülő lemezhiány folytán — az előirányozottnál valamivel kevesebb (mintegy 20) nyílthalmazról készültek háromszínfotometriai (UBV) felvételek a MTA Piszkéstetői Obszervatóriumában. Elsősorban az Egyesült Államok-beli Kitt Peak Obszervatóriumban (témavezető által) mért fotoelektromos kalibrációs anyagra támaszkodva, fenti felvételeken elvégeztük a King 12, King 21, NGC 2236, NGC 2244, NGC 2251 nyílthalmazok kimérését (az NGC 366 és NGC 381 halmazok mérése folyamatban van), és meghatároztuk távolságukat, korukat valamint az intersztelláris anyag fényelnyelésének mértékét. Az egész anyag publikálás előtt áll, és előreláthatólag a MTA Csillagvizsgáló Intézete közleményeiben jelenik majd meg (1972-ben).

1970-ben az Akadémiai Kiadónál publikáltuk a Nemzetközi Csillagászati Unió felkérésére és anyagi támogatásával nemzetközi kooperációban készített, 3200 oldal terjedelmű új csillaghalmaz katalógust, melyet dr. G. Alter és témafelelős ismertetett az IAU 1970-es brightoni (Anglia) kongresszusán, és amely a csillaghalmazokkal és asszociációk-

kal foglalkozó kutatók körében nagy elismerést váltott ki. A katalógus évi kiegészítésének megjelentetésére szintén hazánkban kerül sor.

2. *A változócsillagok periódusváltozásainak elméleti és gyakorlati kérdései* (Témafelelős: dr. Detre László akadémiai lev. tag, c. egyetemi tanár. Kooperációban az MTA Csillagvizsgáló Intézetével).

Ebben a témában az MTA Csillagvizsgáló Intézetével kooperációban különösen a rövid periódusú változócsillagokra vonatkozó vizsgálatok folytak. A témáról részletes jelentést témafelelős a Csillagvizsgáló Intézet beszámolójában ad.

3. *A magnetohidrodinamika csillagászati alkalmazásai* (Témafelelős: dr. Marik Miklós kandidátus, egyetemi adjunktus).

A tervidőszakban a Nap konvektív zónájában keletkező magneto-hidrodinamikai hullámok segítségével sikerült a Nap kromoszférajának új modelljét előállítani, mégpedig teljesen egzakt matematikai módszerekkel. A kidolgozott módszer alkalmas a napkorona struktúrájának vizsgálatára is, azonban a korona-modell numerikus kiszámolása csak a közeli jövőben történik meg. Az eredményeket a VI. regionális nemzetközi konferencián témafelelős előadásban ismertette, és az angol nyelvű publikáció most van sajtó alatt.

Az intersztelláris ionizációs frontok mozgásának tanulmányozásával a témakör keretein belül Szabados László foglalkozott. Eredményeit szakdolgozatában foglalta össze.

4. *Égi mechanika* (Témafelelős: dr. Érdi Bálint egyetemi tanársegéd).

A beszámolási időszakban Tanszékünkön égi mechanikai kutatásokat is végeztek. Ennek keretén belül dr. Érdi Bálint tanársegéd a korlátozott háromtest-probléma Hill-féle határesetének megoldását vizsgálva olyan módszert dolgozott ki, amely előnyösen alkalmazható a Hold mozgásának a Föld napkörüli pályája extentricitásától függő perturbációi fő részének a meghatározására. A módszer alapelveit nevezett egyetemi doktori értekezésében (1970) ismertette.

A Tanszék oktatói tevékenyen részt vettek az Akadémia Csillagászati Bizottságának munkájában, valamint a TIT Országos Csillagászati Választmányában és a Budapesti Szervezet Csillagászati Szakosztályának irányításában. A budapesti Szabadegyetem csillagászati sorozatának jelentős részét szintén Tanszékünk oktatói tartották. Élénk tevékenységet fejtettek ki a Tanszék oktatói az írásos ismeretterjesztés területén is. Főképpen a Természet Világában, az Élet és Tudományban, a Föld és Égben és a Deltában a Tanszék oktatói egész sor népszerűsítő cikket írtak.

A TIT CSILLAGÁSZATI ÉS ŪRKUTATÁSI SZAKOSZTÁLYAINAK 1971. ÉVI MŪKÖDÉSE

Az 1971. évben a szakosztályok az 1970. évi 2701 előadással szemben 2733 előadást tartottak, tehát az ismeretterjesztés mennyiségileg nem fejlődött lényegesen, de tekintettel a 241 fő taglétszámra, ez nem is lehetett célkitűzés. Az elhangzott előadásokból 595 előadást tartottak ipari, 536-ot mezőgazdasági, 1602-öt pedig egyéb helyeken. Előadásainkat 129 251 fő hallgatta meg, ami 47 átlagos hallgatói létszámot jelent. Ez némi visszaesést jelent az előző évi 157 869 főnyi és 58,5 átlagos létszámhoz képest. Amíg ugyanis nem lehet feladatunk az előadások számának folytonos szaporítása, a reális elérhető évi kb. 2700 előadás keretében továbbra is fennálló követelmény a szélesebb körű ismeretterjesztés, főleg az ipari munkásság és a parasztság irányában.

Az 1971. évben tartott előadásaink közül 45 volt szabadegyetemi, 213 munkásakadémiai, 295 ifjúsági, 8 egyéb akadémiai előadás. Az összes előadások közül 70 előadás hangzott el az előadók továbbképzése céljából és 45 előadás volt a szakosztályok saját belépődíjas rendezvénye. Az előző évben sem volt sok (121) belépődíjas előadás, de az 1971. évben feltűnően kevés, pedig a tapasztalat szerint a közönség szívesen megfizeti a néhány forint belépődíjat, ha ezért színvonalas, jól szemléltetett, gondolatébresztő és vitatkozásra készítő előadást kap. A 2733 előadásból 1933 volt szemléltetett előadás, pedig a távcsöves bemutatásoknál a Baráti Kör tagjai saját távcsövükkel is segédkeztek. A televízió korában a minden szemléltetés nélkül tartott 800 előadás bizonyára nem járult hozzá a nagyobb létszámú hallgatósághoz. A belépődíjas saját rendezvényeiknek pedig éppen azért kellene sokkal nagyobb súlyt kapniuk az ismeretterjesztő munkában, mert egyrészt a rendező szervek által sokszor nem kellő hozzáértéssel igényelt témák helyett a témaválasztásnak a szakosztály által történő lehetősége, másrészt az előadás színhelyén kiskiállítás rendezése, diák és érdekes filmek vetítése, a valóban spontán

érdeklődőkből összegyűlt közönség teremti meg a korszerű ismeretterjesztés megoldásának lehetőségét. A TIT egész ismeretterjesztő munkájának tapasztalata, hogy legnagyobb érdeklődést az ún. komplex előadások keltetik, és hatásuk is sokkal jelentékenyebb, mert az egyes tudományágaknak a tudomány más területeivel való összefüggései járulnak legjobban hozzá a természettudományos szemlélet kialakításához, a tudomány mai társadalmi szerepének megértéséhez, az egységes tudományos világlátáshoz. Az űrkutatás és az asztronautika is ma már olyan komplex tudományok, hogy ugyanazon előadó nem lehet tájékozott a csillagászati eredményekben, a rakétatechnikában, az irányítás, az összeköttetés és sok más műszaki vonatkozással, az orvosbiológiai stb. kérdésekben. Területi előadásokon azonban szervezési és gazdasági problémák nehezítik két vagy több előadó szerepeltetését. Komplex előadások is elsősorban a szakosztályok saját rendezésében lehetségesek. De mind a színvonalas szemléltetés alkalmazásának, mind a két vagy három előadói díj folyósításának gazdasági kihatásai is vannak és ehhez szolgál fedezetül a belépődíj. Igaz, hogy előadónk 1971. évben 238 előadást tartottak társadalmi munkában, de általában az anyagi fedezet hiánya akadály a saját rendezvények fejlesztésének.

Az előző évi Évkönyvben már beszámoltunk arról, hogy a TIT csillagászati szakosztályai is csatlakoztak Gagarin 10 éves évfordulója alkalmával a Magyar-Szovjet Baráti Társaság által 1971 áprilisában rendezett „Szovjet Űrkutatás Napjai” akcióhoz, mert a tavalyi Évkönyv kéziratának zárlata idején már folyamatban voltak a TIT ilyen rendezvényei. Az előbbi Évkönyvben már említett, az esztergomi csillagászati szakkör Gagarin emlékünnepején és Gyöngyösön a KISZ Városi Bizottsága és Zombori Ottó által vezetett csillagászati szakkör által rendezett reprezentatív Szovjet Űrkutatás Kiállításon kívül az akció kiemelkedőbb TIT rendezvényei még a következők voltak. Budapesten az ünnepi előadást dr. Almár Iván tartotta a Természettudományi Stúdióban „Tíz évvel az első űrrepülés után”, a budapesti Urániában pedig Róka Gedeon: „Az emberi tevékenység a Világűrben” címmel. Pécsen a Doktor Sándor Művelődési Otthonban 500 főnyi közönség hallgatta meg dr. Kulin György „Ember a világűrben” c. előadását. A Baráti Kör és a csillagászati szakkör együttes ülésének előadói: dr. Balácsi László és dr. Tóth László voltak. Tatabányán a Technika Házában dr. Almár Iván szerepelt „Automaták a Holdon” c. előadásával. Borsod megyében, Miskolcon dr. Szabó Gyula tartott megemlékezést



5. ábra. A gyöngyösi szovjet űrutas kiállítás részlete

Gagarinról és a miskolci Urániában kiállítást rendeztek az MSZBT-től kapott képanyagból.

Fejér megyében április hónapban 19 községben 21 ünnepi megemlékezést tartottak, „A Kozmosz 10 éve” c. film vetítésével. A 21 előadáson

2204 hallgató vett részt, különösen jól sikerült a bicskei két előadás, az egyiken 280, a másikon 290 hallgatóval. Székesfehérvárott ápr. 21-én Érdi Krausz György tartott előadást. A székesfehérvári csillagászati szakkörök és ifjúsági klubok ápr. 14-én a TIT klubjában közös rendezvény keretében emlékeztek meg az évfordulóról, ahol a „Gagarin Magyarországon” c. filmet vetítették. A TIT klubban kiállítást rendeztek, amit több vidéki előadásra is elvittek.

Heves megyében az egeri Művelődési Házban dr. Zétényi Endre tartott előadást „Tíz éve járjuk a világuirt” címmel. Ugyanezt az előadást megismételték a Pallas klubban külön csoportok előtt, három alkalommal. A TIT és az Úttörő Ház közös rendezésében április 28-án úttörők részére úrhajózási vetélkedőt tartottak, melynek díjait a TIT adta. A TIT Heves megyei szervezete két mikrobuszon és egy gépkocsin 20 szakköri tagnak szervezett tanulmányi kirándulást a budapesti nagykiállítás megtekintésére.

Vas megyében az MSZMP és a Hazafias Népfront megyei bizottságival közösen 11 községben és üzemben tartottak előadásokat a szovjet űrkutatás eredményeiről.

Az 1971-es év vezetes jubileuma volt Kepler születésének 400 éves évfordulója. Einstein írta Keplerről a „Mein Weltbild” c. könyvében: „Mily nagy kellett, hogy legyen az ő hite a törvényszerűségben s ez oly erővel ruházta fel őt, hogy évtizedek türelmes, nehéz munkáját áldozta a bolygómozgás empirikus kutatásának és e mozgás matematikai törvényszerűségei vizsgálatának — egyedül, senkitől sem támogatva és kevésbé méltányolva.”

Kepler 1571. december 27-én született. Az évfordulója naptári napja előtt az őszi Csillagászati Hét keretében Szombathelyen a TIT klubban tartotta a Vas megyei szakosztály Kepler emlékestjét, dr. Tóth György szakosztályi elnök ünnepi előadásával. November 26-án a TIT Heves megyei csillagászati és fizikai szakosztályai, valamint a Ho Si Minh Tanárképző Főiskola közösen rendeztek a Lyceum földszinti II. sz. előadó termében Kepler emlékestet, amelyen dr. Zétényi Endre szakosztályi elnök Kepler életéről, dr. Dezső Loránt c. egyetemi tanár, a Választmány elnöke „Kepler és a csillagászat”, dr. Szénássy Barna egyetemi docens pedig „Kepler mint matematikus” címmel tartottak előadásokat. Dec. 2-án tartotta meg dr. Kulin György a budapesti Uránia őszi csütörtöki előadássorozata keretében „Emlékezés Keplerre és Tycho-
ra” c. előadását.

Szemelvények a szakosztályok beszámolóiból

A Csongrád megyei Csillagászati Szakosztály 1971-re tervbe vett rendezvényei közül sikeresnek mondható a tavaszi Csillagászati Napok programja, továbbá az Uránia keretében működő csillagászati szakkörök munkája. A Szegeden rendezett előadások száma örvendetesen gyarapodott. Nagy sikerük volt az Uránia Csillagvizsgáló munkatársai által általános és középiskolások részére tartott előadásokkal és vetítésekkel egybekötött távcsöves csillagászati bemutatóknak. Sajnos, sem a pedagógusok továbbképző tanfolyama, sem a megye községeiben tartandó csillagászati előadások sorozata nem indult meg. Elsősorban eszközi és anyagi lehetőségek hiányoztak ezek lebonyolításához.

Megyei elnökségi határozat alapján töröltük programunkból az őszi csillagászati hét megtartását, minthogy — ugyancsak elnökségi határozat szerint — egy esztendőben egy csillagászati hét tartható, és ezt tavasszal már lebonyolítottuk négy napos rendezvény keretében.

Kenderesi Alajos
Uránia vezető

A csillagászati szakosztály kialakítása, sajnos, ismét nem sikerült. Sajnos egyetlen pedagógus sem kívánt résztvenni a csillagászati ismeretterjesztő munkában. Így továbbra is egy helyi előadóra koncentrálódik az ismeretterjesztés és így nagyon sok olyan előadót kell felkérnünk, akik a megyén kívül laknak. Ennek az elszomorító állapotnak ellenére az elmúlt évben több előadást, és nagyobb közönség előtt tartottunk, mint a korábbi évben. Azt gondoltuk, hogy a csillagászat iránti érdeklődés csökkenni fog az Apolló program kiszélesedésével, mivel szinte hétköznapi dolognak számít ma a Holdra szállás. Az előadások száma mégis azt mutatja, hogy ez korántsem így van, mert az érdeklődés a csillagászati előadások iránt igen nagy.

Statisztikai összehasonlításban a következő képet kapjuk a végzett munkáról

1969—70-es évben 55 előadást tartottunk 3309 hallgató előtt.

1970—71-es évben 68 előadást tartottunk 3620 hallgató előtt.

Örvendetes tény, hogy az előadásaink nagy részét nem városokban, hanem zömében vidéki községi kultúrotthonokban, könyvtárakban,

ifjúsági klubokban tartottuk meg, és az előadások 54,4%-a különböző sorozatokon hangzott el. Igaz, hogy önálló csillagászati sorozatot nem sikerült a Csillagászati Héten kívül szervezni, de minden vegyes sorozatban szinte kivétel nélkül elhangzott csillagászati előadás.

Dr. Pataki József
a Csillagászat Baráti Köre
Tolna megyei csoportjának elnöke

1971. év őszén megrendeztük Korszerű világnépek c. reprezentatív, természettudományos előadásorozatunkat a Megyei Könyvtár nagytermében. A csillagászati szakosztály tagjait elsősorban az első két előadásra mozgósítottuk: Marx György: Galaktikus klub és Almár Iván — Echter Tibor: Hol tart ma az űrkutatás? c. előadásokra. (Az előadásokon 100—150 fő vett részt.) A sorozat után kérdőíveken tájékozódunk a résztvevők véleményéről és további kívánságairól. A sorozat sikere bizonyítja, szükség van a reprezentatív nagyrendezvényekre, s a jövőben is szeretnénk hasonlókat rendezni.

A múlt évben elkészítettük a szakosztály új témajavaslatát az előadások rövid vázlatának, s az ajánlott filmek feltüntetésével. Ennek hatása előreláthatóan csak az 1972. évi tervekben mutatkozik majd.

Dr. Tóth György
a Vas megyei szakosztály
elnöke

Esztergomban a „Petőfi Sándor” Művelődési Központban az évente megrendezendő csillagászati sorozat 1971. évi első előadását szeptember 8-án 18 órakor „Korunk csillagászati problémái” címen tartottam meg. A Művelődési Ház színházterme zsúfolásig megtelt, a hallgatók száma elérte a 300 főt, a jelenlevők zöme felnőtt volt.

Szeptember 15-én tartottam meg a második előadásomat. Féltem ettől a naptól, futball meccsek napja volt. Aggodalmam alaptalannak bizonyult, mivel a „Tíz év a világűrben” című előadásomat 215-en hallgatták végig. Utána levetítettük a Szójuz 9 című filmet. A hallgatóság kérésére a Luna-16 és a Lunohod-1 című filmek is bemutatásra kerültek igen nagy sikerrel.

A következő héten, szeptember 22-én ismét én vállaltam el az elő-

adást. A három előadás megtartása után azt a tapasztalatot vonhattam le, hogy sikerült felébreszteni az emberekben a csillagászat és az űrkutatás iránt az érdeklődést. Nap mint nap keresnek fel és érdeklődnek, hogy mikor lesz újból előadás.

Szeptember 19-én az esztergomi szentgyörgymezei moziban „Űrhajzási filmnapot” rendeztünk, melyen az Apolló-9—10, a Szojuz-9, Luna-16, és a Lunohod-1 című filmeket mutattuk be.

Az egyik számomra legérdekesebb előadásomat szeptember 13-án Sárísápon lakó munkatársammal és szakköri tagunkkal, Magyarfalvy Imrével közösen szerveztük, a „Hold ostroma” címmel.

Az előadást hirdető plakátot is közösen rajzoltuk. Az előadáson mintegy 200-an voltak. Mi ezen a nagy érdeklődésen meglepődtünk, mivel ez az előadás volt az első csillagászati TIT előadás Sárísápon. Az Apolló-14 című filmet is bemutattuk. Az előadás után a kultúrház igazgatója és a helyi TIT megbízott megkért, hogy legalább még két előadást vállaljak el novemberben.

Magyarfalvy Imrével régi tervünk, hogy ebben a bányász községben egy csillagász szakkört szervezünk, mivel itt egyre nagyobb az érdeklődés ez irányban.

Hamarosan „üzemelni” fog Magyarfalvy 125 cm-es távcsöve — Sárísáp első csillagászati távcsöve —, mellyel bemutatókat rendezhetünk.

Az esztergomi Művelődési Ház sorozatában okt. 27-én „Asztrológia és tudomány” című előadást Ponori Thewrewk Aurél központi előadó tartotta. Az előadóterem zsúfolásig megtelt, kb. 100 főnyi hallgató volt. A jelenlevők között, sajnos, kevés volt a felnőtt. Köszönhető volt a magyar — norvég labdarúgó-mérkőzésnek is.

November 23-án az esztergomi Úttörőházban Pifkó Péter tartotta a „Csillagok világa” című előadást, 75 hallgató előtt. Előadásának jó visszhangja van, mivel későbbi időpontban is kérnek tőle még előadást.

A Bottyán János gépipari kollégiumban november 26-án „Az űrhajzás célja és értelme” címmel tartottam diavetítéses előadást. 90 fő részére.

Sárísápon, december 20-án, 40 fő hallgatta meg az „Amatőr csillagászat lehetőségei” című előadásomat. A „Hobbym a csillagos ég” című filmet vetítettük. A rendezvény végén a Csillagászat Baráti Körének jelentkezési lapját osztottuk szét a hallgatóságnak. Néhány nap múlva Magyarfalvy Imre távcsöves bemutatót tartott Sárísápon, 26 résztvevővel.

Mécs Miklós
szakköri titkár

Szakosztályunk jellegzetessége és adottsága az, hogy a néhány (5) csillagász, fizikus, földrajz szakos tanárt kivéve, a tagság többségében amatőr csillagász. Ennek ellenére a borsod megyei Csillagászati Szakosztály — bár létszáma kicsi — aktív tevékenységet folytat.

A Szakosztályt az elmúlt évben súlyos veszteségek érték. 1971 februárjában hosszas betegeskedés után elhunyt id. Apostol Ince szakosztályunk volt elnöke, majd társelnöke, ugyanezen év májusában tragikus körülmények között halt meg Varga Pál szakosztályunk vezetőségi tagja és az Uránia Csillagvizsgáló műszaki munkatársa. Id. Apostol Ince és Varga Pál a Szakosztály vezetőségének igen lelkes, aktív tagjai voltak. Id. Apostol Ince társelnök — még betegen is — fáradhatatlanul ténykedett az ismeretterjesztő munka színvonalának emelésén, a szakosztályi élet széppé tételén, előadásai érdekesek, lenyűgözőek és rendkívül színesek voltak. Varga Pál munkatársunk a Csillagvizsgáló létesítésében és a Szputnyikmegfigyelő Állomás műszereinek építésében szerzett elvülhetetlen érdemeket. Mindkét munkatársunk emlékét kegyelettel fogjuk megőrizni.

A szakosztályi tagság felülvizsgálata során megállapítottuk, hogy a Szakosztályunk műszaki egyetemi volt hallgatói — az elmúlt két év során — eltávoztak körünkől, mivel az egyetem elvégzése után, az ország különböző városaiban helyezkedtek el. Ezáltal a Szakosztály létszáma 22 főre csökkent.

A Szakosztály vezetőségi üléseket — kivéve a júniusit és a decemberit — megtartottuk és az azokra kitűzött témákat (munkaterv megbeszélése, Csillagászati Hét program összeállítása stb.) megtárgyaltuk, illetve megvalósítottuk.

A továbbképzés céljait szolgáló tavaszi előadói (IV. 13-án) konferenciát — melyen Az ember és a Kozmosz címmel dr. Kulin György és Róka Gedeon tartottak előadást — megtartottuk. Az előadói konferencián dr. Szabó Gyula — az Űrhajózási Világnap alkalmából — megemlékezett Gagarin űrrepülésének tízéves évfordulójáról. Az őszi tervbe vett előadói konferencia — az előadó megbetegedése miatt — elmaradt.

Az 1971. évi Csillagászati Hét és az azt követő Borsodi Csillagászati Hónap programja színvonalas és gazdag volt.

Csillagászati Szakosztályunk előadói az igényelt (ipari és mezőgazdasági üzemi, munkásszállói, művelődés házi, üdülői és iskolai) előadásoknak sikerrel tettek eleget.

Borsod megyében és Miskolcon 1971. évben

ipari dolgozóknak	45 előadást	2407 hallgatónak
mezőgazdasági dolgozóknak	32 előadást	1064 hallgatónak
és egyéb helyeken dolgozóknak	294 előadást	12170 hallgatónak
Összesen	371 előadást	15 641 hallgatónak tartottunk.

A legtöbb előadás az űrhajózással és az űrkutatóval kapcsolatban (129 előadás) volt, ami azt igazolja, hogy az űrhajózás még mindig aktuális és izgalmas probléma. A következő téma a Világegyetem és a csillagos ég (59 előadást), ezt követi az élet lehetőségei a kozmikus térben és a Naprendszer.

A dubicsányi és a lillafüredi SZOT-üdülőkben minden üdülő csoportnak rendszeresen hangzott el űrhajózással kapcsolatosan előadás. Dubicsányban Suba István, Lillafüreden dr. Szabó Gyula voltak az előadók. Suba István 20 cm-es átmérőjű Newton rendszerű hordozható — saját készítésű — távcsövével a VASAS Szakszervezet Bartók Béla Művelődési Központ rendezésében a diósgyőrvasvári LKM és a DIGÉP bejárata előtti téren az esti műszakváltás előtt és után tíz alkalommal csillagászati ismeretterjesztéssel egybekötött távcsöves bemutatást tartott, amelyen minden alkalommal 400—500 dolgozó vett részt. Saját vállalatuknak, illetve munkahelyük dolgozóinak egy alkalommal csillagászati és egy alkalommal űrhajózási témából — társadalmi munkában is — tartottak előadást, és pedig Buday Ferenc a MÁV Ómiskolci pályaudvar, Suba István a Miskolci Közlekedési Vállalat dolgozóinak. Szakosztályunk legaktívabb tagja Suba István, aki a vonattal és autóbusszal nehezen megközelíthető, vagy el nem érhető és a megye székhelyétől távol eső (80—100 km) főleg hegyi községekbe saját kocsijával jár ki előadásokat tartani. Előadásainak jól bevált formája: filmvetítéssel kezd, majd ezt színes diával kísért előadás követi és az esti programot távcsöves bemutatással zárja be.

A Csillagászat Baráti Köre jelentős szerepet tölt be az ismeretterjesztésben és a tudománytalan nézetek elleni küzdelemben. Borsod megyében a Csillagászat Baráti Köre szervezési munkáit és ügyeinek intézését id. Apostol Ince társelnök végezte. Halálával ezen a területen stagnálás következett be.

Külön kimondottan Csillagászati Szabadegyetemünk nem volt, de más Szabadegyetem keretében csillagászati és űrkutató előadásokat tartottunk.

A tanulóifjúság és a tájékozódást igénylő dolgozók részéről a csillagászat és az űrhajózás iránt komoly érdeklődés mutatkozik, ennek hatására — különösen az utóbbi időkben — a Művelődési Központok és intézmények csillagászati klubokat és szakköröket szerveznek. Csillagászati klub működik a kazincbarcikai, a sajoszentpéteri és az alberttelepi Művelődési Házak, illetve Központokban. Csillagászati szakkörök pedig a tokaji, a kazincbarcikai és az ózdi gimnáziumokban, a miskolci 116 MŰM Szakmunkásképző Intézetben és a miskolci Hámán Kató Diákotthonban. Ezenkívül mindegyik Borsod megyei Urániában is működik szakkör.

A csillagászati ismeretterjesztést legeredményesebben az Uránia Csillagvizsgálókban, így megyénkben a leninvárosi, a miskolci és az ózdi Uránia Csillagvizsgálóban, lehet megvalósítani, ahol a szemléltető előadások mellett filmvetítést, de főleg távcsöves bemutatást tudunk tartani.

Dr. Szabó Gyula
szakosztályi titkár

I. Sz. Galkin kandidátus, a Szovjetunió Tudományos Akadémiája Krími Asztrofizikai Observatóriumának titkára, 1972. április 19-én előadást tartott a székesfehérvári TIT klubban a szovjet csillagászat eredményeiről a Naprendszer kutatása terén.

A Csillagászat Baráti Köre és az Ifjúsági Csillagászati Klub tagjai az előadás után élénken érdeklődtek a krími Observatórium kutatásai iránt, majd Párniczky József, a Baráti Kör megfigyelő csoportjának vezetője saját készítésű színes diasorozatban mutatta be Galkin professzornak a székesfehérvári 30 cm-es távcső készítését, az azzal készült holdfelvételeket és az országos Baráti Kör mozgalom kiemelkedőbb eseményeit.

Hajmási József
az Uránia vezetője



6. ábra. Galkin szovjet professzor előadása a székesfehérvári TIT kl. bban (Foto: Párniczky József)



7. ábra. Galkin professzor hallgatóságának egy csoportja (Foto: Párniczky József)

Csillagászati Szabadegyetemek

A budapesti József Attila Szabadegyetem 1971/72. évi tagozatának „Az ősrobbanástól az űrhajóig” 16 előadásból álló sorozat a Világegyetem eddig megismert részének fejlődését mutatta be a „Nagy Ősrobbanástól” a távoli jövőig, különös tekintettel az ember aktív tevékenységére a Világegyetem megismerésében.

Az elhangzott előadások: dr. Károlyházi Frigyes — Az ősrobbanás, dr. Abonyi Iván — A galaxisok kialakulása, galaxismagok, dr. Balázs Béla — A Tejútrendszer szerkezete, dr. Marik Miklós — Mi van a csillagok között, Róka Gedeon — Ma is születnek csillagok, dr. Szimán Oszkár — A bolygórendszerek és kialakulásuk, dr. Kulin György — A Föld kozmikus múltja, Érdi Bálint — A Naprendszer jövője, Ponori Thewrewk Aurél — A légóceán fenekén, dr. Barcza Szabolcs — Bolygótestvéreink, dr. Horváth Ferenc — Miről mesélnek a holdkövek, dr. Almár Iván — Útban a bolygók felé, Nagy Sándor — Keringő obszervatóriumok, dr. Németh Judit — Csillagászat a Föld alatt, dr. Szimán Oszkár — Az élet építő kövei a Kozmoszban, dr. Kulin György — A csillagászat és az emberiség jövője.

A pécsi Munkácsy Mihály Szabadegyetem csillagászati tagozatának programja: Róka Gedeon — Filozófiánk csillagászati gyökerei, Mozsgai Gyula — A klasszikus csillagászat szerepe és eredményei, dr. Balácsi László — Az időszámítás és a naptár története, dr. Kulin György — A csillagok üzenete a látható fény tartományában, Fejes István — Innen és túl a fény hullámhosszán, Érdi Krausz György — Az űrkitatás lehetőségei a Föld jobb megismerésére, dr. Balázs Béla — A táguló Világegyetem, dr. Almár Iván — Az űrhajózás és űrkitatás távlatai, dr. Tóth László — Társkeresés a világűrben.

Csillagászati levelező tanfolyam

A Választmány által évek óta folyamatosan rendezett levelező csillagászati tanfolyamon 1971-ben számos új jelentkező vett részt, főleg a Csillagászat Baráti Köre fiatalabb tagjai közül és 67-en eredményesen vizsgáztak. Legtöbben, 26-án vizsgáztak a gyöngyösi csillagászati szakkörből. Többen csatlakoztak a tanfolyamhoz a TIT csillagászati előadói közül is.

Csillagászati továbbképző tanfolyam Esztergomtáborban

A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályai Országos Választmányának javaslatára a TIT Központ Szervezési és Szaktudományi Osztálya és a TIT Komárom megyei szervezete 1971. július 4–14-ig Esztergomtáborban a Hell József Károly Bányagépészeti és Bányavillamossági Szakközépiskola kollégiumában 10 napos bentlakásos továbbképző tanfolyamot rendezett, amelyre Budapestről és megyénként két csillagászati előadót hívott meg. A tanfolyamhoz saját költségén csatlakozott még 36 fő amatőr csillagász és csillagászati szakköri tag, köztük 29 középiskolai tanuló.



8. ábra. Dezső Loránt professzor a Választmány elnöke előadást tart az esztergomtábori tanfolyamon

A tanfolyam 30 előadását, amelyek áttekintést adtak a modern csillagászat valamennyi területéről és az űrkutatás eredményeiről dr. Almár Iván, dr. Balázs Béla, dr. Dezső Loránt, dr. Kulin György, dr. Marik Miklós, Ponori Thewrewk Aurél és Róka Gedeon tartották.



9. ábra. Az esztergomtávortanfolyam résztvevőinek egy csoportja

A tanfolyam hallgatói délutánonként az esztergomi „Petőfi Sándor” Művelődési Ház által szervezett szabad programokban esztergomi városnézésen és múzeumlátogatáson, barlangtúrán, hajókiránduláson, az esztergomi Bazilikában rendezett hangversenyen vettek részt. Az esztergomi csillagászati szakkör távcsövével derült estéken a kollégium udvarán megfigyelési gyakorlatokat végeztek. A tanfolyam megszervezéséhez, lebonyolításához, igen nagy segítséget adtak Erős Miklós, a Művelődési Ház igazgatója, dr. Jónás László, az esztergomi csillagászati szakkör vezetője és Mécs Miklós szakköri titkár.



10. ábra. A tanfolyamon részt vevők kirándulása a somoskői barlangba

Központi előadói konferencia

A Csillagászati és Űrkutatási Választmány, valamint a budapesti szakosztály által 1971. december 29-én a Kossuth Klubban közösen rendezett központi előadói konferenciának témája — tekintettel a Mars körül keringő egy szovjet és két amerikai űrszondára — a marskutató volt. A választmány elnökének, dr. Dezső Lorántnak Keplerről való

megemlékezése után dr. Marik Miklós a Mars légkörére, dr. Almár Iván a bolygó felszínére vonatkozó újabb eredményekről, Érdi Krausz György az űrszondák pályáinak problémáiról, dr. Kulin György pedig a Marson lehetséges életről tartott referátumot. A téma olyan nagy érdeklődést keltett, hogy a meghívott 62 fő előadón kívül még 24 fő vidéki csillagászati szakköri tag saját költségén felutazott a konferenciára.

Csillagászati Hét

A csillagászat mindig nagy szerepet játszott egyetemes kultúránkban, ösztönzője volt vallásnak, filozófiának, művészetnek, az újabbkori természettudomány megszületésének. Az űrkitatás korának csillagászata pedig kölcsönhatásba került a természettudomány valamennyi ágazatával, a fizikával, kémiával, földtudományokkal, a biológiával. Éppen ezek az összefüggések adják a mai csillagászat társadalmi hasznát és tarthatnak számot a legszélesebbkörű érdeklődésre. A budapesti csillagászati és űrkitatási szakosztály a TIT Természettudományi Stúdiójában az alábbi programmal rendezte meg a Csillagászati Hetet:

A csillagászat és egyetemes kultúránk

- okt. 4. dr. Kulin György: A laboratórium és a Kozmosz fizikája
- okt. 5. dr. Szimán Oszkár: Az élet kozmikus feltételeinek kutatása
- okt. 6. Érdi Krausz György: Az űrkitatás lehetőségei a Föld jobb megismerésére
- okt. 7. Szüle Dénes: A csillagászat ösztönző hatása a technikára
- okt. 8. V. V. Sevcenko: Szovjet űrkitatási eredmények
Róka Gedeon: Filozófiánk csillagászati gyökerei
- okt. 9. dr. Kulin György: Az égbolt esztétikája.
Szavallatával közreműködött: Kovács P. József előadóművész.

Az előadások után a Szovjet űrállomásokról és a Lunohod-1 holdkocsi működéséről készült színes szovjet filmsorozatot vetítették.

Az országos Csillagászati Hetek alkalmából hazánkban érkezett V. V. Sevcenko, a moszkvai Lomonoszov Egyetem Csillagászati Intézete tudományos főmunkatársa, aki a fent említett előadáson kívül még okt. 5-én a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Kémiai Épületének

I. számú tantermében és Salgótarjánban a TIT Nógrád megyei szervezetének klubjában is előadást tartott.

A megyei szakosztályok részben a budapesti előadások témáit, részben a csillagászat és űrkutatás más időszerű kérdéseiről szóló előadásokat iktattak programjukba. Kiemelkedőbb megyei rendezvények:

Békés megyében a megyeszékhelyen kívül 11 helységben volt előadás, illetve távcsöves bemutatás, vagy csillagászati filmet. A Csillagászati Hét témái és előadói: Az űrkutatás legújabb eredményei — dr. Almár Iván (Békéscsaba, Mezőkovácsháza), — A csillagászat és a holdkutatás legújabb eredményei — Somogyi József (Békéscsaba), Az égbolt esztétikája — dr. Kulin György (Békéscsaba, Gyula) Márki Zay Lajos (Békés), A csillagok keletkezése — Márki Zay Lajos (Békéscsaba), Új messzeségek tárulnak fel előttünk — Márki Zay Lajos (Doboz, Gyula, Újkigyós), A csillagászat filozófiai gyökerei — Béres István (Gyoma), A csillagászat ösztönző hatása a technikára — Márki Zay Lajos (Kardoskút), A Naprendszer — Nagy János (Körösladány, Szeghalom), Az élet kutatása a Világegyetemben — Schalk Gyula (Szarvas) — Márki Zay Lajos (Tótkomlós), A Világegyetem rendje — Nagy János (Vésztő).

A Borsodi Csillagászati Hetek-et szeptember 27-én, illetve 28-án Miskolcon a TIT Kazinczy klubjában Dobránszky Mihály, a TIT Borsod megyei titkára, Ózdon a Kun Béla Művelődési Ház nagytermében Elek Imre, az ózdi Uránia vezetője nyitotta meg. Mindkét alkalommal Nébli Vendel, a megyei csillagászati szakosztály elnöke tartott előadást „Az élet kozmikus feltételeinek kutatása” címmel. A miskolci Uránia Csillagvizsgálóban „Ember a Kozmoszban” című képkiallítás nyílt meg, ünnepi szakköri ülést „A 10 éves szovjet űrkutatás” és „Hobbym a csillagos ég” filmestéket, valamint „A csillagászat ösztönző hatása a technikára” és „Az űrkutatás lehetőségei a Föld jobb megismerésére” címenek előadásokat tartottak. Ezen programok előadói: dr. Szabó Gyula, Szokira Ilona, Sebők László, Hunyadi György és Veres Ferenc voltak. A leninvárosi és ózdi Uránia Csillagvizsgálókban a távcsöves bemutatásokon kívül két-két előadás hangzott el: Leninvárosban Dalnoki János — Tudomány és csillagjósolás, valamint Magyary Árpád — A Nap múltja és sorsa, Ózdon Elek Imre — Az űrkutatás gyakorlati haszna, Szurmai Egon — És feltárul az ég. A megye művelődési intézményeiben Suba István (Mezőcsát, Miskolc), dr. Szabó Gyula (Királd, Miskolc, Leninváros, Lillafüred), dr. Kulin György (Leninváros) tartottak előadásokat.

A debreceni Csillagászati Hét előadásait a Művész moziban és a TIT megyei szervezetének klubjában tartották, az alábbi programmal:

- szept. 27. dr. Dezső Loránt: A napkutató szerepe a Nap és Föld fizikai kapcsolatainak megismerésében
- szept. 28. dr. Guman István: Az éghajlatváltozások csillagászati vonatkozásai
- szept. 29. Kálmán Béla: A fényképezés szerepe a csillagászatban
- szept. 30. Gerlei Ottó: Napkutató Magyarországon
- okt. 1. dr. Marik Miklós: A csillagok közötti anyag.

Győrött szeptember 26-án, a Mezőgazdasági Szakiskolában Patay Károly tartotta a megnyitó előadást a csillagos égről, a Természettudományi Előadóteremben pedig Molnár Ottó, szeptember 28-án „Csillagok világa” és okt. 1-én „A csillagászati megismerés új módszerei” címen, továbbá szept. 30-án Kárpáti József az égmechanika néhány kérdéséről tartott előadást. Szitter Béla vezetésével a Vagonyári Csillagászati Szakör távcsöves bemutatásokat rendezett.

Pest megyében Szigetszentmiklóson a II. sz. Általános Iskolában Pelsőci László vezetésével a csillagászati szakkör 1971-ben már az ötödik csillagászati hetet rendezte, az élet kozmikus feltételeiről, a bolygó és holdkutató eredményeit ismertető három előadással.

A nyíregyházi Csillagászati Hét három előadása: dr. Szimán Oszkár — Az élet kozmikus feltételeinek kutatása, dr. Szabó Gyula — A laboratórium és a Kozmosz fizikája, Schalk Gyula — A bolygó kutatás legújabb eredményei.

A szolnoki Csillagászati Hetet Elek Lajos, a Csillagászat Baráti Köre csoportjának elnöke nyitotta meg, majd szeptember 27-én Sinka József „Az űrkutatás haszna és problémái”, dr. Dankó Sándor pedig szept. 30-án „A csillagászat hatása a technikára és más tudományokra” címmel tartott előadást.

Veszprémben az SZMT Kisfaludy Művelődési Ház és a TIT megyei szervezete szeptember 27-től október 2-ig tartotta a Csillagászati Hetet. A Veszprémi Vegyipari Egyetem E. épületében elhangzott előadások:

- szept. 27. dr. Kulin György: Társkeresés a világűrben
- szept. 28. dr. Marik Miklós: A marskutató nagy évtizede
- szept. 29. Ponor Thewrewk Aurél: Csillagok születése és halála
- szept. 30. Róka Gedeon: Újabb elméletek a Naprendszer keletkezéséről

- okt. 1. Szüle Dénes: Újabb holdexpedíciók
okt. 2. dr. Balázs Béla: A táguló Világegyetem.

A pécsi „A csillagászat és egyetemes kultúránk” összefoglaló című sorozat előadásai:

- okt. 25. dr. Székely Jenő szakosztályi elnök megnyitója
okt. 26. dr. Balácsi László: Az élet kozmikus feltételeinek kutatása
okt. 27. dr. Kulin György: Az égbolt esztétikája
okt. 28. Keresztesi Miklós: A csillagászat ösztönző hatása a technikára
okt. 29. dr. Görcs László: A csillagászat és a természettudomány.

Elhalálozás



*Dr. Etter Kálmán
(1907–1972)*

1972. január 6-án életének 65. évében elhunyt dr. Etter Kálmán, a TIT Csillagászati és Űrkutató Szakosztályai Országos Választmányának és a TIT Komárom Megyei Szervezete Csillagászati Szakosztálya Vezetőségének tagja. Megalakulása óta tagja volt a TIT-nek, lelkes patronálója az amatőrmozgalomnak, csillagászati szakköröket vezetett, előadásokat tartott. Elhalálozásával komoly veszteség érte a csillagászati ismeretterjesztés ügyét. Rokonszenves egyénisége az egész országban megbecsülést és szeretetet ért el.

Kéziratzárlat után kaptuk a szomorú hírt, hogy Érdi Krausz György, a MTE SZ Központi Asztronautikai Szakosztály ügyvezető titkára, választmányi tagunk, az asztronautika lelkes és fáradhatatlan népszerűsítője 1972. szeptember 25-én 73 éves korában váratlanul elhunyt.

Emléküket kegyelettel megőrizzük.

A TIT BEMUTATÓ CSILLAGVIZSGÁLÓINAK MŰKÖDÉSÉRŐL

Valamennyi Bemutató Csillagvizsgáló említésre méltó eseményeinek felsorolása az Évkönyvben nem kaphat helyet, külön kiadványként is terjedelmes írás lenne. Ezért bevezetőben néhány olyan jelenséget említünk meg, amelyek országos jellegük miatt ide kívánkoznak akkor is, ha egy-egy munkacsoport tevékenységéhez kapcsolódik.

1971 őszén az Úttörő Szövetség a különböző akciók között meghirdette a „Csillagok Világa” akciót. Ennek lebonyolítására a budapesti Uránia Csillagvizsgálót kérték fel. Az úttörőcsapatok őrsei és rajai tetszésük szerint válogathattak a különböző akciókban és sokszáz őr és raj a csillagászattal kívánt foglalkozni. Sok helyen úgy kívántak ennek a feladatnak eleget tenni, hogy képeket gyűjtenek, tablót készítenek. Ez a megoldás nem elégíthette volna ki a fiatalokban a csillagászat iránt jelentkező igényeket és hatékonysága is kétséges. Az ilyenfajta gyűjtés arra készíti a fiatalokat, hogy értékes könyvtári anyagból szerezzék be a képeket, ami több kárral, mint haszonnal jár. A budapesti Uránia részletes útmutatót adott ki, amelyben az égbolt megismerésére egyszerű, olcsó földi és csillagászati távcső, valamint mikroszkóp építésére közölt hasznos tudnivalókat. Felajánlotta, hogy igen kedvezményesen csillagtérképet, lencsekészleteket bocsát az úttörők rendelkezésére. Ezekből a lencsekészletekből félév alatt 993-at, csillagtérképből 1722 db-ot rendeltek. Az őr és raj tagjai 15–20 Ft költséggel építhették meg a 40-szeres nagyítású csillagászati távcsövet, amivel a Hold már nagyszerűen látható. A térképek segítségével megismerkedhetnek a csillagképekkel. A távcsőépítő őrök és rajok tagjai lettek a Csillagászat Baráti Körének, így ez az akció a Baráti Kör taglétszámát több százzal emelte.

A Baráti Kör ötezredik tagja az újhartyáni Általános Iskola úttörő-

csapata lett és egy teljesen kész 80/850-es Newton reflektort kaptak ajándékba.

Az úttörő akció révén legalább részben megvalósul az a régi törekvésünk, hogy a tanulóifjúság iskolai tanulmányai közben legalább annyi élményben részesüljön, mint Galilei 362 évvel ezelőtt. Bizonyos, hogy e sok távcső csak fokozza a fiatalság érdeklődését a mai kor természettudományos felfedezései iránt. Oktatási szempontból is jelentős ez, hiszen az általános iskolai csillagászati oktatás nagyon kis anyagot ölel fel és a nevelők kiképzésük során nem kapták meg a szükséges szakmai ismereteket. Az úttörők bekapcsolódása mozgalmunkba nem merül ki azzal, hogy térképet és egyszerű távcsőhöz lencsét vásárolnak. Sokan közülük máris nagyobb méretű tükrös távcsövet készítenek és így mozgalmunkat kiterjesztik olyan községekre, ahova egyébként nehezen juthatott volna el munkánk híre.

A másik akciót az Élet és Tudomány segítségével bonyolítottuk le az elmúlt félévben. Az Élet és Tudomány „Évszakok csillagászata” címen 4 cikket közölt a látható égbolt térképével együtt. Az olvasók közül több mint kétezer részletesebb csillagtérképet igényeltek és most szereztek először tudomást a Föld és Égről és a Baráti Kör munkájáról. Az Élet és Tudomány tízszor annyi példányban jelenik meg, mint a Föld és Ég, eljut olyan kis községekbe, tanyákra, ahova hét év alatt egyetlen Föld és Ég sem juthatott el. Sokszáz térképigénylő örömmel csatlakozott mozgalmunkhoz, tagjai lettek a Csillagászat Baráti Körének.

Az ismeretterjesztésnek mindig problémája volt az ún. fehér foltok aktivizálása, azoké a helyeké, ahova intézményesen nem jut el az ismeretterjesztés Művelődési Ház és könyvtár hiányában. Ez a két akció ezen a téren ad sok szempontból meggondolandó és követésre méltó ötletet.

A tv és a rádió elterjedésével sokan féltik a szóbeli ismeretterjesztés jövőjét. Kényelmesebb – úgymond – a szobában ülve kulturálódni, mint kellőképpen felöltözve elmenni egy nyilvános előadásra. A tapasztalat szerint nehéz is még reprezentatív előadásokra is összegyűjteni egy-egy város felnőtt érdeklődőit. Az egész éven át üzemelő, vagy az évszakhoz kötött üdülőhelyek lakói számára a pihenés közben szellemi szórakozás egy-egy természettudományos előadás meghallgatása, film megtekintése. Egyre több megye ismerte fel ezt a lehetőséget és a kéthetenként váltó közönség számára előadásokat rendszeresít. Valamennyi között talán Heves megye jár elől a mátravidéki üdülőkben rendszeressé tett előadásokkal.

Ha az ismeretterjesztésnek ezt a módját rendszeressé tennénk, évente sok százezer emberhez juthatnának el a kor nagyszerű eredményei. Ez aztán még az a haszonnal is jár, hogy az üdülőházakban levők az ország legkülönbözőbb helyeiről jönnek össze, egy-egy jó előadás hírét elviszik lakóhelyükre és kezdeményezést indíthat ott is, ahol eddig hasonló ismeretterjesztés nem volt.

Munkánkban új színt jelent az a több helyen is megvalósított gondolat, hogy a mai kor úrkutatási és csillagászati eredményeit és a távcsőépítési mozgalmat kiállításokon mutassák be. Sok ilyen kiállítás készült már eddig is. Közismert Rosta Zoltán ilyen irányú munkája a budapesti Hámán Kató úti Úttörőház Csillagvizsgálójában, a veszprémiek díjnyertes kiállítása és a gyöngyösiek által készített vándorkiállítás.

Tovább fokozódik a Művelődési Házak és Könyvtárak érdeklődése a csillagászat iránt. Érdemes rámutatni ennek az érdeklődésnek mozgató rugóira. A legtöbb esetben az e helyeken megforduló fiatalság érdeklődése indítja el a kezdeményezéseket.

A távcsőépítés üteme az elmúlt évben fokozódott. Ma már szinte lehetetlen lenne statisztikai kimutatást készíteni arról, hogy az elmúlt évtizedekkel szemben egy évben hány ember néz először távcsőbe. Magánosok és kisebb-nagyobb csoportba szerveződött tagjaink rendszeres összejöveteleket tartanak, megbeszélik közös ügyeiket, tanácsokat adnak egymásnak. Ez a tény kétségtelen bizonyíték arra, hogy a csillagászati ismeretterjesztés nagymértékben szélesedik akkor is, ha a hivatalos szervek által rendezett előadások száma ezt nem tükrözi. Statisztikában ki nem mutatható jelenségről van itt szó, aminek tartalmi értéke kétségtelen.

Örvedetesen szaporodik a megfigyelők száma. A Meteor c. megfigyelési útmutató kéthavonta közli a megfigyelésre ajánlott égi jelenségeket és összegyűjtve közzéteszi az országból beérkező megfigyelési adatokat. Ma már ott tartunk, hogy nehezen lehet helyet adni kisterjedelmű kiadványunkban e tevékenységnek.

Előző Évkönyvünk szerint 1971 áprilisában a Baráti Kör taglétszáma 4300 volt. Most egy évvel később ez a szám 5600-ra nőtt. Mozgalmunk hétéves történetében a legerőteljesebb fejlődés ütemét tükrözi ez. Biztató ígéret ez arra, hogy a Baráti Kör mozgalma még további fejlődés előtt áll.

Itt kell megemlítenünk egy igen érdekes jelenséget. Kezdetben nagyon sokat kellett tennünk, hogy mozgalmunk híre eljusson az érdekeltekhez. Talán most érkezünk el odáig, hogy a Baráti Kör dinamikus, önmagát fejlesztő mozgalommá vált. Maguk a tagok váltak munkatársak-

ká és ismerőseik körében örömmel és lelkesedéssel terjesztik mozgalmunk hírért. Sok esetben olyan ismeretlen helyekről kérik felvételüket — ahova a mi propagandánk semmiképpen nem juthatott el. Nyilvánvaló, hogy a Föld és Ég 15 000 példánya, a kétszer is vetített tv film a „Hobbym a csillagos ég” is felkeltette a figyelmet.

A tv és a rádió eljut mindenhova, a Föld és Ég azonban még tízezer lakosú községekbe sem igen jut el. Ezért értékeljük nagyra azt, hogy a személyes érintkezés lett mozgalmunk leghatékonyabb terjesztője. Ez egyben kifejezi azt az alapelgondolást is, amiből a hazai csillagászati ismeretterjesztés kinőtt: az ismeretterjesztést eredményesen csakis az önkéntességre lehet építeni.

Könyvkiadásunk igyekszik lépést tartani a megnövekedett érdeklődéssel. A gyakorlat mégis az, hogy az újonnan megjelenő jó ismeretterjesztő csillagászati könyvek heteken belül elfogynak. A példányszám messze alatta marad még mindig az érdeklődők számának. A külföldről behozatott térképek, könyvek is hamarosan vevőre találnak.

Örvendetes tényként közölhetjük, hogy készül a Távcső Világa 3. kiadása a Gondolat Kiadónál. Az 50 ívre tervezett új kiadás egészen új könyv lesz. az 1958-ban megjelent 2. kiadás óta eltelt 14 év alatt szinte minden területen annyi sok új ismeret született, hogy nem lett volna értelme egy változatlan, vagy csak kismértékben átdolgozott új kiadásnak. Az amatőrök kézikönyvének szánjuk az új kiadást, ugyanúgy, mint eddig, tartalmazza a távcsőkészítés részletes leírását, a megfigyelések technikáját és részletesebb fejezetek foglalkoznak a csillagászat új problémáival. A következőkben szemelvényként néhány Bemutató Csillagvizsgáló beszámolóját közöljük.

BUDAPEST

A bevezetőben sok mindent elmondtunk a budapesti munkáról. Főként az országos vonatkozású kérdéseket említettük.

Korábban már szó volt arról, hogy Budapesten a Sánc utcai Uránián kívül 50 cm-es reflektorral felszerelt csillagvizsgáló működik a csepeli Munkásotthonban, aminek vezetését Lajtai István helyett az elmúlt évben Mátis András vette át. Működik a Hámán Kató Úttörőház Csillagvizsgálója Rosta Zoltán vezetésével s ott eleven elméleti és gyakorlati munka folyik.

Sok problémánk van a felújított Újpesti Könyves Kálmán Gimnázium Csillagvizsgálójával. Mindaddig nem sikerült az illetékesekkel megtalálni

a rendszeres működtetés módját, noha a IV. kerületben igen hasznos munkát végezhetne az iskolai oktatás segítésére. A Sánc utcai Uránia Csillagvizsgálóban naponta 8—22 óráig folyik a munka, s a megsokasodott feladatnak a meglevő státussal semmiképpen nem lehetett már eleget tenni. 1972. január 1-től tudományos munkatársként dolgozik Zombori Ottó volt gyöngyösi tanár.

Ismeretterjesztő munkánk szintje az előző évekhez viszonyítva sem változott a már többször említett ok miatt, rendkívül kevés és kis létszámot befogadó helyiségeink vannak. Vannak azért új kezdeményezések és eredmények is. Nagy Ferenc gondnokunk a csütörtöki sorozatok közötti időszakban előadássorozatot szervezett filmvetítéssel igen nagy sikerrel. Az előadásokat Szüle Dénes tartotta.

Fő feladatunk a több mint 20 társadalmi munkatársunk továbbképzése. Ez évben hetenként tartották ezeket a foglalkozásokat a fizika, matematika és csillagászat témaköreivel. A célunk ezzel az, hogy a közönséggel érintkező bemutatóink és előadóink jobb felkészültségét biztosítsuk. Zombori Ottó vezetésével főként Kelemen János, Gellért András és Piroska György vett részt tevékenyen ebben a továbbképzésben mint előadó.

Társadalmi munkatársaink növekvő felelősségét mutatja, hogy aktívabban részt vesznek az Uránia belső életében, felelősséget éreznek azért, hogy az Urániát otthonosabbá, kulturáltabbá tegyék. A mindennapos bemutadásokon és előadásokon kívül megrendeztük az elmúlt időszak két csütörtöki előadássorozatát.

Munkatársaink igen tevékenyen készülnek fel egy-egy érdekesebb égi jelenség megfigyelésére. A fogyatkozások és érdekes fedések észlelésében csaknem valamennyien részt vesznek. A szépen fejlődő megfigyelő munka eredményeiről a Meteor és a Föld és Ég lapjain számolunk be rendszeresen.

Az 1971 őszi csütörtöki sorozat 8 előadása: dr. Szimán Oszkár: Gömbhalmazok, Róka Gedeon: A Világegyetem építőkövei, Fejes István: Rádiógalaxis volt-e a Tejútrendszer?, Szüle Dénes: Az Apolló-14 és -15 expedíciók eredményeiről, dr. Horváth Ferenc: Nagy geológiai folyamatok a Föld kialakulásában, dr. Kulín György: Emlékezés Keplerre és Tychora, Ponori Thewrewk Aurél: Az Izlám csillagászata, dr. Almár Iván: A marskutató újabb eredményei.

Az 1972 tavaszi csütörtöki sorozat 10 előadása: Róka Gedeon: Újabb adalékok a Naprendszer kialakulásához, Illés Erzsébet: A magaslégkör kutatása mesterséges égitestekkel, dr. Barta György: A Föld mágneses

terének változása és a Föld felépítése, dr. Kulin György: Katasztrófa és fejlődés, Erdős Tamás: Az üstökösök, ifj. Bartha Lajos: Mi újság a Naprendszerben?, dr. Marik Miklós: Szerves molekulák a csillagközi térben, dr. Érdi Bálint: A pulzárak, dr. Szimán Oszkár: Mélyfúrás a csillagok belsejébe, Zombori Ottó: A galaxisok világa.

Az Uránia Csillagvizsgáló és a citadellai részleg évi forgalma (a Citadellán május 1—okt 31-ig) együttesen most is elérte az 50 ezret.

Az Uránia Csillagvizsgáló sokrétű munkájában, a bemutatásokon, előadásokon és az Uránia körül adódó tevékenységben a legaktívabb munkatársak a következők voltak: Bán András, ifj. Bartha Lajos, Erdős Tamás, Fejes Lajos, Gellért András, Habina József, Kelemen János, Kenéz István, Kovács Péter, Kovács Zoltán, Kunovits Jenő, Mátis András, Nagy László, Pap Judit, Peringer Miklós, Piroska György, Pócs Mihály, Schalk Gyula, Szécsy Ilona, Szüle Dénes, Torma Tibor, Turák József,

Személyi ügyek

Igazgató: dr. Kulin György.

Igazgatóhelyettes: Ponori Thewrewk Aurél (részfoglalkozásban).

Tudományos munkatárs: Zombori Ottó.

Gondnok: Nagy Ferenc.

Gazdasági ügyintéző: Bársony Bertalanné.

Vezető műszerész: Orgoványi János nyugdíjas.

Műszerészek: Hernádi Károly, Reindl János (részfoglalk.).

Takarító, teljes állású műszerész, optikus, megszavazott, betöltetlen állások.

A budapesti Uránia csillagászati-űrkutatói szakköre

Az immár több mint egy évtizede működő állandó szakkör célja részben a csillagászat és rokon tudományai iránt komolyabban érdeklődők, továbbá a kezdő és gyakorlottabb amatőrök összefogása, tájékoztatása, irányítása és továbbképzése — elsősorban a tagság aktivizálása útján. Másrészt a TIT célkitűzéseinek megfelelően és céljainak elérése érdekében minél több és minél képzetesebb amatőrt igyekszünk nevelni a csillagászati ismeretterjesztés számára. Mindkét kitűzött cél elérésére a legalkalmasabbnak a szakkörön való aktív részvétel bizonyult.

A kéthetenkénti foglalkozások gerincét két-három, önként vállalkozó szakköri tag kiselőadása alkotja. Az előadó így gyakorlatot szerez

a téma kiválasztása, az anyag összegyűjtése és megrostálása, továbbá rendszerezése, végül a szakkör előtti előadása, tehát a nyilvánosság előtti szereplés terén. Az előadások témáját többnyire a Választmány által meghirdetett levelező tanfolyamának alap-, ill. haladó fokozata kérdései közül választjuk. Ezek mellett állandóan napirendre kerülnek a csillagászat alapfogalmai és olyan általános kérdések, amelyek nemcsak a csillagászat, de általában minden természettudomány fontos alapproblémái. Nem lehet véletlen, hogy az 1971 decemberében megtartott összefoglalón („vizsgán”) a részt vett 11 szakköri tag közül 10 a „kiváló” fokozatot érte el, és a 11. is „megfelelő” volt. Tudvalevő, hogy a haladó fokozat sikeres letétele az egyik feltétele annak, hogy valaki bekapcsolódhasson a TIT csillagászati-űrkutatói ismeretterjesztő munkájába. Mint-hogy a csillagászati ismeretterjesztés oroszlánrésze hazánkban az amatőrökre hárul, elsőrendű fontosságú kíváncsi, hogy ezek az amatőrök komoly tudományos képzést kapjanak.

A beszámolási időszakban a szakköri munkában tanúsított jó eredményük és megfelelő képességeik folytán Kovács Péter, Kunovits Jenő és Pap Judit az Uránia külső munkatársai lettek, munkájában részt vesznek.

1971 és 1972 tavasza közötti időszakban a szakkörben elhangzott legemlékezetesebb előadások voltak:

Kürti Jenő: Relativitáselmélet I—V.

Torma Tibor: A Vénusz-kutatás eredményei I—IV.

Papp János: Színképelemzés I—V.

Tihanyi László: Anyag, energia, tér, idő I—IV.

Érdekes és hasznos volt Szüle Dénes sorozata, amelyben a leendő előadók számára beszédtechnikai ismertetést adott. Dr. Személyi Kálmán időszakonkénti égi mechanikai tárgyú előadásai ennek a szép, de száraznak tűnő tudományagnak néhány problémáját fejtette ki, szigorúan csak középiskolás matematikai módszerekkel. Ifj. Bartha Lajos csillagászati és űrkutatási újdonságokat ismertető előadásait a tagság mindenkor igen nagy érdeklődéssel hallgatta. Általában több kérdés és hozzászólás hangzott el az előadott témával kapcsolatban — és a kéthetenkénti foglalkozások órái már nem elegendők a jelentkezők szerepeltetésére és a témák feldolgozására.

Az egyes foglalkozások alkalmával a jelenlevők száma állandóan emelkedik. A beszámolási időszak jelenléti létszáma már 40 fölött jár.

A komoly érdeklődő amatőrök, akik hajlandók és képesek részt venni tudományos értékű megfigyelésekben, a megindított kéthavi, sokszorosított, Meteor c. kiadványból értesülhetnek arról, hogy milyen jelenséget mikor figyelhetnek meg, és megfigyeléseiket hogyan végezzék. Így a szakkör több tagja észlelte az 1972. március 19-i Plejád-fedést. Sokan figyelik az általuk kiválasztott változókat és készítenek rajzokat a Nap vagy a bolygók felszínéről.

Az Uránia szakköre számos más budapesti és vidéki szakkörrel tart gyümölcsöző kapcsolatokat. Így több ízben látta vendégül a szentendrei Kossuth Lajos Katonai Akadémia csillagászati szakkörének tagjait, akik olykor testületileg vettek részt a foglalkozásokon.

Ponori Thewrewk Aurél

FÚZFŐGYÁRTELEP

A Csillagvizsgáló fő tevékenysége továbbra is az ismeretterjesztés, amelyet kiterjesztettünk az egész megyére.

Ennek keretében összesen 130 előadást és bemutatót tartottunk, közel 5500 hallgató részére. Az előadásokban egyre jobban tért nyerne az ún. „Akadémia”-i sorozatok, amely véleményünk szerint egyik leg-hatékonyabb formája a csillagászati ismeretek terjesztésének.

Igen szép számú vendégsereg is megfordult a Csillagvizsgálóban, akiknek bemutattuk a Csillagvizsgálót, beszámoltunk tevékenységünkéről és akik igen nagy érdeklődéssel figyelték az égbolt objektumaihoz és jelenségeihez fűzött magyarázatunkat.

Egyéb tevékenységeink között szerepel az Ifjúsági Szakkör-i foglalkozások megtartása, amelyet rendszeresen látogatnak tagjai.

Veszprém megyében immár hagyomány, hogy egy éves időtartamra terjedően „Kiváló Műszaki Szakkör”-i pályázatot hirdetnek, 1971. évben már a harmadikat. E versenyeken mi is elindultunk és mindhárom alkalommal elnyertük a kiírási feltételek szerinti „Kiváló Szakkör” címet, amellyel oklevél és pénzjutalom is párosult.

Állandóan bővítjük felszerelésünket — nemcsak a kifejezetten csillagászati, hanem a bemutatóeszközöket is —, amelynek keretében elkészítettünk egy „PULZÁRIUM”-ot is. Ez arányos időnyújtással villogva ábrázolja az első 50 pulzár helyét egy ekvatoriális koordináta rendszerben. Nagy sikerére jellemző, hogy az országban több helyen megrendezett „barkács” kiállításokra is elkérték.

Van a csillagászati ismeretterjesztésnek egy olyan területe is, amely nem szorosan a képen, vagy szóban végzett tevékenységet jelenti, ez pedig a távcsőépítés elősegítése, hogy minél több helyütt legyen egy-egy olyan góc, amelyre a későbbiekben mint biztos alapra számíthatunk.

Erre figyelemmel kapcsolódva az Úttörő Szövetség által meghirdetett távcsőépítési akcióhoz, a megyében több helyen, összesen 25 db 5 cm átmérőjű távcső építéséhez nyújtottunk segítséget, részben anyagbeszerzés, részben szerelési tanácsadás formájában.

Ezenkívül 4 db 10–15 cm átmérőjű Newton-távcső készítésében is közreműködtünk, amelyek ugyancsak sok örömet hoznak tulajdonosaiknak.

Ezekkel a tevékenységeinkkel — úgy véljük — jövő évi ismeretterjesztési munkánkat széles rétegben, nagy területen megalapoztuk.

Lendvai László
a Fűzfői Csillagvizsgáló
vezetője

ÓZD

Az Ózdi Uránia Csillagvizsgáló fenntartó szerve az Ózdi Népművelési Intézmények Igazgatósága. Az évi 35 ezer Ft-os költségvetésből fedezzük a személyi és tárgyi kiadásokat. Az Urániának három mellékállású dolgozója van: Elek Imre gimn. tanár, az Uránia vezetője, Varga István műszerész és Barócsi József takarító.

A beszámolási időszakban az Urániánk a technikai jellegű fejlesztés mellett legfőbb feladatának a tartalmi munka elmélyítését tűzte ki célul. Anyagi gyarapodásunk a következők: 1 db M 20-as magnetofon; 1 db $f = 1000$ mm 1:10 fényerejű Grand Prix CCCR tükrös teleoptika 3 db színszűrővel; 1 db Praktika Szuper TL fényképezőgép és 1 db relérendszer az elektromos stopperhez (házi készítésű). Házi könyvtárunkba az alábbi folyóiratokat járattuk: 1 db Föld és Ég; 1 db Meteor; 1 db Élet és Tudomány; 1 db Fizikai Szemle; 1 db Die Sterne; 1 db Sky and Telescope. Az Uránia az alábbi feladatköröket látja el:

1. Az iskolai oktató-nevelő munka segítése távcsöves és egyéb bemutatókkal.
2. Szakköri munka.
3. A Csillagászat Baráti Köre ózdi csoportjának összefogása.

4. Csillagászati és űrkutatási ismeretterjesztés a látogatók és a szoc. brigádok részére.

5. Érdekes természeti jelenségek (csillagászati) filmezése. Részletesebben:

1. Ózd város és járás iskolái részére ez évben 39 alkalommal 1175 fő részére tartottunk filmvetítéssel egybekapcsolt távcsöves bemutatót. Míg az elmúlt oktatási évben a Nap volt a bemutatók központi témája, ez évben a Hold. Az iskolai bemutatókat a kedvező holdfázisokhoz alkalmazkodva naponta az esti órákban tartottuk, magnóról komoly zenei kísérettel.

2. Az Urániában két szakkört működtettünk: egy kezdő csoportot, főleg általános iskolai tanulókkal és egy haladót középiskolai tanulókkal. Míg a kezdő csoport tematikája általános és leíró jellegű, addig a haladó csoporté főleg feladatmegoldó a mechanika és az égimechanika témaköréből. A szakköri foglalkozásokat kéthetenként és kétórásnak tartjuk. A kezdő csoportnak 15, a haladónak 21 tagja van. A beszámolási időszakban 16, illetve 17 foglalkozást tartottunk. Igen eredményesnek bizonyultak azok az előadások, melyeket a tanulók tartottak és azt utána megvittattuk. Több mérési gyakorlatot is végeztünk, melyekkel az iskolai mérési gyakorlatukat kiegészítették. Ezek közül néhány jelentősebb: 1. a Föld tengelykörüli forgásának bizonyítása Foucault-féle ingával; 2. a „g” meghatározása Foucault-féle ingával. (0,1% pontossággal határozták meg a gyerekek, az időt elektromos stopperrel mérték és a helyi korrekciókat is figyelembe vették); 3. a Coriolis-féle erőt a számított értéktől 5%-os pontossággal határozták meg Foucault-féle ingával. Jelenlegi kísérleti méréseink a Nap tengelykörüli forgásának és a relatív napfoltszám mérésére irányulnak.

3. A Csillagászat Baráti Köre ózdi csoportjának jelenleg 137 tagja van. A 102. sz. Ipari Szakmunkásképző Iskolában önálló csillagászszakkör alakult Karika Zoltán tanár vezetésével. Az elméleti jellegű ismeretek mellett főleg távcsőépítéssel és egyéb szemléltetőeszköz készíttéssel foglalkoznak. Jelentős a Föld—Hold rendszer mozgását demonstráló időtartóan működő modelljük. A Csillagászat Baráti Körének szervezésében megrendeztük szeptember 27. és okt. 5. között a Csillagászati Hetet, mely alkalommal 4 előadást és 5 távcsöves bemutatót rendeztünk kb. 5—600 hallgatónak. A megnyitó előadást Nébli Vendel adjunktus, tud. munkatárs tartotta „A Világűr mint laboratórium” címmel.

4. A népművelést csillagászati és űrkutatási előadások tartásával támogatjuk. A város és járás lakói részére valamint a socialista brigádok

részére filmvetítéssel és távcsöves bemutatásokkal előadásokat szervezünk, illetve az igényeknek eleget teszünk. Az O. K. Ú. Durvahengermű MEO két szocialista brigádjával „szerződést” kötöttünk, melynek keretében mi tájékoztatjuk őket az aktuális csillagászati és űrkutatási kérdésekről, ők pedig a csillagvizsgáló környékének parkírozási munkáit egész évben elvégzik.

5. Az Urániában kísérleti jelleggel Nap, Hold, bolygó fényképezéseket is végzünk. A Bizományi Áruházban vásárolt Grand Prix f = 1000 mm-es 1:10 fényerejű teleoptikát összeépítettük a belső fénymérős Praktika Super TL fényképezőgéppel. Szélsőséges érzékenységu filmanyagot szereztünk be és ezzel jobb minőségű képeket sikerült készíteni, mint korábban. A biztató kezdeti jelek után foto és fotovizuális észleléseket szeretnénk végezni.

A következő időszakban hasonlóképpen a vázolt öt területen kívánunk tevékenykedni, fokozva a tartalmi munka hatékonyságát. A beszámolási időszakban kb. 7500 fő részére sikerült az „elérhetetlenek” vélt csillagászati és űrkutatási ismeretekről több-kevesebb élményt nyújtani. Ózd, 1972. ápr. 16.

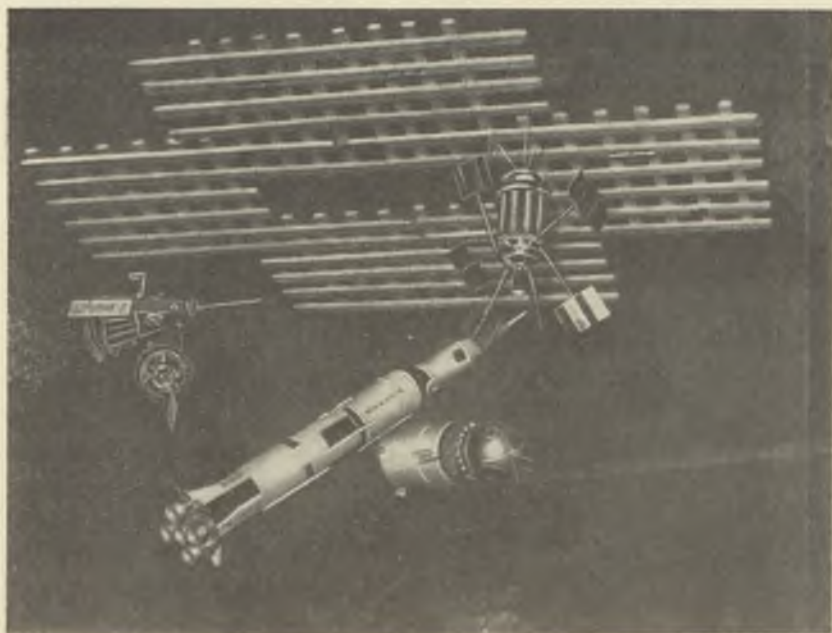
Elek Imre
az ózdi Uránia vezetője

GYÖNGYÖS

A gyöngyösi csillagászati ismeretterjesztő munkáról eddig keveset hallottunk. Egy évig működött egy távcsőépítő szakkör, amelyet a néhai Fehér István mátrafüredi amatőr csillagász vezetett, valamint emlékeztetek Rónai Kálmánnak — a TIT Heves megyei Csillagászati és Űrkutatási Szakosztálya elnökhelyettesének — előadásai is.

Mégis a széleskörű csillagászati ismeretterjesztés szempontjából Gyöngyös eddig inkább fehér foltnak számított.

Az 1969. évi Csillagászati Héten megalakult szakkör eddigi munkája szép példája annak, hogy ifjúságunk széles rétegeit lehet bevonni az ismeretterjesztésbe, ha számukra színes programot, komoly feladatokat biztosítunk. A szakköri létszám állandósult, mind a középiskolai, mind az általános iskolai szakkör 25—25 fős tagságával. Foglalkozásainkon az Országos Választmány levelező tanfolyama vizsgaanyagát dolgozzuk föl, a tagság nagy része le is vizsgázott. Mindannyian tagjai a Csillagászat Baráti Körének.



12. ábra. Makettek a Csillagászati Szakkör selypi űrkutatási kiállításán

Az évenként megrendezett Csillagászati Héten a szakkör vizsgázott tagjaiból bemutató csoportokat alakítottunk, akik a város különböző pontjain magyarázattal egybekötött távcsöves bemutatót tartottak, a szakkör 45 mm-es jugoszláv és az Orgoványi-féle 72 mm-es távcsöveivel. Az előadások szervezeti előkészítésében — jegyek, bérletek árusítása — és lebonyolításában — berendezés, technika biztosítása — szintén jelentős részt vállaltak a szakköri tagok.

Érdekes színfoltjai a szakkör aktivitásának az alkalmanként megrendezett önköltséges tanulmányi kirándulások, melyekre a diákok mégsem sajnálják az időt és a pénzt, hiszen ezáltal az élményeken kívül csillagászati tudásuk is emelkedik. Eddigi útjaink során jártunk Piskésetőn, egy Föld és Ég anketon Egerben, az MTA Szabadság-hegyi Csillagvizsgáló Intézetében, többször a budapesti Urániában; baráti összejöveteleken találkoztunk az újpesti Könyves Kálmán Gimnázium és a csepeli Csillagászati Szakkör tagjaival. Eddigi legnagyobb kirándulásunk Cseh-szlovákiába vezetett 1971 júniusában, melynek során megtekintettük a

Tátrai Csillagvizsgálót, a rozsnyói és eperjesi Uránia Csillagvizsgálókat, ahol igazán meleg barátsággal fogadtak bennünket.

1971-ben sikerült a csillagászati rendezvényeket a Csillagászati Héten túlmenően az egész évre széthúzni, amiben a legjelentősebb munka a három űrkutatási-csillagászati kiállítás megrendezése volt, 1971. április 15—28. Gyöngyösön, október 20—november 3. Selypen, 1972. április 12—22. Visontán. Kiemelkedően sokat dolgoztak az anyag összeállításában: Ágó Dániel, Majoros János, Pintér Gábor, Havellant István, Eperjesi László és Butyka Géza.

A kiállítások látogatottsága felülmúlta elképzeléseinket, egyedül a gyöngyösi kiállítást 1435 fő tekintette meg. Az iskolák földrajz, ill. fizika szakos tanárai felismerve, hogy a kiállítás az egyik leghathatósabb eszköz a csillagászati és űrhajózási alapismeretek megismertetésére, egész osztályokat hoztak el a kiállításokra.

A szakkör híre a városon túlra is eljutott. A Heves megyei Művelődési Központ Ifjú Fizikusok Köre 1971. márc. 28-án tartotta kihelyezett foglalkozását, melyen Balla Tamás és Mátyus László csillagászati kiselőadást tartottak. Az előadások anyaga később az Ifjú Fizikus c. megyei kiadványban is megjelent. A megyei Ifjú Fizikusok Találkozóján — 1971. szeptember 12—14. Felsőtárkányban — pedig a szakkör tagjai közül Bartucz József, Kis Zsuzsanna és Domoszlai Ilona előadással vettek részt a csillagászati szekció munkájában. A szakkör öt tagja önkéntesen vett részt az 1971. júliusi esztergomi tábori csillagászati továbbképző tanfolyamon.

Nemes Zoltán szakköri tagunk belépett a TIT-be, azóta több csillagászati előadást tartott a mátrai üdülőkben.

Haász Tibor — a 4000. Baráti Köri tag szintén tart ismeretterjesztő előadásokat, mintegy biztosítékként arra, hogy lesz utánpótlás az előadók terén.

Külön meg kell említenünk a szakosztály két tagját: Ollé Bélát, aki amatőr csillagászként kezdte és képezte magát előadóvá, és Márta Ferencet, aki kitűnt az előadások szervezésében, előkészítésében és színvonalas megtartásában. Több szakköri foglalkozásunkon is tartott előadásokat.

Említésre méltó még a gyöngyösi Művelődési Ház Tudományos Estek sorozata, melyet három évre tervezünk. Az első Az ember és a csillagok címet kapta és vitathatatlan sikerrel zárult. A szakkörösök szervezőkészségét dicséri, hogy már az első előadásra minden bérlet elfogyott.

Természetes, hogy ez a két és fél év még nem jogosíthat fel senkit arra, hogy a szakkör jövőjéről bármit is mondjon, mégis gondolom, hogy sikerült megtalálnunk a mi viszonyaink mellett legmegfelelőbb formáját a csillagászati ismeretek terjesztésének.

Zombori Ottó
szakkörvezető

KOPERNIKUSZ (1473—1543)

500 évvel ezelőtt, 1473 február 19-én született Kopernikusz, nemcsak a csillagászat, hanem az emberiség kultúrtörténetének is egyik legnagyobb alakja.

Működésének kora, a XVI. század első fele, Európa társadalma gazdasági és kulturális életének megújulása, az újkori polgári fejlődés kezdete. A középkor vége felé az árutermelés, a közlekedés és a kereskedelem színvonalának emelkedésével egyre nagyobb lett a városi polgárság befolyása. *Kolumbusz* Amerikát felfedező útja után *Vasco de Gama* körülhajózza Afrikát, a *Magelhães*-expedíció megkerüli a Földet, *Amerigo Vespucci* eljut Venezuelába. A nagy földrajzi felfedezések révén megindult a tengerentúli kereskedelem és nagyon sok új ismeret gyűlt össze, aminek feldolgozása a termelés fejlesztése szempontjából fontos érdeke lett a polgárságnak.

A polgárság kibontakozó gazdasági tevékenységét nagy mértékben akadályozták a hűbéri rendszer kötöttségei és a középkori skolasztikus világfelfogás, amely elzárta a természettudomány fejlődésének útját. A középkori egyház a tudományt teljesen alárendelte a teológiának, az ókori tudománynak is csak azokat az eredményeit karolta fel, amelyek beilleszthetők voltak a keresztény tanítások rendszerébe és hozzájárultak ahhoz, hogy a skolasztikus filozófia megkísérelje a vallásos világnézet elméleti megalapozását. A középkori egyetemeken is egyházi felügyelet alatt folyt a tanítás, amely főleg *Arisztotelésznek* arab fordításban Európába került tanainak skolasztikus értelmezésén alapult.

Minden olyan tanítás, amely nem volt összhangban a skolasztikus filozófiával, vagy a vallás egyes tételeivel, a fizikai terrortól sem visszariadó szigorú megtorlást vont maga után.

Olaszországból azonban, ahol a görög-római kultúra reneszánszával példátlanul fellendült a művészet és az irodalom, a gazdasági törekvések

nyomán mégis terjedni kezdett a humanizmusnak nevezett széleskörű eszmeáramlat, az egyén, a szellemi élet, a tudományos kutatás szabadságáért, a felvilágosultabb gondolkodásért. A korai és az érett reneszánsz nagy humanistái *Petrarca, Dante, Boccaccio, Leonardo da Vinci, Rotterdami Erasmus, Rabelais* az egyéniség szabadságát és az ember jogát hirdették az öröme és a földi szükségletek kielégítésére, a vallási askétizmus ellen harcoltak, a skolasztika helyébe lépő új világszemlélet útját egyengették. De a feudalizmus világképének megtöréséhez, a termelést megalapozó rendszeres természetkutatáshoz a tudománynak kellett szabadulnia a teológia ellenőrzése alól.

Mind a természettudomány, mind a világnézet megújulására irányuló törekvések a XVI. században a csillagászat területén találkoztak.

A csillagászat fejlesztését ebben a korban ugyanis megkövetelte az a reális gyakorlati szükséglet, hogy az újonnan felfedezett világrészeket összekötő kereskedelmi útvonalakon a tengerhajózás biztonsága és a birtokba vett területek feltérképezése pontosabb földrajzi helymeghatározási eljárásokat igényelt a csillagászattól.

A földrajzi szélességet már az ókori hajósok is viszonylag egyszerű módon, akár a Nap delelési magasságának, akár az északi félgömbön a Sarkcsillag magasságának megméréseivel meg tudták határozni. A földrajzi hosszúság megállapítása azonban még az újkor elején is problematikus volt, hiszen a mozgó hajón is használható pontos órát — amely a kezdő délkör helyi idejét mutatta —, a hajókronométert *Harrison* csak a XVIII. században találta fel. Az 1500 körüli évek hajósai a földrajzi hosszúság meghatározásához hollygótáblázatokat használtak, amelyek az év minden napjára és órájára megadták a Nap, a Hold és a bolygók viszonylagos helyzetét az égholton. A leghíresebb ilyen táblázatokat *Regiomontanus* egy ideig hazánkban tevékenykedő nürnbergi csillagász állította össze 1473-ban és Mátyás királynak ajánlotta, akinek udvarában hosszabb ideig dolgozott. A nyílt óceánon való hajózás azonban a hajó menetirányának kijelöléséhez megkövetelte, hogy a hajó helyzetét legalább néhány tengeri mérföld (1 tengeri mérföld = 1852 m) lehessen meghatározni. A *Regiomontanus*-féle táblázatok bár jobbak voltak a korábbiaknál, de ezekben is előfordultak több fokos hibák a bolygók előre számított és ténylegesen megfigyelhető helyzete között, ami pedig több száz km eltérést is okozhatott a hajó helyzetének meghatározásánál. Ez többször arra vezetett, hogy a hajók zátonyra futottak, az értékes rakomány elpusztult és emberek veszték oda. Nyilvánvalóvá vált, hogy a

bolygók mozgásának sokkal megbízhatóbb elméleti leírására volna szükség, esetleg egészen új alapról megközelítésére.

A csillagászati világgép átalakulásának lehetősége azonban csak a skolasztika helyébe lépő új világszemlélet keretében realizálódhatott, mert a skolasztika, a feudális ideológia alaptételei közé tartozott a Föld mozdulatlanságának és a Világegyetem véges voltának tana.

Bizonyos csillagászati vizsgálatokat, nevezetesen az év hosszának legalább a negyedik tizedesig történő pontossággal megállapítását sürgette az egyre halaszthatatlanabbá váló naptárreform is. A *Julius Caesar*-féle naptár ugyanis a ténylegesnél valamivel hosszabbra vette az emberiség életét szabályozó (tropikus) év hosszát és emiatt a XVI. század elejére a naptár már több mint 10 nappal tért el a helyes időponttól. A csillagászat revízióját tehát várták a tudósok, humanisták, hajósok, térképészek, naptárkészítők, sőt még az asztrológusok is, mert ebben a korban a csillagászat még nem határolta el magát az asztrológiától. Kopernikusz korának csillagászata pedig nemcsak gyengeségét ismerte fel a társadalmi gyakorlattól kapott feladatok megoldására, hanem megsejtette az új tudomány körvonalait is.

A csillagászat Kopernikusz korában

A geocentrikus világgép, mely a Földet a Világegyetem mozdulatlan középpontjának tekintette, a középkor vége felé már nem volt egységes. A szellemi élet központjai, az apátságok és kolostorok az ókori görög csillagászatot több mint ezer éven át teljesen háttérbe szorították és a biblikus legendáknak megfelelő világgépet tették uralkodóvá. Ez a vallásos világgép a Föld gömb alakját is tagadta. Nemcsak Föld-, hanem emberközpontú is volt, mert a Biblia szerint az égitesteket mintegy világító lámpásokként a „teremtés koronája” az ember kedvéért teremtették, az ember lakóhelye, a Föld, kitüntetett, kiváltságos helye az égre és Földre kettéosztott világnak.

Az antik természettudomány eredményeit az arab tudósok mentették át az utókor számára. *Harun al Rasid*, az Ezeregyéjszaka elbeszéléseiből ismert kalifa i. sz. szerint 800 körül Bagdadban természettudományos iskolát alapított és százával küldte tudósait a görög kéziratok tanulmányozására. Az egyre terjeszkedő arab birodalom ekkor már a Gibraltar-táron keresztül átjutott Spanyolországba, ahol Cordoba az arabok európai tudományos központja lett. A XIII. századtól kezdve innen terjedt el

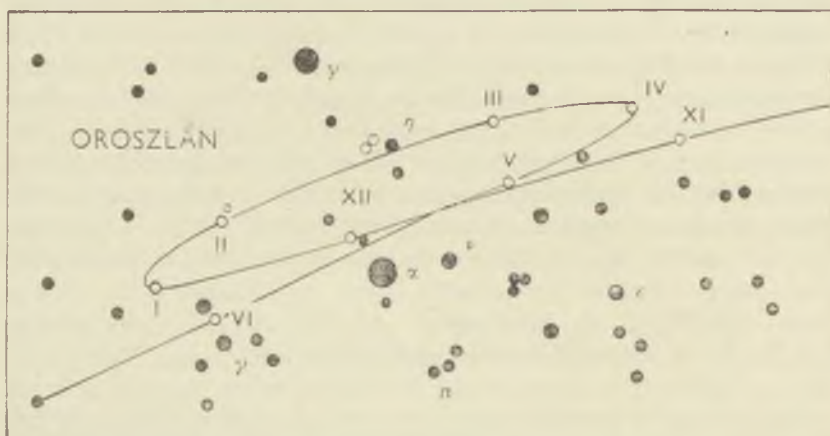
fokozatosan *Klaudiusz Ptolemaiosz*, i. e. II. század Alexandriában élt görög csillagász fő műve, „*Almagest*” arab néven az eredeti görög kézirat arab változatának latin fordításában úgyszólván az egész európai tudományos körökben.

A XII. sz.-ban alapított párizsi és bolognai — és általában a középkori egyetemeken — így már Ptolemaiosz rendszerét tanították. Ptolemaiosz rendszerében a Világegyetem központjában a gömbalakú mozdulatlan Föld helyezkedik el. Ptolemaiosz műve az ókori csillagászat összefoglalása, bár ismeretes, hogy az ókorban a Föld mozdulatlansága nem tartozott az eldöntött, lezárt kérdések közé, a geocentrikus világméret nem fogadták el általánosan. A számoszi *Arisztarkhosz* i. e. 250 körül méréssel állapította meg, hogy a Nap nagyobb, mint a Föld és ennek alapján dolgozta ki az első heliocentrikus rendszert. Arisztarkhosz tézisei a Föld tengelykerületi forgásáról, napkerületi keringéséről ma is szóról szóra helytállóak, minden kiigazítás nélkül bele kerülhetnek pl. egy általános iskolai tankönyvbe. Arisztarkhosz és a heliocentrikus felfogás más ókori képviselői azonban messze megelőzték koruk tudományát és nézeteik nem épülhettek be szervesen a görög csillagászatba. Nem voltak azonban ismeretlenek a kor gondolkodói előtt. *Seneca* római bölcselő pl. így elmélkedett: „Ide fog tartozni annak gondos kidolgozása is, hogy tudjuk, vajon a világ kering-e a nyugvó Föld körül, vagy a mindenség nyugszik és a Föld forog. Voltak ugyanis, akik azt mondták, hogy a természet bennünket mozgat, anélkül, hogy tudnánk és az égitestek kelése-nyugvása nem az égbolt mozgásától, hanem a saját magunkétól jön létre. Ez a kérdés érdemes a vizsgálatra, hogy tudjuk azt, milyen világban is élünk: a természet a legnyugalmasabb, vagy a leggyorsabbban mozgó székhelyet jelölte ki számunkra...” (Természeti Kérdések, 7. könyv.)

Ptolemaiosz is ismerte a Föld mozgására vonatkozó nézeteket, de egyrészt többszáz esztendő csillagászati észleléseinek feldolgozásából arra az eredményre jutott, hogy ezek kielégítően értelmezhetők a nyugvó Földre vonatkoztatva, másrészt a Föld mozgásának feltételezését összeegyeztethetetlennek találta az akkori mechanikai ismeretekkel. Az arisztotelészi dinamikának olyan helytelen következtetései ugyanis, hogy a gyorsan forgó Földnek szét kellene szakadnia, vagy hogy a szabadon eső testek alatt a Föld elforogna, csak *Galilei* tudta megcáfolni. Főképpen pedig a ptolemaioszi rendszer azért bizonyult magasabb rendűnek az ókori heliocentrikus nézetekhez képest, mert a Föld mozgásának tézisével nem egyszerűen egy másik tézist, a Föld mozdulatlanságát állította

szembe, hanem Ptolemaiosz matematikailag kidolgozott rendszere alapján az ókori követelményeket kielégítő pontossággal előre lehetett számítani a bolygók helyzetét, ami az ókori természettudomány legnagyobb teljesítményét jelentette.

A bolygók bonyolult látszólagos mozgásának magyarázata sok fejlődést okozott az ókor csillagászaiban. A bolygók ugyanis nem mindig ugyanabba az irányba mozognak. Mozgásuk főiránya nyugat — keleti, de ezen direkt irányú mozgás során az ún. stacionárius pontokon néha

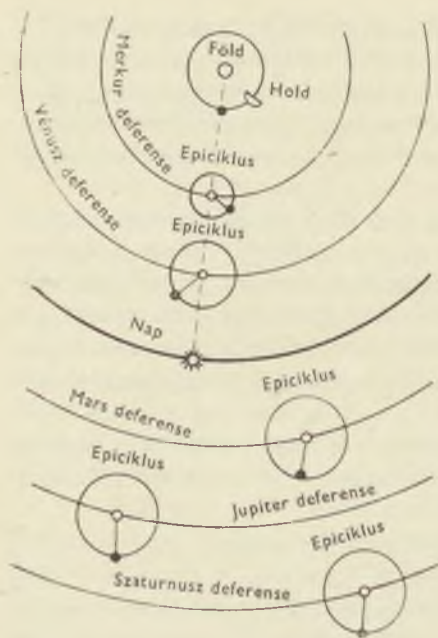


13. ábra. A Mars bolygó látszó útja az Oroszlán csillagképben 1947 novemberétől 1948 júniusáig. A római számok a hónapok elejének megfelelő helyzetet jelölik

hetekre szinte megállnak, majd visszafordulnak retrográd irányba. Ezután ismét megállás, majd a direkt mozgás hosszabb szakasza következik. Röviden szólva: a bolygók látszólagos pályáján hurokszerű visszafordulások figyelhetők meg. A Jupiter pályáján például 12 esztendő alatt 12 hurok.

A bolygók fényességének változása emellett távolságváltozásra utalt, ami nem volt összhangban azzal, hogy a bolygók szabályos körpályán keringenek a Föld körül.

Ptolemaiosz az ún. epiciklus elméletével tette közelítő pontossággal számíthatóvá a bolygók komplikált égi vándorútját, amelyről a régi időkben a bolygó-csillag elnevezést kapták. Az epiciklus-elmélet lényege, hogy különböző helyzetű és méretű egyenes körmozgások kombinációi-



14. ábra. Epiciklusok és deferensek Ptolemaiosz rendszerében

szerkesztette meg, hogy a kör átmérője kiadja a bolygó földtávolságának változását és a bolygó a Nappal való konjukciója (együttállása) idején legyen az epiciklus körének tőlünk legtávolabbi, oppozíció (szembenállás) idején pedig a hozzánk legközelebbi pontján. Tekintettel arra, hogy pl. a Jupiter fényessége nem minden oppozícióban volt egyforma, a deferensek középpontját egy kissé a Földön kívül kellett feltételezni.

Ebben a rendszerben a Holdnak és a Napnak nincsen epiciklusuk, csak deferensük, közvetlenül a deferensen keringenek. Bonyodalmat okozott azonban, hogy a Nap és Hold mozgása a deferenseken nem bizonyult egyenesnek, korongjuk méretének változása pedig távolságuk ingadozását árulta el. Ezért a Nap deferensének középpontja sem egyezett a Föld középpontjával, a Hold esetében pedig a Földön kívülre került, sőt még azt is fel kellett tételezni, hogy a Hold deferensének középpontja 9 évenként egyszer megkerüli a Földet. A Merkur és Vénusz epiciklusának középpontja mindig a Nap irányába esik és a deferensen pontosan egy év alatt végez egy keringést a Föld körül. E két bolygó a Nap körül

val az égen megfigyelhető minden bolygómozgás geometriailag értelmezhető. Ptolemaiosz rendszerében a bolygók egyenes körmozgással, nem közvetlenül a Föld körül keringenek, hanem az epiciklusnak nevezett kis körön egy képzeletbeli pont körül. A bolygó ezen epiciklusának középpontja kering azután egyenes körmozgással a bolygó deferensének nevezett körpályán. (14. ábra.) Az előreszámított és megfigyelt bolygóhelyzetek eltéréseinek magyarázatára excentrumos deferens pályákat is bevezettek, melyekben a Föld a deferens középpontjától kisebb-nagyobb távolságra helyezkedett el.

Az epiciklus körüli keringési időt mindig pontosan egy évnek kellett felvenni, az epiciklusok sugarát pedig Ptolemaiosz úgy

ide-oda ingadozóan mozog az égbolton, a Merkúr legfeljebb 28°-ra, a Vénusz 48°-ra távolodhat el a Naptól. Ebből a tényből pontuszi *Hérakleidész*, *Arisztotelész* kortársa arra a kézenfekvő következtetésre jutott, hogy ez a két bolygó a Nap körül kering. Ptolemaiosz rendszerében azonban Merkúr és Vénusz „epiciklusa” nem azonosult magával a bolygó pályájával.

A ptolemaioszi rendszernek tehát megvoltak a maga gyengéi és következetlenségei, amik azzal is jártak, hogy a későbbi észlelések ismételt eltéréseket mutattak az előre számított helyzetekhez képest. Ezen úgy próbáltak segíteni, hogy további köröket, pl. az epiciklusok epiciklusait vezették be, ami a rendszert rendkívül bonyolulttá és mesterkéltté tette. A 13. században *X. Alfonz* kasztíliai tudományokkal foglalkozó királya állítólag így fejezte ki erről véleményét: „Ha én lettem volna Isten helyében, egyszerűbbnek teremtettem volna a világot.” Később a rendszer még tovább komplikálódott, mert *Hieronymus Fracastoro* a XVI. század elején már 76 mozgó kört szerepeltetett benne.

Ptolemaiosz rendszere azon előfeltételeken alapult, hogy a Föld a Világegyetem mozdulatlan középpontja és az összes égitestek a Föld körül „tökéletes” körpályákon keringenek. Ezeket az elveket azonban nem tudta a megfigyelésekkel mindenben összeegyeztetni és így rendszerében csak az állócsillagok övezete kering egyenes körmozgással a Föld körül, a többi égitest különböző Földön kívüli pontok körül végzi keringését, és pedig olyan pályákon, amelyek csak körökön gördülő kisebb körök komplikált rendszerével voltak leírhatók.

Mindennek ellenére az egyetemeken Ptolemaiosz rendszere nagy tekintélyre tett szert és az egyetemi oktatásban a Föld gömb alakját vitathatatlan tényként tanították. A középkori csillagászati világgép kettőségeként azonban mindemellett az egyházi vezetők *Lactantius* vagy *Augustinus* olyan érveléseivel tagadták a Föld gömb alakját, hogy ha a Föld gömb alakú lenne, akkor a Föld túlsó felén lakó emberek nem láthatnák meg az utolsó ítélet alkalmával az égbolton megjelenő Jézust. A salamancai konferencia ilyen megfontolások alapján minősítette kárhozatosnak Kolumbusz tervét, aki nyugat felé, a Földet körülhajózva szándékozott eljutni Ázsiába. Amikor *Magalhães* — nálunk meghonosodott nevén *Magellán* — portugál hajós expedíciója az 1519–1521. években elsőként kerülte meg a Földet, a Föld gömb alakja tényszerűen bebizonyosodott, és bár további kételkedésre ösztönző rést ütött a biblikus világgépen, a ptolemaioszi rendszer is az egyház által megtűrt tudománnyá lépett elő.

Amióta azonban az európai tudományos világ megismerte Ptolemaiosz rendszerét, nagy tekintélye ellenére is keresték az egyszerűbb megoldást a bolygók mozgásának elméletére. Az ókori heliocentrikus sejtések után a XIV. századtól kezdve több gondolkodó ismét felvetette a Föld mozgásának lehetőségét.

Oresmius Lisieux püspöke, korának egyik legműveltebb embere azon töprengett, hogy hátha a Föld nem is a Világegyetem mozdulatlan középontja. *Leonardo da Vinci* gondosan rejtegetett feljegyzéseiben saját maga számára le merte írni, hogy az egységes anyagi természetű Világmindenség határtalan és nem a Föld van a középpontjában. *Nicolaus Cusanus*, a XV. században élt, haladó szellemű bíboros meglepő szemléletességgel fejtette ki ezt a gondolatot: „... előttünk világos, hogy a Föld valóban mozgásban van, noha ez nekünk nem tűnik fel, minthogy mi csak valamilyen mozdulatlanhoz képest vesszük észre a mozgást. És mint amikor valaki csónakban ül a folyó közepén s nem tudja, hogy a víz folyik, meg a partot sem látja — akkor mi módon tudhatja meg, hogy a csónak mozog? Ekképpen van az, hogy mindenki azt véli — tartózkodják a Földön vagy a Napon, vagy bármely más csillagon —, hogy ő mozdulatlan középpontban van és minden más mozog. Így kijelölnek maguknak különböző sarkpontokat: egyesek a Napon, mások a Földön, ismét mások a Holdon és így tovább. Mintha a világ masinájának mindenhol lenne középpontja, kerülete pedig seholsem.” (Idézi *Kudrjavcev*: A fizika története 96–97 oldal.)¹

A kor haladó embereinek ezek a gondolatai eljutottak a csillagászokhoz is. *Regiomontanus* (*Johannes Müller*) königsbergi születésű híres csillagász 1460 körül a ferrarai *Giovanni Bianchini*hez intézett levelében kifejti, hogy szükség volna a régi csillagászati világkép felülvizsgálására. S hogy erről valamilyen elképzelése is volt, arra utal ismertté vált megjegyzése, hogy a bolygók az égbolton való mozgásuk során mintegy hozzá vannak láncolva a Naphoz. De a Föld mozgásának gondolatától *Regiomontanus* visszatörpan, abba a hamis, de akkor magától értetődő állításba ütközve, hogy ha a Föld forogna, a madár nem találna vissza a fészkébe. A XVI. század elején *Celio Calcuquini* olasz tudós bizonytalan

¹ *Kulin György* egyik rádióelőadásában mutatott rá arra, hogy az űrhajózás korában már el lehet dönteni, hogy a Föld forog-e. Az ember ugyanis most már nemcsak egy, hanem több égitestről is észlelheti a csillagos ég körforgását, ami a Földről nézve 24 óra, a Holdról 27 nap, a Jupiterről kb. 10 óra alatt történik. Miután ugyanaz a csillagos ég nem foroghat különböző idők alatt, nem lehet másként, mint hogy az illető égitestek forognak saját tengelyük körül.

formában a Föld mozgására alapított bolygóelméletet próbált kidolgozni. De arról, hogy a Biblia tanításának megfelelő földközéppontú világmépítés talán nem is felel meg a valóságnak titokban az olasz hercegségek szalonjaiban, sőt magában a Vatikánban is szó esett. Ahhoz azonban, hogy a heliocentrikus rendszer filozófiai jellegű megfontolások és titkolózva hangoztatott sejtelmek helyett a csillagászatban használható tudományos elméletté váljék, a heliocentrikus rendszert matematikailag is ki kellett dolgozni és a tudományos gondolatnak nyíltan fel kellett vennie a küzdelmet a teológiával.

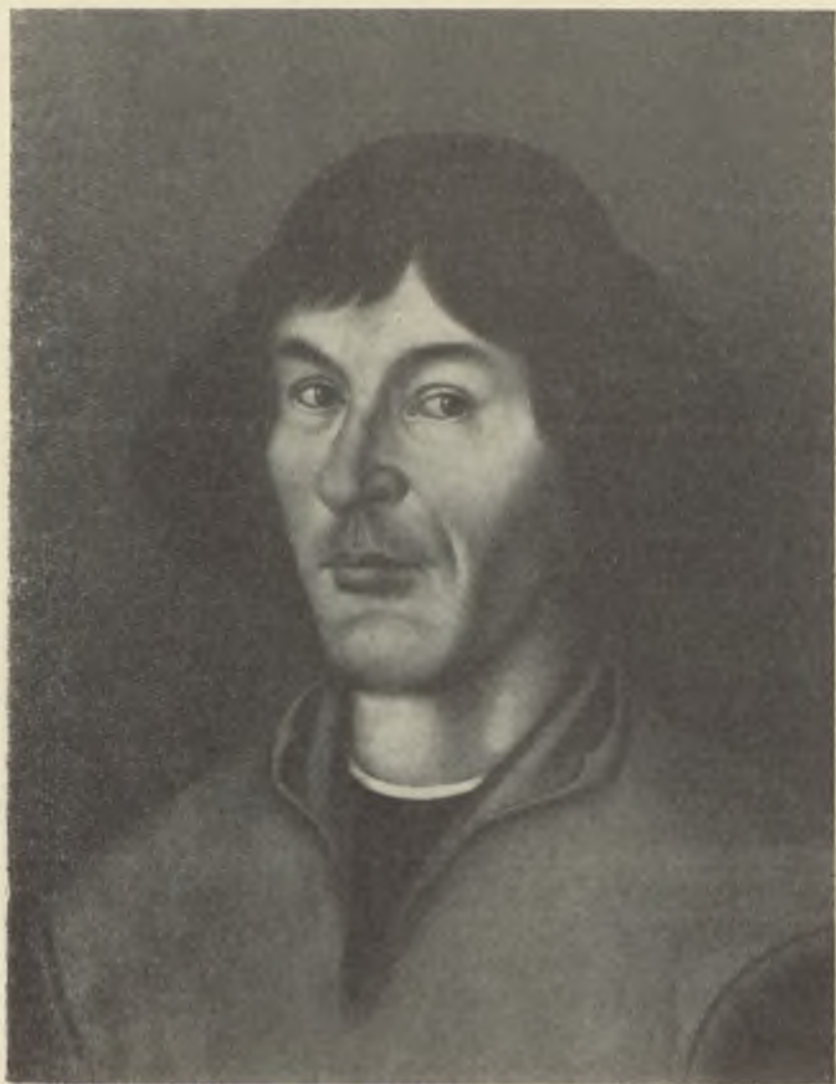
Ezt a korszakalkotó, döntő lépést tette meg Kopernikusz, amivel nemcsak a csillagászat előtt nyitotta meg azt az utat, amelyen megoldhatja a hajózástól kapott feladatot, hanem ezzel vette kezdetét az egyház szellemi diktatúrája alól felszabadult újabb kori természettudomány és a XVIII. század felvilágosultság korának materializmusához vezető tudományos gondolkodás. Méltán írta róla *Kepler*: „Kopernikusz zseniális férfi és ami ebben a tudományban (a csillagászatban) nagy jelentőségű, szabad szellem volt.”

Kopernikusz és heliocentrikus világmépítés

Kopernikusz 1473. február 19-én született a lengyelországi Torun városában. Családja több nemzedéken keresztül rézkereskedéssel foglalkozott és ezt a mesterséget folytatta apja, *Mikolaj Kopernik* is. A családi név is erre a foglalkozásra utal, a „koper” a latin *cuprum* (=réz) szóból származik, a „nik” pedig a lengyel nyelvben foglalkozást jelentő képző.

Kopernikusz apjának, *Mikoláj* nevét kapta, később azonban, mint általában e kor tudósai, nevét *Nicolaus Copernicus* latinos formájában használta. Tulajdonképpen így kellene nevét helyesen írunk, a magyaros Kopernikusz írásmód azonban nálunk már annyira meghonosodott, hogy ettől ezúttal sem térünk el.

Apja elhalálózásával Kopernikusz 10 éves korában árvaságra jutott és nevelését édesanyjának, *Watzelrode Borbálának* bátyja *Lucas Watzelrode* frombogi kanonok, később Warmia püspöke vállalta, aki igen művelt ember volt és unokaöccsét is a humanista reneszánsz művelődési eszmények megfelelő sokoldalú műveltséghez igyekeztetve juttatni, lehetővé tette, hogy Kopernikusz 33 éves koráig képezhesse magát. A reneszánsz kor tudósainak éppen úgy jártasnak kellett lenniük a teológiában,



15. ábra. Kopernikusz (1473–1543)

a jogtudományban, az orvostudományban, mint a matematikában és asztronómiában, vagy a görög és latin nyelvben.

Kopernikusz először három évig a krakkói Jagelló Egyetemen folytatta tanulmányait, ahol *Albert Brudzewski* híres csillagász megkedvelte vele a csillagászatot. Krakkó után még 10 esztendeig a kor szellemi életének sűrűjében az olaszországi egyetemeken tanult jogot, orvostudományt és 1503-ban Ferratában szerezte meg a doktori címet egyházjogból.

Előzőleg a bolognai egyetemen jogi tanulmányai közben ismerkedett meg *Domenico Maria di Novara* csillagász professzorral, (mellesleg megjegyezve egyben híres asztrológussal), akivel csillagászati észleléseket is végzett. Novara is azon csillagászok közé tartozott, akik felismerték a ptolemaioszi rendszer fogyatékoságait és a csillagászati világgép revízióját várták. De nemcsak tőle, más humanistáktól is hallhatott Kopernikusz hasonló gondolatokat, hiszen 10 esztendő alatt nagyon sok művelt emberrel találkozott, talán római tartózkodása során Leonardo da Vincivel is. Amikor Kopernikusz az 1505. év végén visszatért hazájába, már kialakíthatta a Föld mozgásának gondolatát. Nem szentelhetette azonban még minden idejét kedvenc tudományának a csillagászatnak. Élete nem bővelkedett különlegesebb eseményekben és kalandokban, de nem is a nagyvilági élettől visszavonult tudósra volt jellemző.

Hazatérte után 1512-ig Heilsberg várában élt, mint nagybátyjának, Watzelrode püspöknek háziorvosa és elkísérte utazásaira. Görögből latinra fordította és kiadta a 7. században élt bizánci történész *Theophilaktosz Szimokattész* 85 levelét és a munkát nagybátyjának ajánlotta. Nemcsak nagybátyját kezelte, hanem szegényeket, gazdagokat egyaránt gyógyított. Írt egy pénzügyi szakmunkát is. „Elgondolások a pénzverésről” címen, s mindemellett tehetséges arcképfestő és költő is volt.

Kopernikuszt nagybátyja egyházi pályára szánta. Nagybátyjának 1512-ben bekövetkezett halála után mint kanonok intézte Warmia egyházmegye gazdasági ügyeit és rövidebb ideig nem éppen zavartalan körülmények között az egyházi és politikai hatalmat is gyakorolta. Amikor ugyanis a hírhedt német lovagrend csapatai betörték Warmia területére, Olsztyn város védelmét Kopernikusz vezette és visszaverte a támadást, majd a háború végetértével szervezte az újjáépülést. Csak az 1520-as évek elején lett módjában Kopernikusznak visszavonulnia a fromborki (németes nevén frauenburgi) székesegyház egyik négyzetes formájában berendezett csillagász-otthonába, ahol élete még hátralevő 20 esztendejében már csak a csillagászáttal, észlelésekkel, a saját és

a régebbi korok észleléseinek feldolgozásával, a heliocentrikus rendszer kidolgozásával foglalkozott. *N. J. Igyelszon* így írja le Kopernikusz ma is sokat emlegetett csillagásztornyát:

„A warmiai egyházmegye székesegyháza még a 14. században a kis Frauenborg városkában épült fel, közel Braunsberghez, egészen a tengerél, helyesebben a csodás Frisches Hoff öbölnél, amelyet a Balti-tengertől egy keskeny, homokos földnyelv választ el. Nem messze, néhány mérföldre nyugatra a Visztula ömlik több ágban a tengerbe.



16. ábra. A fromborki székesegyház

A székesegyház magas dombon áll, nagyszerű kilátással az öböl vizére, erős fallal körülveve. Hat tornya van. Mindezek ostrom esetére készültek és bizony ostromok elő is fordultak. Íme, a warmiai egyházmegye, a frauenburgi székesegyház, a Visztula vize, az öböl hullámai, ilyen a tájkép melyben lassan kibontakozik Kopernikusz élete. Itt, amint ő maga is mondta, a Föld távoli zugában gondolkodott éveken át a bolygók örök körfogásáról.” (Idézi Herczeg Tibor: *Kopernikusz* 21–22. oldal.)

Húsznál több hosszú év munkájával jutott el Kopernikusz a heliocentrikus rendszer matematikai kidolgozásához, de a csillagászat korábbi mozgalmasabb élete során, távol minden tudományos élettől is állandóan foglalkoztatta. Élete fő művében 1542-ben azt írta, hogy azon



17. ábra. A „Kőfennil. usz-torony”

„négyezer kilenc évet” dolgozott, ami azt jelenti, hogy a Föld mozgásának eszméje már mindjárt hazatérésekor, 1506-ban kikristályosodott előtte, de az is lehetséges — mint említettük —, hogy a ptolemaioszi rendszer elvetésének gondolatát már Olaszországból hozta magával. Az alapgondolatra rátalálástól még hosszú út vezetett az egyre tökéletesítéshez és a megfigyelésekkel történő ellenőrzéshez, de a heliocentrikus rendszer lényegét valószínűleg már 1507-ben *L. Birkenmayer* lengyel Kopernikuszkutató szerint mindenestre legkésőbb 1512-ig rögzítette „*Nicolai Copernici de hypothesis motuum coelestium a se constitutis Commentariolus*” (Nicolaus Copernicus Kis Kommentárja az égi mozgásokra vonatkozó, saját maga által kidolgozott hipotézisekről) című házi használatra szánt, kézírással készített értekezésében.

Kopernikusz korában a *Commentariolus*-t (Kis Kommentárt) nyomtatásban sohasem adták ki, azonban kézzel lemásolták és úgy terjesztették. Az utókor számára a tartalma sokáig ismeretlen volt, csak 1878-ban került elő egy kézirat Bécsből, majd három év múlva egy másik, a stockholmi obszervatórium könyvtárából. A tudomány történetének ez a fontos dokumentuma *Bolyai Appendixé*hez hasonló tömörséggel mindössze 12 oldal terjedelemben foglalja össze a heliocentrikus rendszer hét alaptételét:

1. Az égitesteknek és az égi szféráknak nincs közös középpontjuk.
2. A Föld középpontja nem középpontja a Világmindenségnek, hanem csak a nehézkedésnek és a Hold mozgásának.
3. Minden körmozgás a Nap körül történik, mintha ez lenne a Világmindenség középpontja, ezért is a Világmindenség középpontja a Nap közelében van.
4. A Nap–Föld távolságnak az aránya a csillagos égbolt távolságához képest kisebb, mint a földgömb rádiuszának aránya a Nap távolságához, úgyhogy a csillagos égbolthoz képest elhanyagolható.
5. Mindaz, amit az állócsillagok égboltján mint mozgást észlelünk, nem olyannak mutatkozik, mint amilyen ténylegesen, hanem olyan, mint amilyennek a Földről látszik. A Föld tehát a rajta levő tárgyakkal együtt naponta megfordul változatlan pólusa körül. Ezzel szemben az állócsillagok szférája, mint a legkülső égbolt, mozdulatlan.
6. Mindaz, amit a Nap mozgásában figyelhetünk, nem önmagától áll elő, hanem a Föld mozgása révén, mely mozgás éppúgy a Nap körül történik, mint a többi bolygó mozgása. Még más mozgásokat is végez ezeken kívül a Föld.

7. Ami pedig a bolygók mozgásánál mint direkt és retrográd mozgás látszik, nem önmagától van így, hanem csak a Földről nézve. Csak a Föld mozgása révén magyarázható az égbolt oly sokféle jelensége.”

Híre eljutott oda is, ahol a kézirat sokszorosított szövegét nem is olvasták, királyi udvarokba, egyházi körökbe, érdeklődéssel vették tudomásul, hogy egy lengyel tudós a csillagászat megreformálásán dolgozik. Ennek a hírességének köszönhető Kopernikusz, hogy meghívták arra a konferenciára, amelyet X. Leó pápa hívott össze a naptárreform ügyében. Kopernikusz azonban azzal az indokolással nem fogadta el a meghívást, hogy a Nap és Hold mozgását még nem ismerjük az ehhez szükséges pontossággal. (A naptárreformra csak 1584-ben, Kopernikusz halála után került sor.)

Kopernikusz munkásságának híre a wittenbergi egyetemre is eljutott és az egyetem 23 éves matematika tanára, *Georg Joachim Rheticus* a Kopernikusszal való találkozás kedvéért Fromborkba utazott. Kopernikusz szívesen fogadta a fiatal tudóst és a találkozásból két esztendei tudományos vita lett, amelynek eredményeképpen Rheticus teljes egészében megértette és magáévá tette Kopernikusz készülő nagy művének tartalmát. 1541-ben írt is egy — rövidített — „*Narratio Prima*” (Első elbeszélés, — ti. a toruni Miklós doktor újonnan szerzett könyveiről) címen ismert népszerűsítő könyvet Kopernikusz új eszméiről. A könyvecskét olyan nagy érdeklődés fogadta, hogy rövidesen elfogyott és egy év múlva újra ki kellett adni.

Maga Kopernikusz azonban sokáig habozott, hogy kiadja-e összefoglaló nagy munkáját, mert tisztában volt azzal, hogy rendszere nyílt szakítást jelent a Biblia tanításával, mely szerint Józsva kérésére a Teremtő nem a Földet állította meg mozgásában, hanem a Napot. Rheticusnak és egy másik barátjának, *Tiedemann Giesenek* rábeszélésére Kopernikusz végül mégis — már csak a jobb bolygóablázatok összeállításának reménye érdekében is — rászánta magát munkájának kiadására és a kéziratot átadta Giesenek, aki azt a következő évben, 1543-ban Nürnbergben *Johannes Petreius* kiadásában meg is jelentette.

Először Rheticus kezdte sajtó alá rendezni a könyvet, majd amikor a lipcsei egyetem matematikai tanszékére kapott meghívást, a kézirat kinyomtatásának ellenőrzését *Andreas Osiander* lutheránus teológusra és matematikusra bízta. Osiander — mai szóhasználattal — „szerkesztette” a kéziratot, vagyis a szerző tudta nélkül számos változtatást eszközölt rajta. Ugyancsak Kopernikusz tudta nélkül „kiadói előszót” illesztett a munka elé, melyben a könyvben található valamennyi elképzelést

tisztára hipotetikus jellegűnek és inkább matematikai konstrukciónak, mint a valóság leírásának minősítette. Osiander ezzel csökkentette a munka elvi jelentőségét, de lehetséges, hogy ebben az a jó szándék vezette, hogy elkerülje az egyházi hatalmasságok megtorlását.

A könyvnyomtatásnak a XV. században történt felfedezése után az első nyomdákból kikerülő egyik legfontosabb könyv Kopernikusz „*De Revolutionibus Orbium Coelestium* (Az égi pályák körforgásairól) c. munkája volt. A szerző azonban már nem pillanthatta meg könyvét nyomtatásban, mert első életrajzírója, *Gassendi* szerint csak 1543. május 25-én, halála napján kapta meg, amikor már nem volt öntudatánál.

Ezzel a könyvvel született meg a látszaton túl jutó új csillagászat és vele együtt az újkori természettudomány.

A „*De Revolutionibus Orbium Coelestium*”-ról

Kopernikusz ebben a főművében már nemcsak vázaltszerűen mint a *Commentariolus*ban, hanem matematikai rendszerbe foglalva, részleteiben is kidolgozva és az észlelésekkel is összhangba hozva ismerteti heliocentrikus rendszerét.

A könyv előszószerű ajánlásában beszámol arról, hogy tanulmányozta az ókori szerzők álláspontját a Föld helyzetéről és mozgásáról. Kopernikusz ókori előfutárának tekinthető számoszi Arisztarkhosz rendszeréről azonban *Archimédész* egy megjegyzése alapján csak annyi jutott tudomására, hogy heliocentrikus rendszer kidolgozását kísérelte meg. Mint közvetlen indítékot, amely a Föld mozgásának feltételezésére inspirálta, Kopernikusz a pontuszi *Heraklidészt* és *Pythagorászt* követő *Ekphantuszt* említi, aki szerint a Föld nyugatról keletre mozog, habár haladó mozgást nem is végez, hanem csak a középpontja körül forog egy kerékhez hasonlóan.

Ezeknek az ókori ösztönzések azonban nem jelentettek lényegesen többet Kopernikusz számára, mint a kortárs, vagy az előbbi évszázadban élt bölcselek és csillagászok sejtései, mert Kopernikusz érdeme nem az volt, hogy határozottabb formában megismételte a régebbi gondolatokat, hanem matematikai számításokkal is kimutatta, hogy a heliocentrikus felfogás összehasonlíthatatlanul egyszerűbb és valószínűbb, mint Ptolemaiosz rendszere és az égitestek mozgását sokkal jobban le lehet írni azzal a feltevéssel, hogy a Föld a tengelye körül forgó és a Nap körül keringő bolygó.

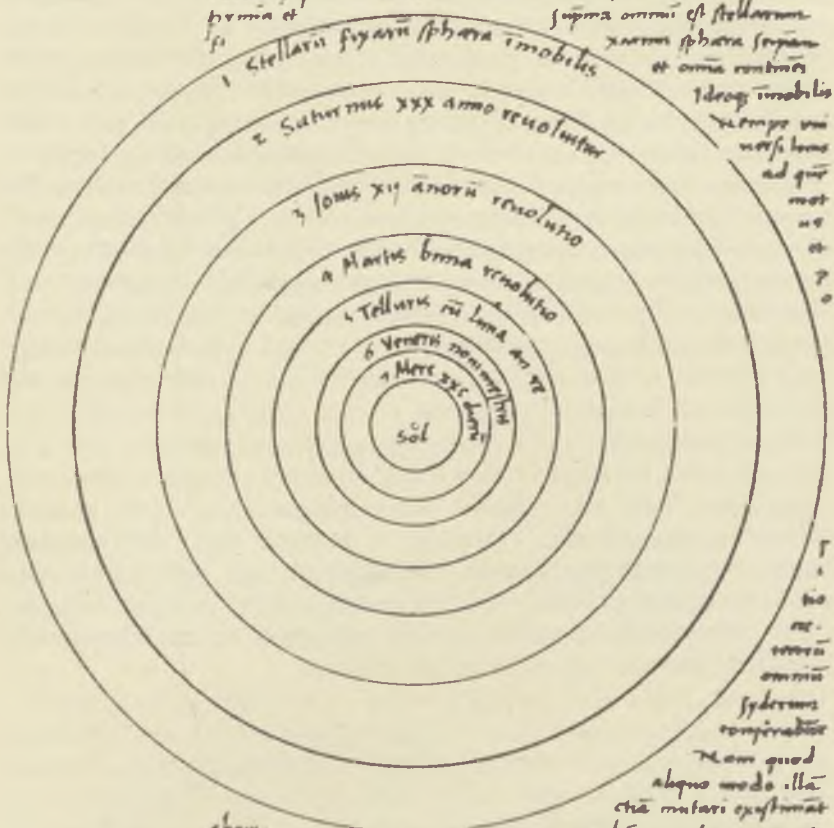
NICOLAI COPERNICI TORINENSIS
DE REVOLUTIONIBUS ORBIUM
coelestium, Libri VI.

Habes in hoc opere iam recens nato, & ædito, studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum, quàm erraticarum, cum ex ueteribus, tum etiam ex recentibus obseruationibus restitutos: & nouis insuper ac admirabilibus hypothetibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eosdem ad quoduis tempus quàm facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, frue.

ΑΥΤΟΓΡΑΦΟΝ ΤΗΣ ΕΚΔΟΣΕΩΣ.

Norimbergæ apud Ioh. Petreium,
Anno M. D. XLIII.

ratione salua mente, nullo em conuentione allegabit
 q' ut magnitudinis orbium multatudo ipse metiatur, ordo spha-
 rarum sequitur in hunc modum a summo capite inter omnia
 prima et



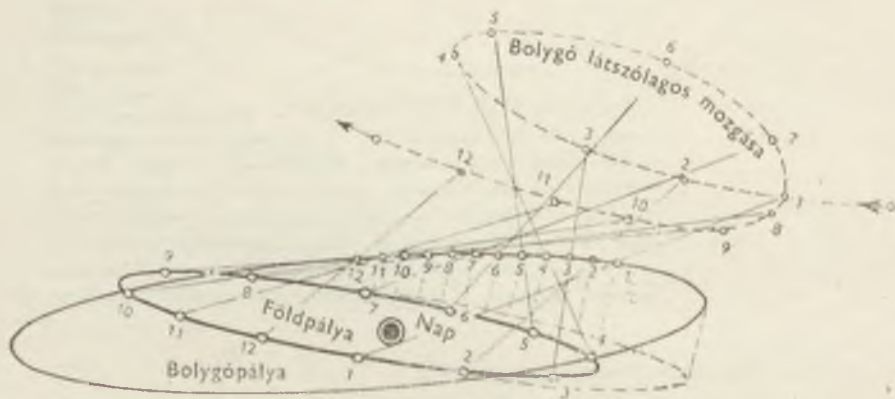
aliqui
 in deductione motus terrestris assignabimus causam. Sequitur
 creaturam primus Saturnus qui xxx annis sua completit rotam
 ita post hunc Iupiter duodecimale revolutione mobilis deinde
 Mars solo qui biennis eorum. Quarto in ordine terra revoluit
 locum optinet: in quo terra cum orbe lunari tanquam quatuor
 contineri dicimus. Quinto loco Venus nono mensis revoluitur

suprema omni est stellarum
 sphaera separata
 et omnia continet
 Ideo immobilis
 ut tempore uno
 ueris hinc
 ad quod
 motus
 usque
 et
 ?
 0
 T
 i
 ho
 re
 totum
 omnium
 siderum
 conuersione
 Nam quod
 aliquo modo illa
 etiam mutari existimat
 nos alia, cui etiam apparetur

19. ábra. Kopernikusz rendszerének vázlatja

Joggal írta *Simon Newcomb* angol csillagász a múlt században: „Egyre inkább úgy tűnik számomra, hogy a heliocentrikus rendszer valódi jelentősége nem felfedezésének pusztá tényében, hanem koncepciójának nagyszerűségében rejlik. Nincs még egy személy a csillagászat egész történetében, akinek több joga volna az emberiség bámulatára igényt tartani, mint Kopernikusznak. Alig van egyetlen munka is, amelyik kizáróan egyetlen ember egyéni teljesítményeképpen jött létre, mint a heliocentrikus rendszer, a visszavonult frauenburgi bölc munkája képpen.”

A kopernikuszi rendszer döntő részben egyszerre eltüntette Ptolemaiosz bonyolult epiciklusait. A bolygók körpályán keringenek a Nap körül, látszólagos pályájukon megfigyelhető visszafordulászerű hurkokat pedig igen egyszerűen és logikusan meg lehetett magyarázni azzal, hogy mi a bolygókat a Nap körül keringő Földről figyeljük meg. A nála kisebb szögsebességgel keringő külső bolygókat a Föld oppozícióban utoléri, majd lekörözi, a belső bolygók, a Vénusz vagy a Merkúr pedig az alsó konjunktiónál hagyják el keringésük közben a Földet. A Földdel közelítőleg egy síkban keringő bolygók, úgy a Föld keringésében, mint egy esztendő során látszólag ide-oda, tehát retrográd irányba is elindulnak az égbolton, mint ahogy ujjunk hegye is elmozdulni látszik a szoba hátterében, ha fejünkkel körözzük. A bolygók útján megfigyelhető hurok, vagyis a Ptolemaiosz-féle epiciklus nem más, mint a Föld nap-körüli keringő mozgásának tükröződése a távolabbi csillagok hátterén. Ezért kellett Ptolemaiosz-nak minden bolygónak az epicikluson való mozgását, pontosan egy esztendőnek felvennie.



20. ábra. A hurok szerű visszafordulás külső bolygó esetén. (A méretarányok erősen torzítottak)

A Jupiter teljes pályáján 12 hurok figyelhető meg, annak megfelelően, hogy a Jupiter keringési ideje 12 esztendő. A Ptolemaiosz-féle deferens felel meg a Jupiter pályájának, az epiciklus pedig a Föld pályáját tükrözi. A kettő nagyságának egymáshoz való aránya annak felel meg, hogy hány-szor nagyobb a Jupiter pályája a Föld pályájánál, vagyis, hogy a Jupiter hány-szor van nagyobb távolságra a Naptól, mint a Föld. Hasonlóképpen lehet ezt a Mars és a Szaturnusz esetében megállapítani. A két belső bolygónál a Merkurnál és a Vénusznál viszont az epiciklus felel meg a bolygó és a deferens a Föld pályájának. Minthogy a deferensek és epiciklusok nagyságának egymáshoz való arányát már Ptolemaiosz megállapította, Kopernikusz meg tudta szerkeszteni a Naprendszer modelljét, vagyis az akkor ismert öt bolygó viszonylagos naptávolságát — ahogy ma mondanánk csillagászati egységben —, vagyis a Föld—Nap távolságát egységnek véve, Kopernikusz így számított értékei nem is térnek el lényegesen a későbbi mérések pontos adataitól.

	Kopernikusz számítása	A helyes érték
Merkur	0,395	0,387
Vénusz	0,719	0,723
Mars	1,512	1,524
Jupiter	5,219	5,203
Szaturnusz	9,174	9,555

Ptolemaiosz az epicikluson való mozgással csak kvalitatíve tudta megmagyarázni a Mars bolygó feltűnően nagy fényességváltozását, ami viszont azonnal érthetővé vált azzal a felismeréssel, hogy a Mars a Nap körül kering és így oppozíció esetén tőlünk való távolsága a Föld és a Mars naptávolságának különbsége, konjunkció esetén pedig összege.

A Hold és bizonyos bolygók, pl. a Szaturnusz mozgásának egyenlőt-lenségeit Kopernikusz sem tudta tökéletesen megmagyarázni és kénytelen volt excentrikus köröket és néhány kisebb epiciklust bevezetni. Erre utal a Commentariolus 3 tézisének az a megfogalmazása, hogy a Világmindenség középpontja a Nap közelében van. (A bolygók excentrumos körpályán keringenek a Nap körül.) Kopernikusz rendszerében a néhány még meglévő epiciklus és a bolygók excentrumos körpályái továbbra is elég nehézkesé, fáradságossá tette a bolygók helyzetének előreszámítását, ami nem is adott lényegesen pontosabb eredményeket, mint amilyeneket Ptolemaiosz táblázatai nyújtottak. Ez haláláig bántotta

Kopernikuszt és tökéletesíteni próbálta rendszerét. Ennek azonban az volt az akadálya, hogy nem tudott megszabadulni attól a régi görög filozófiából sarjadt felfogástól, hogy az égitestek csak szabályos pályákon keringhetnek.

Érdekes mozzanata a tudománytörténetnek, hogy bizonyos értelemben a tökéletes körmozgás tértana pozitív szerepet játszott abban, hogy Kopernikusz megdöntse Ptolemaiosz geocentrikus világképét. A reneszánsz olaszországi humanistái Platon filozófiáját használták fel a katolikus teológia és a skolasztikusan értelmezett Arisztotelész elleni harcukban. A humanisták által felélesztett neoplatonista elméleteknek pedig lényeges eleme volt Platonnak az a tanítása, hogy az „ész”, — a három alapvető ontológiai szubsztancia egyike a „kozmoszban” az ég szabályos és örökös mozgásában testesül meg. Amíg tehát a hajózási gyakorlat abból a szempontból találta elégtelennek Ptolemaiosz rendszerét, hogy rendkívül bonyolult számításokkal sem adott pontos eredményeket, a humanisták azért tették kritika tárgyává, mert nem felelt meg a „*prima principia de aequilitate motus*”, az egyenletes körmozgások alapvető elvének. Ennek a felfogásnak volt híve a már említett Domenico Maria di Novara is, akivel Kopernikusz Bolognában együtt csillagászkodott. Novara platonista nézetei az asztrológiával jól összeegyeztethető pythagoreus számmisztikával keveredtek, de ezek nem befolyásolták Kopernikuszt, mert ő sohasem foglalkozott asztrológiával. Hatással volt viszont rá az a humanista észrevétel, hogy a ptolemaioszi rendszer sérti az egyenletes körmozgások elvét és ez vezette rá a rendszer revíziójának szükségességére.

Kopernikusz rendszerében az égi mozgások csupa tökéletes egyenletes körmozgással írhatók le, de éppen emiatt nem volt alkalmas pontosabb előre számításokra, mert valójában a bolygók nem kör, hanem ellipszis pályákon keringenek. Az akkor ismert bolygók között különösen a Mars pályája tért el legnagyobb mértékben a körtől. E tekintetben a kopernikuszi rendszer geometriája sem volt egyszerűbb Ptolemaioszénál és *Kepler* előtt a két rendszert matematikailag egyenrangúnak tekintették. Igen lényeges különbség volt azonban a kettő között, hogy amíg a ptolemaioszi rendszernek a megfigyelésekkel összhangba hozására irányuló kísérletek mind bonyolultabb és áttekinthetlenebb geometriához vezettek, a kopernikuszi rendszer geometriájának alapja megfelelt a Naprendszer szerkezetének és ezért már benne volt az egyszerűsítés és a megfigyelésekkel összeegyeztetés lehetősége, amit később *Kepler* végre is hajtott.

A heliocentrikus rendszer Kopernikusz könyvének megjelenésekor még csak elmélet volt, amit bizonyítani nem lehetett. A „De Revolutionibus”-ban Kopernikusz mindenesetre cáfolni igyekezett a Föld mozgása ellen abban a korban felhozott érveket. Egyik ilyen „legsúlyosabb” érv volt, hogy mindenki saját szemével láthatja, hogy nem a Föld mozog, hanem az ég. Kopernikusz *Vergiliust* idézi: „Kifutottunk a kikötőből, a városok és mezők hátramaradtak” — majd saját szavaival folytatja: „Ahogyan egy nyugodtan haladó hajóról minden a hajón kívül álló tárgy úgy tűnik fel, mint hogyha az mozogna saját mozgásával, úgyhogy a hajósok akár azt is gondolhatnák, hogy ők maguk és a velük levő tárgyak nyugsznak, kétségtelenül hasonló lehet a helyzet a Föld mozgásával és úgy tűnik fel, mintha az egész ég a Föld körül forogna.”

Felelevenítették Ptolemaiosz aggályait is: ha a Föld, az a hatalmas test nem nyugodna, hanem tengelye körül forogna, nem szakadna-e gyors forgás következtében darabokra és nem szóródna-e szét még az egeken túl is. Kopernikusz azzal érvelt, hogy a Föld forgása „természetes” mozgás, tehát nem járhat katasztrófákkal, de különben is ezen az alapon éppen úgy tagadható a csillagos szféra forgása is, amely ráadásul még sokkal nagyobb, mint a Föld és így még inkább ki lenne téve a szerte-zsakadás veszélyének.

Kopernikusz megfejtette azt a talányt is, hogy a forgó Földön hogyan talál vissza a madár a fészkebe. Elsőként tételezte fel, hogy a légkör — legalább is alsóbb rétege — együtt forog a Földdel. A tehetetlenség törvényének kimondása még Galileire várt, de Kopernikusz feltételezése már ebbe az irányba mutatott.

Ismerték már az ókorban is, hogy a Hold a Föld felszínének különböző helyeiről nézve ún. *parallaktikus elmozdulást*, irányváltozást mutat a távolabbi csillagok háttéréhez képest. Kopernikusz ellenfelei ennek alapján úgy érveltek, hogy ha a Föld keringene a Nap körül, vagyis elmozdulna a térben, akkor az év folyamán változna a csillagok iránya, a csillagok egy esztendő alatt látszólag kis zárt pályát írnának le az égbolton. Ezt a jelenséget azonban nem tapasztaljuk, következésképpen a Föld nem végez haladó mozgást a térben.

Kopernikusz számított arra, hogy ezt az érvet felhozzák a heliocentrikus rendszer ellen és már a *Commentariolis* 4. tézisében megfelelt erre azzal, hogy a Föld—Nap távolság elhanyagolhatóan kicsi a csillagos égbolt távolságához képest, vagyis az óriási távolságban levő csillagok parallaktikus elmozdulása olyan parányi, hogy nem is lehet várni az akkori, távcső nélküli szögmérő műszerekkel való észlelését. Azt mondta:

tökéletesítsetek műszereiteket, akkor majd meg lehet mérni a csillagok parallaxisát. A XIX. században ez be is következett. Említésre méltó, hogy a parallaktikus elmozdulásokat Arisztarkhosz is ismerte és ugyan úgy a csillagok óriási távolságával magyarázta, hogy ha a Föld kering is a Nap körül, mégsem vehető észre irányváltozásuk. Ez nem Kopernikusz éleslátását kisebbíti, mert nem ismerte Arisztarkhosz munkáit, de rávilágít Arisztarkhosznak korát messze megelőző nagyszerű gondolataira.

Tulajdonképpen arra, amit Kopernikusznál reklamáltak, hogy ti. a Föld keringő mozgása esetén az égitesteknek parallaktikus elmozdulást kell mutatniuk, már Kopernikusz korában is volt tapasztalat. A bolygók látszó pályáján megfigyelhető hurkok ugyanis nem mások, mint a bolygók parallaktikus elmozdulásai a Föld mozgása következtében. Kopernikusz felismerte, hogy ezek a hurkok a Föld napkörüli keringésének visszatükröződései, de — legalábbis írásaiban — nem mondta ki, hogy amit rendszerével való összeegyeztethetetlen ellentmondásnak minősítenek, gyönyörűen megfigyelhető a bolygókon. Igaz, hogy amikor még a fő vita akörül forgott, hogy a bolygóknak az epiciklusokat leíró útja maguknak a bolygóknak valóságos mozgása-e, nem lehetett a bolygók hurokszerű visszafordulásait a Föld napkörüli keringése fizikai bizonyítékának tekinteni. Ma sem szoktuk ezek között említeni, pedig elvileg ugyanaz a jelenség, mint a csillagok összehasonlíthatatlanul kisebb mérvű parallaktikus elmozdulása.

Kopernikusz a „De Revolutionibus...”-ban magyarázatot adott a precesszióra, vagyis arra a már Hipparchosz görög csillagász által az i. sz. II. században felfedezett jelenségre, hogy a tavaszpont 26 000 év alatt körbevándorol az ekliptikán és emiatt a csillagos ég képe lassan átalakul, más és más csillagok kerülnek az égi pólus közelébe. *Newton* óta tudjuk, hogy e jelenség oka, hogy a Hold és Nap vonzásának a Föld egyenlítői kidudorodására gyakorolt hatására a Föld forgástengelye 26 000 év alatt egy teljes kettős kúpfelületet ír le, miközben hajlása a földpálya síkjához nagyjából változatlan marad. Kopernikusz, aki csak kinematikailag vizsgálhatta az égitestek mozgását — az új dinamikát Galilei és Newton teremtették meg —, mindenben helytálló magyarázatot nem adhatott a precesszióra. Az okát meglehetősen mesterkélten módon, a Földnek egy feltételezett harmadik mozgásával magyarázta s hogy milyen módon, az már csak tudománytörténeti érdekesség, de lényegében helyesen jött rá, hogy az égi pólus lassú vándorlása csak látszat, nem az égbolt, hanem a Föld tengelye fordul el. Hogy ahogy a Commen-

tariolis 7. tézisének befejező mondatában leírta: „csak a Föld mozgása révén magyarázható az égbolt oly sokféle jelensége.”

Kopernikusz könyvének mai szemmel felfedezhető apróbb hiányosságai és tévedései a legkevésbé sem homályosítják el azt a korszakalkotó jelentőségét, hogy a csillagászat történetében először írta le lényegében helyesen a Naprendszer szerkezetét, a Nap központi helyzetét, a Föld bolygó voltát, tengelykörüli forgását, napkörüli keringését. Erre az alapra épülhetett fel Galilei, Kepler és Newton munkássága, ami meghozta a bolygómozgások törvényeit, e törvények okának felismerését az általános tömegvonzásban, az asztrológia tudományon kívül helyezését, a bolygók helyzetének pontos előre számítását, a newtoni mechanikát, mely bámulatba ejtette a világot. Ha Newtonnak arra az ismert mondására gondolunk, hogy azért látszik nagynak, mert óriások vállán áll, nem kétséges, hogy az egyik talán a legnagyobb óriás Kopernikusz volt, mert az új csillagászat felé az évezredek hagyományokat és előítéleteket leromboló első, döntő lépés megletele volt a legnehezebb.

Kopernikusz világgépe

Kopernikusz új világgépének jelentősége messze túlnőtt a csillagászat szakmai keretein. Gyökeres szakítást jelentett az egyház által szentesített Föld- és emberközpontú világgéppel, a feudális ideológia egyik alaptételével. Támadást jelentett az egyház szellemi egyeduralma és ezen keresztül általában a hűbéri rendszer ellen. A XVI. században ez még nem tudatosult, mert Kopernikusz elméletében egyházi körök egyelőre csupán hipotézist, olyan matematikai eljárást láttak, amely alkalmas lehet a hajózás számára pontosabb bolygótáblázatok készítésére és ebben nagy hajózó katolikus államok: Olaszország, Spanyolország, Portugália és ugyanezen okból a protestáns Anglia és Hollandia is érdekelve voltak. Csak amikor *Giordano Bruno* és *Galilei* a heliocentrikus rendszer világnézeti tartalmát is népszerűsíteni kezdték, indult meg az üldöztetés — *Giordano Bruno* máglyán elégetése, *Galilei* inkvizíció elé hurcolása — és vált Kopernikusz rendszere a társadalom haladó és visszahúzó erőinek előretolt küzdőterévé. Ismeretes, hogy Kopernikusz és *Galilei* eszméi minden erőszakos beavatkozás ellenére a XVIII. században végleges győzelmet arattak.

Kopernikusz rendszere volt kiindulópontja a filozófiai világgép átalakulásának is. A skolasztikus filozófiával jól összefért a geocentrikus-

rendszer, ennek megdöntése pedig forrása lett a reneszánsz filozófia materialista szárnyának, majd a newtoni mechanikán keresztül a XVIII. század mechanikus materializmusának. Az, hogy megdőlt a Föld mozdulatlan központiségének biblikus tana, elindította a kételkedést, hogy talán a Biblia más kijelentései sem örök érvényű igazságok és abba az irányba mutatott, hogy a világról a tudomány eszközeivel lehet megbízható ismereteket szerezni. S hogy a tudomány képes is erre, bizonyították az égimechanika sikerei, melyeknek csúcspontja volt a XIX. században a Neptunusz bolygó létezésének elméletileg előre jelzése.

Kopernikusz filozófiai nézeteinek megvoltak a korabeli ismeretekből fakadó korlátai, amik — mai szóhasználattal élve — főleg a kozmológia területén jutottak kifejezésre. Kopernikusz az egész Világegyetemet egy igen nagy sugarú, de véges gömbnek képzelte, azon platói és arisztotelészi eszme alapján, hogy a gömb a legtökéletesebb alakzat. Az „állócsillagok” szféráját valóságosnak, és mozdulatlannak gondolta, de mindenesetre haladás volt a középkori elképzelésekhez képest, hogy óriási távolságban levőnek vélte. A kopernikuszi eszmék lényegének következetes végiggondolása azonban Giordano Brunót filozófiai síkon elvezette ahhoz, hogy a Nap sem lehet a Világmindenség középpontja, mert a Világmindenség végtelen.

A heliocentrikus világgép a köztudatba nehezen hatolt be és tudomásulvétele nem kis megrázkódtatással járt. Kopernikusz maga is tisztában volt azzal, hogy rendszere annyira ellene mond a mindennapi szemléletnek és az akkori fogalmak szerinti józan észnek, hogy így írt a „De Revolutionibus...”-ban: „Mindezek ugyan nehéz kérdések, majdnem elképzelhetetlen dolgok és oly sokaknak véleményével ellentétben állók, mégis a következőkben Isten segítségével, magánál a Napnál is világosabbá fogjuk tenni őket, legalábbis a matematikában nem járatlanok számára.”

Az új világgépet azonban a matematikában járatosak sem találták egy csapásra a Napnál is világosabbnak. Tanult emberek is nagyon nehezen tudták elfogadni, hogy lakhelyünk, a Föld nem kitüntetett, kiváltságos helye a világnak, hanem csupán egyike a Nap körül keringő bolygóknak. Még a csillagászok közül is a csak legkiválóbbak, Galilei és Kepler ismerték fel azonnal, hogy a csillagászat Kopernikusz rendszere alapján fejlődhet tovább. A rendszer elterjesztése mindezen területeken, ahol a keresztény egyházaknak nagy befolyásuk volt, még sokáig akadályokba ütközött. *Descartes*, aki pedig örvényelméletével az égitestek kialakulásának magyarázatát is megkísérelte, a XVII. század közepén nem merte

nyíltan hirdetni Kopernikusz tanait, a bécsi jezsuita főiskolán pedig 1730 táján is Ptolemaiosz elméletét tanították. Az egyház csak 1757-ben függesztette fel Kopernikusz könyvének „kijavítására” vonatkozó határozatát, Kepler „*A copernicusi csillagászat rövid kivonata*” c. könyvét pedig csak 1835-ben törölték a tiltott könyvek indexéről.

Korunkban a Föld mozgása már nem az „elképzelhetetlen” dolgok, hanem a bizonyítható tények közé tartozik. A Föld kitüntetett világ-mindenségbeni helyzetének elutasítása sem ideológiai probléma, annál is inkább, mert a modern csillagászat kimutatta, hogy a Naprendszer központi égiteste a Nap csupán egyik közönséges átlagesillaga a Tejútrendszer százmilliárd csillagának, amelynek éppenígy lehetnek bolygói, mint a Napnak. Hozzá véve még ehhez, hogy a Tejútrendszerhez hasonló nagy csillagrendszerek számát 100 milliárdra becsülik, a Világmindenségben számtalan a Földhöz hasonló égitestet kell feltételeznünk. Mindez még inkább rávilágít a Világmindenség viszonylatában a Föld jelentéktelenségére, mint Kopernikusz korában a Föld és a bolygók hasonló mozgása a Nap körül.

Van azonban Kopernikusz világgképének egy olyan lényeges vonása, amely nem hatotta át eléggé a mai ember szemléletét sem. Az emberek többsége még ma is a geocentrikus és a heliocentrikus világgkép között csak azt a geometriai különbséget látja, hogy az egyik középpontjában a Föld, a másikéban a Nap van, a helyes és helytelen szemlélet ütközőpontjának pedig azt a kérdést tartja, hogy a Nap kering-e a Föld körül, vagy fordítva. Azt pedig mindenki természetesnek találja, hogy a Föld kering a Nap körül, hiszen így tanulta az iskolában. Aminek a lényege nem ment át a köztudatba, az a Föld bolygó volta, vagy más szóval, hogy a Föld egyike az égitesteknek. Ebből csupán az tükröződik az emberek szemléletében, hogy a csillagászatban a Földet bolygónak hívják, mert a Nap körül kering. De az már nem, ami ebből következik, hogy a földi világ és az égitestek világa lényegében egy és ugyanaz.

Kopernikusz előtt a Földet és az eget egymással élesen szembeállították egyes filozófiai rendszerek és a vallások is. Leghatározottabban Arisztotelész filozófiája hirdette, hogy a Hold pályája és a Föld közötti terület az állandó változás, a rendszertelen mozgások területe, ahol minden test négy alacsonyabb rendű elemből, földből, vízből, levegőből és tűzből áll. A holdfeletti világ, vagyis a Hold pályája és az állócsillagok szférája közötti terület ezzel szemben az örök szabályos mozgások területe, ahol a csillagok az ötödik, a legtökéletesebb elemből, az éterből állanak. A holdfeletti világ a tökéletlenség, állandóság, örökkévalóság

birodalma. A vallások a középkorban is úgy tanították, hogy a Föld a természeti, az ég pedig a természetfeletti világ.

Kopernikusz világmérvével megszűnt a világ Földre és égre kettéválasztásának alapja, a földi és égi birodalom az egységes természetű olvadtak össze. Galileiről szóló drámájában *B. Brecht*nek az a megfogalmazása, hogy „a mennybolt eltöröltetett” nem költői hasonlat, hanem azt a tényt állapítja meg, hogy a Földnek az égitestek közé sorolásával az ég mint a világnak valamilyen része vagy helye teljesen értelmetlenné vált. Az ég vagy az égbolt, a csillagászatban csupán képzeletbeli geometriai fogalom-má vált, amit irányok kijelölésével használnak. Az ég és Föld közé képzelt válaszfal leomlása Kopernikusz világmérvének leglényegesebb tartalma. Ezt Galilei mindjárt felismerte, aki a „Dialogo”-ban le is vonta azt a következtetést, hogy nincs külön égi és nincs külön földi szubsztancia. Ennek pedig nemcsak abból a filozófiai szempontból lett jelentősége, hogy a csillagászat ezzel az első adalékot szolgáltatotta a világ anyagi egységére, hanem perspektívában benne van a csillagászati kutatások célja, értelme és szükségessége. Ha ugyanis a Föld és az égitestek egyaránt a természethez tartoznak, a természet kutatása nem fejeződhet be a Föld határánál, mert a Föld csak parányi része a természetnek.

Manapság nincs olyan idealista filozófiai áramlat, amelynek tézise lenne az égitestek természetfeletti volta. A mai vallások sem tanítanak olyat, hogy az égitestek nem anyagi képződmények, csak az eredetüket magyarázzák végső fokon nem természetes okkal. Az, hogy a Föld is égitest, annak beláttatása ma már nem követel hosszas magyarázkodást, hanem közvetlen élményként adódik. Az úrhajókból közvetített televíziós műsorokban saját szemünkkel láthatjuk az égen lebegő Földet, vagy a Holdról készített képeken a Hold horizontja felett a Földet a Hold egén.

Mindezek ellenére az éghez fűződő évezredek hagyományok hangulati és érzelmi töltése az emberek többségében még mindig lényegileg elválasztja a földi természetet az égitestek világától. Megnyilvánul ez abban is, hogy a csillagászatot nem tartják olyan természetet kutató tudománynak, mint a fizikát, vagy a kémiát. Nem értik, hogy miért szükséges nagy pénzüsszeget áldozni az űrkutatásra, amikor ezeket sokkal hasznosabb célokra lehetne fordítani a Földön. Nagyságrendileg ilyen összegekbe kerülnek a fizikusok nagy gyorsító berendezései is, de az már régen köztudott, hogy a fizika az ember számára nélkülözhetetlen és hasznos tudomány. Az éghez fűződő misztikus elképzelések maradványa táplálja azt is, hogy a XX. században még sok, magasabb iskolát végzett ember is hisz az asztrológiában.

Ahogy Kopernikusz világgépe volt a bölcsője a modern természettudománynak és a helyes világnézet kialakításának, korunkban is csak erre a világgépre épülhet az egységes tudományos világlátás, a természettudományos műveltség. Amikor világszerte ünneplik a nagy csillagász születésének 500 éves évfordulóját, nemcsak soha el nem múló érdemeit méltányoljuk, hanem eszméit is magunkévá kell tennünk.

A CSILLAGÁSZAT LEGÚJABB EREDMÉNYEI

Az utóbbi években a Hale-csillagdáknban (így nevezték el a Wilson- és Palomar-hegyi obszervatóriumokat) Sandage és Tammann részletesen újra vizsgálta a Hubble-féle relációt. Ebből a célból újra kalibrálták fényelektromos mérések alapján a cefeidák P-L relációját. Ezzel korrigálták a Lokális Csoport és az M101, valamint NGC 2403 galaxis-csoportok távolságát. Azután az így nyert új távolságokkal a H II vidékek átmérőjét határozták meg ezekben a galaxisokban. A H II ködök nagyságára így kapott érték felhasználásával 50 távolabbi galaxis távolságát lehetett meghatározni. Ennyi távolságadatból már jól lehetett meghatározni a spirális galaxisok abszolút összfényességét és ebből 70 további még gyengébb galaxis távolságát fényelektromos összfényesség mérésekből. Az új képcsövek lehetővé tettek ezen 13–16 fényrendű galaxisok színekében a vöröseltolódás meghatározását az 5 méteres teleszkóp Cassegrain-fókuszában készült színekfelvételekből. Az éveken át tartó mérési munka eredményeképpen a Hubble-konstansra $H=53 \text{ km/sec}/10^6 \text{ ps}$ adódott, körülbelül a fele az eddig használt értéknek és tízszer kisebb, mint a Hubble által 1936-ban levezetett érték. Így az univerzum nagyobb és régibb, mint eddig gondolták. A Hubble-időre most 18 milliárd év adódik.

A 3C279 csillagszerű rádióforrásnak 1970. októberben a Naptól való elfödését a Green Bank rádió-obszervatóriumban felhasználták a gravitációs fényeltérítés mérésére. A használt mérőberendezés egy 2,7 km alapú rádió-interferométer volt, szimultán 11,1 és 3,7 cm hullámhosszon. A két különböző hullámhosszon való mérés lehetővé tette a napkorona okozta fénytörésnek a gravitációs fényeltéréstől független meghatározását. Erre a refrakcióra korrigálva a gravitációs eltérítésre a Nap szélén $1''57 \pm .''08$ értéket kaptak, amely valamivel kevesebb, mint amennyit az

Einstein-féle gravitációs elmélet megkövetel (Sramek, *ApJ* 167, L 55, 1971).

Négy évi erőlködés után a Brookhaven National Laboratory-ban Raymond Davis, Jr. és munkatársai felfedeztek a Nap centrumából jövő neutrínókat (*Bull. Am. Phys. Soc.* 16, 631). De a neutrínók megfigyelt száma hatszor kisebb a vártnál. Az eltérés megmagyarázására a Nap centrális hőmérsékletére 14×10^6 K-t kellene felvenni, de ez egyéb nehézséget okozna. Azt mindenesetre le lehet most szögezni, hogy a Nap centrumában a p-p reakció túlnyomó a C-N ciklussal szemben, mert ha az utóbbi játszana nagyobb szerepet, a neutrínó-fluxusnak ötvenszer nagyobbak kellene lennie a megfigyelt értéknél. Némely fizikus hajlandó a diszkrepancia megmagyarázására azt feltételezni, hogy a neutrínók túlnyomó része szétesik a Föld felé való útjában. Ez viszont magával hozza a fotonok stabilitásának kérdését és a Hubble-féle vöröseltolódásnak az eddigőtől eltérő értelmezését.

Az utóbbi hónapokban úgysis több megfigyelés mutatott arra, hogy a galaxisok színképében észlelhető vöröseltolódás nem teljesen távolodástól ered. (Arp, *Science* 174, 118, 1971.) Az egyes galaxishalmazokban a vöröseltolódás szisztematikusan változik a galaxisok típusával (Jaakkola, *Nature* 234, 534; Tifft, *BAAS* 3, 391, 1971). Különösen a quasarak vöröseltolódásának kozmológiai értelmezése válik mindjobban kétségséssé.

A röntgensillagászat jelentős eseménye volt az Uhuru nevű mesterséges égitest 1970. december 12-én Kenya partjairól való felbocsátása. (Uhuru szualéz nyelven szabadságot jelent, az elnevezés onnan származik, hogy a felbocsátás éppen Kenya függetlenségi ünnepén történt.) Rakétákkal már 1962 óta folytak beléjük helyezett röntgen-detektorokkal röntgen-megfigyelések és igen sok meglepő felfedezés történt. Ezek a rakéták csak néhány percnyi megfigyelést tettek lehetővé, mégis megmutatták, hogy a röntgensugárzás széles körű jelenség a kozmikus objektumokban és néhol olyan intenzitással történik, melyet egyelőre nem tudunk megérteni. A Tejútrendszerben nagyszámú X-forrást fedeztek fel, majd később néhány extragalaxisban és quasarban is, azonkívül felfedezték a diffúz háttér-X-sugárzást. Az Uhuru most folytonos, hosszú észleléseket tesz lehetővé. Már eddig is közel 100 új forrást talált a Tejútrendszerben (rakétákkal 9 év alatt 40-et találtak) és kiderült, hogy ezek a források a spirális karokban helyezkednek el, de röntgen-forrás a galaktikus centrum is. Diszkrét X-forrást találtak a Nagy-Magellan-felhőben. A röntgenforrások egy része irreguláris és periodikus fluktuációkat mutat.

Vannak X-sugárzó pulzárak, legfeltűnőbb köztük a Cen XR—3 (Giacconi et al. *ApJ* 167, L 67, 1971 és *ApJ* 172, L 79, 1972), 4,8 mp periódussal, amely valószínűleg az LR Cen algalocsillaggal azonos Sklowsky szerint. Új X-pulzár a Cygnus X-1 0,067 mp periódussal. Ez egészen más, mint a Crab-pulzár (amely ugyancsak X-pulzár is), mert a Cygnusban nincs szupernova-maradvány. A 3C 273 a legerősebb extragalaktikus X-forrás 10^{45} erg/sec energiával. A Virgo, Coma (Gursky et al. *ApJ* 167, L 81, 1971) és Perseus galaxishalmazokban igen nagy kiterjedésű ($\sim 500\,000$ ps) röntgenforrásokat találtak, úgyhogy valószínűleg intergalaktikus anyag a kibocsátó. Az 1971 augusztusában Bambergben tartott IAU változócsillag kollokviumon bemutatták az Uhuru segítségével ultraibolyában 10 különböző hullámhosszban 14 napon át egyfolytában történt megfigyelésekkel nyert fénygörbéket a Beta Lyrae-ról!

A National Radio Astronomical Observatory háromrészes interferométerével Hjellming és Wade kimutatták (*ApJ* 164, L 1, 1971), hogy Sco X—1 rádiósugárzása igen különleges. A csillag körül három rádióforrás van, egyik 1''-en belül összeesik a csillaggal, erős és gyors irreguláris intenzitás-változásokat mutat. A másik két forrás a csillag ellenkező oldalán van 2'-re tőle, rádióemissziójuk teljesen konstans. A csillag rádióemissziója 0,002—0,26 fluxusegység között változik 11,1 cm hullámhosszon, teljesen irregulárisan, néhány órás időskálával. Rövidebb hullámhosszon erősebb a sugárzás, amely így nem termikus. A Sco X—1 rádióemissziójának rendkívüli változékonysága kitűnő lehetőséget ad egyéb X-forrás rádióemissziójának felfedezésére. Ugyanis, ha egy X-forrás közelében a hibahatáron belül találunk egy gyorsan változó rádióforrást, akkor feltehető, hogy a rádió- és az X-forrás ugyanaz. Ilyen módon Hjellming és Wade az NRAO interferométerrel felfedezték a GX 17+2 és Cyg X—1 rádióemisszióját (*ApJ* 168, L 21, 1971), utóbbiét tőlük függetlenül Hollandiában is (Braes, Mily, *Nature* 232, 246, 1971).

Különben az említett két kutató az NRAO interferométerrel egész sor más érdekes felfedezést is tett. Mint már a múlt Évkönyvben említettük (154. o.), felfedezték az Antares rádiósugárzását 2695 megahertzen, $0,005 \pm 0,001$ fluxus-egység erősséggel. Pontosabb pozíció-meghatározás céljából magasabb (8085 megahertz) frekvencián is megpróbálták a sugárzás mérését és ez 1971 nyarán sikerült is (előbb azért nem, mert a sugárzás ebben a tartományban erősen változik és régebben nem volt detektálható). A magasabb frekvencián 1'' pontosság volt elérhető a pozíció-meghatározásban és akkor kiderült, hogy Antares B3V komponense (Antares B) a rádióforrás, mely 3''2-re van Antares A-tól. Ez

teljesen váratlan eredmény volt és mutatja, hogy milyen primitív állapotban vannak még ismereteink a rádiócsillagokról.

Nem sokkal később identifikálták a Cygnus X-1 röntgen-és rádióforrást a HDE 226 818 spektroszkópiai kettőssel (Nature 235, 270, 1972). Ez 9-edrendű, egyik komponense B-típusú, némileg P Cyg-szerű színekkel, változó intenzitású emissziós vonalakkal. Bolton szerint az X-sugárzásban található 5.607 napos fluktuáció azonos a pályamozgás periódusával, mint a David Dunlap csillagda 74"-es reflektorával meghatározta.

Ezen két B-típusú kettősrendszer rádióemissziójának kimutatása után egyéb hasonló kettőscsillagok megfigyelését kezdték meg és 1971. októberében felfedezték az Algol és Beta Lyrae rádiósugárzását (Nature 235, 270, 1972). Az Algolban 1972 január és februárban 3,7 és 11,1 cm-en gyakori erős burst-öket észleltek (IAU Circ. 2388) egész 0,34 fluxus-egységig, melyek néha több órán át tartottak. A burst-ök sporadikusan lépnek fel, 1–5 napos, vagy még rövidebb intervallumokban. Az ilyen burst-ök nem mutatkoztak 1971. október–novemberben. Bolton színekfelvételei szerint 1972. februárban az optikai tartományban érdekes változások történtek, melyek összefüggésben lehetnek a burst-ökkel. A burst-ök alkalmával a rádiósugárzás spektrálindexe változásokat mutat, melyek nem-termális eredetre vallanak. A rádiósugárzás változásai nem függenek össze a fénygörbével.

Welin észrevette (AA 12, 312, 1971), hogy a V 1075 Cyg = LK H α 190 változócsillag, mely 1957-ben előrehaladott T Tau spektrumú volt, közepes erősségű H alfa emisszióval (l. Herbig ApJ 128, 259, 1958), 16.0 fotografikus fényességgel 1969 októberében már igen gyenge emissziót mutatott és 1970 szeptemberében színeképe B3 lett, emisszió nélkül. 1970 novemberében B magnitúdója 10.0 lett. Egyúttal 3' hosszú ködszerű filamentum fejlődött ki környezetében. A csillag összeköttetésben áll az Észak-Amerika köddel. Herbig a Lick 120'' coudé spektrográfján részletesen vizsgálta a csillag 1971. márciusi és áprilisi színeképét (IBVS 543). Az abszorpciós spektrum A1 típusú volt. H alfa emisszió erős volt, P Cygni-típusú, 420 km/sec-mal ibolya felé eltolódott abszorpciós komponenssel. Ugyanez a helyzet a Ca II K-vonalnál, de emisszió nélkül, csak H alfa és az infravörös Ca II triplet volt emisszióban. Erős volt az abszorpciós Li I λ 6707 vonal.

A kitörés előtti egyetlen színekép egy 1957. augusztus 3-i kisdiszperziójú felvétel, amely T Tauri emissziós színekép, abszorpciós vonalak nélkül. Ha ezt K0-nak vesszük, az A1-be való színeképátmenet megmagyaráz

5.5 magnitúdó növekedést, a maradékhoz szükséges még 2.2-szeres sugárnövekedés. A fényesség-emelkedés mindössze 250 napig tartott, ha az eredeti sugár 2 napsugár, a fotoszféra expanzió-sebességére csak 1 km/sec adódik, ez sokkal kisebb, mint a P Cyg színeképből adódó 420 km/sec! Jelenleg az abszorpciós vonalból eredő sebesség — 60 km/sec, különbözik a csillag környékén levő H II vidékek — 15 km/sec radiális sebességtől.

A csillag viselkedése teljesen hasonló az FU Orionishoz, még részletekben is. FU Orionis kitörés előtti állapotából azonban nem állt rendelkezésre színekép és a jelenséget úgy is magyarázhatták, hogy a circumstelláris porréteg csökkenése okozta a csillag fényesség-növekedését. V 1057 Cygni-nél a kitörés előtti színekép alapján meg lehetett állapítani, hogy magával a csillaggal történt valami. Így újabb szép példát kaptunk arra, milyen gyors evolúciók mehetnek végbe speciális csillagokban.

Az SU Tauri R Coronae Borealis típusú csillag fotográfiai fényessége 1971 márciusában 9,5 magnitúdóról 12,8-ra csökkent, ugyanakkor infravörösben 5 mikrohullámhosszon fényessége 3,6 magnitúdóval nőtt. Most először figyelték meg egy ilyen típusú csillag minimumát infravörösben. Az eredmény igazolja ezen csillagokra az ún. fátyolelméletet.

Még egy régebben ismert változócsillagot identifikáltak rádiógalaxissal. A PKS 1154—24N-galaxisról kiderült, hogy egybeesik az AP Librae 14,5—16,4 fényrend között változócsillaggal. A Galaxis rádiófluxusa is változik (Nature 232, 178; ApJ 167, L 79, 1971).

Igen jelentősek régi nováknak és novászzerű változóknak nagy időfeloldással történő fényelektromos megfigyelései, amilyeneket főleg Warner végez a McDonald csillagda 207 cm-es Struve reflektorával. Eredményeiről a bambergi IAU változócsillag-konferencián számolt be. Mindegyikük igen jellegzetes, gyors fényingadozásokat (flickering) mutat, kivéve amikor a forró komponens van fedve. A fődésen kívüli nagyobb fényváltozások mindegyiknél megmagyarázhatók úgy, hogy a forró komponens légkörében fényes aktív vidék van. A flickeringet ez a vidék okozza, azért szűnik meg az ennek fedésekor. Hasonló flickeringet talált Warner a G61—29 heliumemissziós fehér törpe fényében (IAU Circ 2374). Ez azt a gyanút keltette, hogy G61—29 novászzerű változó és így kettős. Hamarosan beigazolódott, hogy a csillag fedési változó, 6^h17^m periódussal, a flickering a 20 percig tartó fogyatkozás alatt itt is szünetel. (IAU Circ 2388.) Hasonló flickering mutatkozik a HZ 29 fehér törpe fényében.

Coutrez felfedezte (IAU Circ 2339), hogy a Theta Coronae Borealis

kettőscsillag. A szeparáció 0''55, a fotográfiai fényességkülönbség a komponensek között 2,5 magnitúdó. Régebben azért nem vették észre a kettősséget, mert a szeparáció a pálya excentrumossága miatt még kisebb volt.

Molekula	Hullámhossz	Teleszkóp	Felfedező	Év	Megjegyzés
CH	4300A	Mt Wilson 100''	Dunham	1937	
CN	3875	Mt Wilson 100''	Adams	1940	1
CH+	3745—4233	Mt Wilson 100''	Adams	1941	
OH	18, 6,3, 5,0, 2,2 cm	Lincoln Lab 84 láb r. t.	MIT + Lincoln	1963	2
NH ₃	1,3 cm	Hat Creek 20 láb	Berkeley	1968	3
H ₂ O	1,4 cm	Hat Creek 20 láb	Berkeley	1968	4
H ₂ CO	6, 2,1, 1 cm 2,1, 2,0 cm	NRAO 140 láb NRAO 36 láb	NRAO Un. Maryland +Chicago	1969 1969	5
CO	2,6 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab	1970	6
CN	2,6 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab	1970	1
H ₂	1100A	UV rakéta	NRI	1970	7
HCN	3,4 mm	NRAO 36 láb	NRAO	1970	8
HC ₃ N	3,3 cm	NRAO 140 láb	NRAO	1970	9
CH ₃ OH	36,1 cm 3 mm	NRAO 140 láb	NRAO	1970	10
CHOOH	18 cm	NRAO 140 láb	Harvard Un.	1970	11
CS	2,0 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab + Columbia Un.	1971	12
NH ₂ CHO	6,5 cm	NRAO 140 láb	Un. Illinois	1971	13
SiO	2,3 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab + Columbia Un.	1971	14
OLS	2,7 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab + Columbia Un.	1971	15
LH ₃ CN	2,7 mm	NRAO 36 láb	Bell Lab + Columbia Un.	1971	16
HNCO	3,4 mm, 1,4 cm	NRAO 36 láb	NRAO	1971	17
HNC	3,3 mm	NRAO 36 láb	NRAO	1971	18
CH ₂ C ₂ H	3,5 mm	NRAO 36 láb	NRAO	1971	19
CH ₃ CHO	28 cm	NRAO 140 láb	Harvard Un.	1971	20
H ₂ CS	9,5 cm	Parkes 210 láb	CSIRO Ausztr.	1971	21

Megjegyzések: 1 cian; 2 hidroxil; 3 ammónia; 4 víz; 5 forma'lehid; 6 szénmonoxid; 7 hidrogénmolekula; 8 hidrogénianid; 9 ciano-acetilén; 10 metilalkohol; 11 formicacid; 12 karbon monoszulfid; 13 formacid; 14 szilícium-oxid; 15 karbonil-szulfid; 16 acetonitril; 17 izocianid; 18 H-izocianid; 19 metilacetilén; 20 acetaldhid; 21 tioformaldhid.

A formaldehid O¹⁸-as izotópját is felfedezték az Sgr B 2 forrásban a 64 m-es Parkes teleszkóppal (IAU Circ. 2354).

1971-ben is nőtt az ismert intersztelláris molekulák száma. A jelenleg ismertekről az alábbi táblázat ad áttekintést a felfedezés sorrendjében, a detektált hullámhosszal, a felfedezéshez használt teleszkóppal és a felfedező vagy a felfedezők munkahelyével együtt.

A 30 Doradus szuperasszociáció a Nagy Magellán-felhő legfeltűnőbb alakzata rádió és optikai frekvenciákon egyaránt. Glass most infravörösben 1,2 és 3,5 μ -es hullámhosszakban a H II köd centrumában mindössze 1' átmérőjű forrást talált. (Nature 1972 May 1.) Ekörül van egy 4' átmérőjű termális rádióforrás, beágyazva egy 24' átmérőjű nem-termális forrásba és még nagyobb H II komplexumba. Rádiófrekvenciákban a 30 Doradus szerkezete nagyon hasonlít a mi galaxisunk centrumához, és az új infravörös megfigyelések a hasonlóságot még szorosabbá teszik. Igen valószínű, hogy a Glass által talált infravörös forrás a Nagy Magellán-felhő magja.

A Jupiter 1971. május 13-án elfedte Beta Scorpiit. A fedést a legmodernebb fényelektromos berendezésekkel több expedíció figyelte meg Dél-Afrikában, Indiában és Ausztráliában. A megfigyelések a Jupiter atmoszféra tetején 300°K hőmérséklet mellett 10^{12} molekula/cm³ sűrűséget adnak, a hőmérséklet befelé először esik egész 150°-ra, azután újra emelkedik. A Beta Sco fogyatkozása alkalmával több felvillanást észleltek, ami úgy interpretálható, hogy több (legalább 4) refrakciós réteg van az atmoszférában. Az Io hold is elfedte a csillagot. A fedésből 5 km hibával volt meghatározható az Io átmérője: 5600 km. A fedések valószínűvé teszik, hogy Beta Scorpii-nek van egy gyenge komponense 0'097-re 308° pozíciószögben, $\Delta m=2,5$. Ha ez igaznak bizonyul, a csillag ötös rendszer.

A Mariner-9 legérdekesebb eredménye talán, hogy közeli felvételeket készített a Mars holdjairól. Mind a Phobos, mind a Deimos szabálytalan alakú, nagy kráterekkel.

1971-ben a következő üstökösök jelentek meg:

1971a: Toba japán csillagász fedezte fel március 7-én a Pegasus csillagképben. Összfényessége 10 magnitúdó volt, centrális sűrűsödéssel és rövid csóvával. Hurukawa pályaszámítása szerint a perihélium átmenet április 17-én volt 1,2 a. e. távolságra a Naptól. A pályahajlás nagy volt, kb. 110°.

1971b: A Holmes-féle periodikus üstökös volt. Elizabeth Roemer a Lunar és Planetary Laboratory 154 cm-es Catalina reflektorával készült felvételpáron már június 20-án gyanította az üstökösöt, de véglegesen a felfedezés június 27-én, a Steward Observatory Kitt Peak-i 229 cm-es

reflektorával készült felvételekről igazolódott. Az üstökös fényessége 20,0 magnitúdó volt.

1971c: A Kearns-Kwee periodikus üstökös volt. Ezt 1963-ban Palomar Schmidt felvételeken fedezték fel, és most első visszatérésekor újra megtalálta Elisabeth Roemer mint 20.1 rendű objektumot. Az üstökös 1961-ben 0.03 a. e.-re megközelítette a Jupitert, a pályaháborgatás következtében a periódus 50 évről a mostani 9 évre csökkent. Legjobban 1972 végén lesz megfigyelhető, amikor perihéliuma közel egybeesik a Nappal való oppozíciójával.

1971d: Ez az 1965-ben a nankingi Purple Mountain Observatory-ban felfedezett Tsuchinshan 2 periodikus üstökös volt, melyet most Elisabeth Roemer talált meg szeptember 19-én a Steward Observatory 229 cm-es Catalina reflektorával a Kitt Peaken. Ez volt a felfedezés utáni első visszatérés. Fényessége 19,2–19,5 magnitúdó volt mindössze, 0,2 hosszú csóvával. A perihélium átmenet 1971. novemberben volt, 1972. januárig a fényesség 15,5 magnitúdóra nőtt.

1971e: Ez a Shajn–Schaldaeb-féle periodikus üstökös volt, melyet eddig csak az 1949. évi felfedezését követő négy hónapon át figyeltek meg, 1957. és 1964. évi visszatérésekor nem sikerült megtalálni. Mostani visszatérésekor C. T. Kowal fedezte fel szeptember 29-én a 122 cm-es Palomar Schmidt-teleszkóppal mint 16. rendű objektumot, rövid csóvával, 18.4 rendű maggal. Az újra-megtalálás B. G. Marsden pályaszámítása alapján történt.

1971f: Ez a másik 1965-ben felfedezett nankingi periodikus üstökös, Tsuchingshan 1, melyet szintén a Steward obszervatórium 229 cm-es reflektorával talált meg Elisabeth Roemer, mint rendkívül gyenge és diffúz képet, úgy hogy csak két pontatlan pozíciót lehetett kapni róla.

Yoshiyuki Kuwara, Hits és Oita japán csillagászok 1971. július 10-én a Cepheus csillagképben $RA = 22^h02,^m6$ $D = +53^\circ18'$ koordinátákkal nyolcadrendű novát fedeztek fel, igen erős H-alfa emisszióval.

A NAP—FÖLD FIZIKAI KAPCSOLATOK KUTATÁSÁRÓL

Az MTA Csillagászati Bizottsága Szoláris-Terresztrikus Programok (STP)
Albizottságának tájékoztatója

A Nap változó erősségű sugárzásainak és ezek földi hatásainak a tanulmányozása a tudományos érdeklődés középpontjába került világszerte, különösen az utóbbi évek óta. A sok tudományágat érintő és együttműködésre készítő ilyen irányú kutatások nemcsak az általános tudományos megismerés szempontjából nagy jelentőségűek, hanem legalább annyira fontosak a különféle alkalmazási lehetőségeik miatt.

A tudományos technikai forradalom, amelynek ma tanúi vagyunk, még az ember és környezete (a bioszféra) vonatkozásában is bizonyos mértékű egyensúly-változást, átalakulást indított el. Az őserdők fokozatos eltűnésével számottevően megnövekszik a földi légkör széndioxid tartalma. Így, ma már emiatt és egyéb emberi beavatkozások következtében, kérdéses például az, hogy a jövőben légkörünk hogyan és mit fog áterezteni és elnyelni a Nap sokféle sugárzásaiból; lesz-e és mikor lesz esetlegesen észrevehető károsodás vagy javulás. Nagy valószínűséggel mondhatjuk, hogy a későbbi korok embere minden energia-szükségletét leggazdaságosabban a napenergia közvetlen hasznosítása útján fogja nyerni. Jelenleg ettől persze még igen távol vagyunk. De, hiszen a Napból szétsugározódó és Földünkig (valamint a Föld közelébe) eljutó többféle energia-fajta mennyiségét, ezek időbeli mennyiségi változásait sem ismerjük még kellő mértékben. Pedig ezek pontos ismeretére égetően szükség volna már napjainkban is; számos tudományos, technikai és gazdasági probléma megoldását segíthetnék elő.

Kétségtelen, hogy a Napnak és földi hatásainak, a Nap—Föld fizikai kapcsolatoknak a kutatása óriásit lendült előre, miután a rakéta-technika, rádió-telemetria és elektronikus számológépek fejlődése révén sikerült elkezdeni a Föld sűrű léggrétegei fölött fizikai mérések, észlelések végrehajtását. Ezen űrkutatási lehetőségek kihasználása óta, ilyen módon hatalmas lépésekkel jutott előbbre sok tudományág, de váratlan és meg-

lepő eredmények is adódtak, amelyek újabb tudományos problémák tanulmányozásának időszerűségét vetették fel. Így többek között úgy látszik, hogy a fizikai kapcsolat a Nap és a Föld között valószínűleg jóval szorosabb, mint amilyenek azt ma tudjuk.

A Nap és földi hatásai eredményes kutatásához azonban nem elegendő különféle tudományágak együttműködése, hanem az egész Földre kiterjedő egybehangolt nemzetközi kutató-hálózat is nélkülözhetetlen. Ez volt a „Nemzetközi Geofizikai Évek” (1957–58) és még inkább a „Nyugodt Nap Nemzetközi Évei” (1964–66) folyamán lezajlott világméretű kutatási együttműködés eredeti célja. Ma már a Tudományos Uniók Nemzetközi Tanácsa (*ICSU*) kebelén belül egy állandó jellegű szervezet, a Nap–Föld Fizikai Kapcsolatok UNIO-közi Bizottság (*IUCSTP*) gondoskodik a Földünk egészére kiterjedő és így az egész emberiséget közvetlenül érintő kozmikus hatások vizsgálatánál a megkívánt együttműködés biztosításáról. Magyarország is bekapcsolódott ebbe a munkába, hiszen a tanulmányozandó problémák között több olyan van, amely néhány hazai tudományos intézetünk hivatásszerű feladatköréhez tartozik. Nem hallgathatjuk el azonban azt a sajnálatos tényt, hogy ez idő szerint nálunk még nincsenek biztosítva az anyagi előfeltételek ahhoz, hogy a hazánkhoz hasonló adottságokkal rendelkező országokkal egyenrangúan, azaz kielégítő mértékben vehessünk részt ezekben az igen fontos kutatásokban.

A Nap

Külső rétegeiben, rendszeresen, különféle jelenségek játszódnak le; közöttük akadnak évtized-lassúságúak, de igen gyorsak, percek alatt lezajlóak is. Nyilvánvaló, hogy ezen változásokkal (mint például a napfoltok keletkezése-eltűnésével) együtt kell hogy járjon a Nap össz sugárzása erősségének a változása is. Egészen a közelmúltig azonban, talán azt mondhatjuk, hogy mindaddig amíg nem sikerült műszereket a Föld sűrű léggrégei fölé emelni, nem lehettünk bizonyosak abban, hogy energetikailag valóban nagyfokú lehet a Nap egyes kisugárzásainak az ingadozása. A korábbi bizonytalanságot elsősorban az okozta, hogy a Nap elektromágneses sugárzásainak (durva meghatározással) csak a fény és a rádió-hullámok elnevezésű része és ennek is csupán egy hányada jut le közvetlenül a Föld felületéig. A Nap főleg elektronokat, protonokat, és a hidrogén atommagok mellett még egyéb szabad elektromos töltésű

könnyű atomi részecskéket tartalmazó, azaz plazma anyagból álló részecskesugárzása is elakad a földfelszíntől nagy magasságokban és ebben a Föld mágneses erőtere döntő szerepet játszik. A Napból különböző sebességekkel érkező részecskék, az igen rövid hullámhosszú elektromágneses sugárzásokkal (így a Nap röntgenfényével) együtt, a Föld felületétől már messze megakadnak ugyan, de végeredményben így is növelik a Föld egészének energiatartalmát, sőt a különböző magasságú légrétegek közvetítésével ezek a Napból származó energiák, legalábbis részben lejuthatnak a Föld felületéig is. Ma már tudjuk, hogy a Nap rövidhullámú sugárzásainak és részecskesugárzásának erőssége időnként hirtelenül hatalmas mértékben megnövekedhet és éppen ezek a jelentős energiájú sugárzás-fajták a Föld alacsonyabb, sűrűbb légrétegeibe és ez alá közvetlenül el sem jutnak.

A Föld sűrűbb légrétegei fölé, a Föld környezetébe és a Földtől nagy távolságra (így például mesterséges bolygóként a Vénuszig és Marsig) eljuttatott műszerek mérési eredményeinek a földi napfizikai obszervatóriumok észlelési adataival történő egybevetéséből megtudtuk, hogy a Nap említett, sokszor igen nagy energiájú és gyorsan változó kisugárzásai szoros kapcsolatban állnak a Nap régóta ismert különféle jelenségeivel, ezek keletkezésével, fejlődésével, mozgásaival, változásaival; másként kifejezve: a nagy energiájú átmeneti sugárzás-ingadozások a naptevékenység velejárói, ennek éppen a leglényegesebb megnyilvánulásai.

Azt, hogy a naptevékenység több-kevesebb szabályossággal változik, legelőször a napfoltok esetében vették észre. A naptevékenység egyik legfeltűnőbb sajátossága az, hogy ciklikusan (mintegy évtizedes ciklussal) és nagy vonásokban hasonló módon ismétlődnek a jelenségek. Mindeddig azonban e változások törvényszerűségeit csupán megközelítőleg és részben sikerült megismerni, okát pedig még teljesen homály fedi. A napfoltok erős mágneses terek helyei. A legerősebb mágneses terek a Nap észlelhető rétegeiben éppen a napfoltok sötétebb magjaiban, az umbrákban vannak. A Nap nagy energiájú erős sugárzás-növekedései ezen erős mágneses terek, napfoltok és napfoltcsoportok keletkezésével, fejlődésével, változásaival függenek össze. Sőt az is szinte bizonyosra vehető, hogy az ilyen gyors részecskékből álló kisugárzások nagy energiájukat mágneses terekben történő felgyorsulásoknak köszönhetik. A napkitöréseknek (*flereknek*) nevezett átmeneti energia-kitörések közül a legnagyobbakban az energia zöme (mai ismereteink szerint) a Nap–Föld távolságot néha 20–30 perc alatt befutó proton-nyalábokba koncentrálódik. A napkitörések és ezek előrejelzési lehetőségének (belátható időn

belül bekövetkező) megoldása kulcskérdése mind a Nap fizikai, mind a Nap—Föld fizikai kapcsolatok kutatásának.

Hazánkban napészleléseket a *debreceni MTA Napfizikai Observatórium* végez, és a kutatások elsődlegesen a napfolt-umbrák mozgásainak tanulmányozására irányulnak. Amennyiben a mágneses terek változásai tényleg döntő szerepet töltenek be a napkitöréseknél, ez egyben azt is jelenti, hogy az umbra-mágnesek egymáshoz viszonyított mozgásainak vizsgálataiból feltehetőleg lényeges eredmények adódhatnak. Szerencsére az ilyen típusú kutatásokhoz aránylag könnyen, szerény anyagi keretek között is érdemleges munkalehetőséget lehetett teremteni nálunk. De jelentős tény, hogy ezen kutatásaink kiegészítésére és kiterjesztésére, más jellegű észlelések végzésére is alkalmunk lesz. A debreceni Observatórium folyamatban levő fejlesztésével remélhetőleg hamarosan sor kerül egy igen nagy felbontóképességű és diszperziójú (8 m-es) spektrográffal egybekapcsolt speciális, modern napészlelő távcső felállítására. Észlelési adataink pedig a jövőben a nemzetközi együttműködés keretében megkívánt gyorsasággal, sokszor egészen rövid időn belül is kiértékelhetők lesznek megfelelő laboratóriumi mérőműszerek beszerzése révén.

Az utóbbi évek során a napfizikusok egységesen arra a véleményre jutottak, hogy a valóban jelentős új eredmények eléréséhez elengedhetetlen a távcsövek által (általában az észlelések elsődleges fázisaként) létrehozott napképeknél a még kivitelezhető maximális felbontás megvalósítása. Más szóval ez azt jelenti, hogy arra kell törekedni, hogy a Nap minél kisebb részletei külön-külön is tanulmányozhatók legyenek. Vagy egy évtized óta igen valószínűnek látszik, hogy kedvező időpillanatokban már a földfelszínen felállított, megfelelő műszerekkel elegendő nagy felbontást kaphatunk a Nap észlelhető rétegeit alkotó, legkisebb, napfizikailag önálló egységeknek tekinthető gázcsomó-alakzatok egyedi tulajdonságainak a vizsgálatához.

Nagy felbontást mutató észlelési anyagok gyűjtésének azonban egyik legfőbb nehézsége, hogy magas költségkihatású. Egyrészt azért mert a távcsövek feloldóképessége az átmérővel arányosan, ára exponenciálisan növekszik. Másrészt, hiábavaló a feloldóképesség fokozása, ha nem gondoskodunk arról is, hogy a légköri nyugtalanságoktól eredő képrontó hatásokat kielégítően csökkentjük, ami viszont a távcső-objektív nagyságával szintén növekszik, mivel így vastagabb levegőhengeren áthaladó fénysugarakkal történik az észlelés. Ez a tény is hozzájárult ahhoz, hogy évtizedeken át nem is tartották a nagyobb távcsöveket jobbnak napészlelésekhez.

A levegőnek az észlelések minőségét károsan befolyásoló hatását (űrkutatói módszerek kivételével) teljesen kiküszöbölni sohasem lehet, de igen jelentős javulást hozhat a távcső alkalmas helyen és módon történő és általában ugyancsak költségtöbbletet okozó felállítása. Az újabb kísérletek azt bizonyították, hogy amennyiben a jó leképzés az elsődleges követelmény, a napészlelő távcsövek optimális elhelyezésének előfeltétele: szabad ég alatt (tehát ne kupolában legyen a távcső), minél magasabban a talaj fölött és kelet—dél—nyugat irányokba nagy kiterjedésű víz partján legyen a távcső felállítva.

Régebben a napészleléseknek megvolt az az előnye, hogy már aránylag kisebb (tehát olcsóbb) távcsövekkel és nem túlságosan sok munka befektetésével is élvonalbeli kutatásokat lehetett végezni. Nyilvánvaló azonban, hogy egy kisebb távcső teljesítőképességének értékét is lényegesen fokozhatjuk az által, ha sikerül azt jobb leképzést biztosító módon elhelyezni. Ezért a debreceni Observatórium az egyik napfolt-mozgások észlelésére használt távcsövet toronyba (43 méter magasságba) vitte fel, míg a másik kiváló optikájú, többféle észlelésre alkalmas kettős távcsövet a Balaton északi partjára szeretné telepíteni, mivel ezekkel a távcsövekkel elsősorban olyan észlelések folytathatók, amelyeknél a jó leképzés és ezáltal az effektíven növelhető felbontóképesség éppen a döntő fontosságú.

A kozmikus sugárzásról

Mindössze hatvan éve tudunk arról, hogy Földünk nagy energiájú (néhány ezer eV-től legalább 10^{20} eV-ig terjedő energiájú) töltött részecskék mindenirányú záporában mozog. Az első évtizedekben bizonyos sejtelmesség hamarosan megszűnt és a mikrovilágról alkotott képünket átformáló káprázatos eredményeknek adott helyett; az ötvenes évek derekáig 3 kivétellel az összes addig ismert elemi részeket a kozmikus sugárzásban fedezték fel! Az utolsó két évtizedben a maradék titokzottság is foszladozik. Bár a kozmikus sugárzás eredetének problémája máig sem teljesen tisztázott kérdés, a sugárzásnak a Világegyetemben elfoglalt szerepét és jelentőségét ma már elég jól fel tudjuk mérni és ez a makrovilágról alkotott képünk kialakításának jelentős állomása.

Fizikai világképünk formálásán túlmenően, a kozmikus sugárzás kutatása gyakorlati szempontból is jelentős, s ez éppen a Föld—Nap kapcsolatokban nyilvánul meg. Közismert, hogy a naptevékenység közvetlenül befolyásolja az űrhajózás biztonságát, a földi hírközlés fel-

tételeit, közvetve az időjárás alakulását és az emberi környezet sok egyéb tényezőjét. Ezekben a kutatásokban jelentős, sok esetben döntő szerepe van a Nap korpuszkuláris sugárzásának, a hatások terjedésében pedig a bolygóközi tér szerkezetének, pillanatnyi állapotának. Mindkét tényező jól vizsgálható a nagy energiájú részecskesugárzás, vagyis a kozmikus sugárzás segítségével.

Az alábbi szempontok érdemelnek különleges figyelmet.

A kozmikus sugárzási részecskék egy része a Napon gyorsul fel, végigpásztazza a Nap—Föld közötti térséget, befogódik a magnetoszférába. A gyorsulás, terjedés, befogás mechanizmusának pontos felderítése tehát fontos és lényeges információt közöl a naptevékenységről, az interplanetáris tér szerkezetéről, a magnetoszféráról.

A kozmikus sugárzás más része a Galaxisból érkezik. Az érkező részecskék intenzitását az interplanetáris tér — a naptevékenység függvényében — jobban vagy kevésbé modulálja. A lehetőségek nyilvánvalók.

A kozmikus sugárzási részek az interplanetáris tér nagybani szerkezetére adnak felvilágosítást, azaz átlagolnak elég nagy térrészekre, szemben a mágneses és plazmamérésekkel, amelyek az interplanetáris térben mindig csak egy pontra (igen kicsi térrészre) vonatkoznak. Az átlagolás a részecske energiájától függ: néhány MeV-es proton néhány ezer km-es távolságokra átlagolva érzi az interplanetáris tér szerkezetét, százezer MeV-es proton már majdnem egy asztronómiai egységre ($1,5 \cdot 10^8$ km) átlagol. A kozmikus sugárzási részek változatos, különböző feltételeknek megfelelő szondákat jelentenek az interplanetáris tér vizsgálatára.

Az 1957—58-as Nemzetközi Geofizikai Év óta mintegy százötven állomásból álló, az egész Földre kiterjedő állomás-hálózat észleli a kozmikus sugárzás különböző komponenseinek intenzitás-ingadozásait. A mesterséges holdakkal végrehajtott mérések között a kozmikus sugárzás mérések a legelső idők óta állandóan szerepelnek.

Pontos adatok nem állnak ugyan rendelkezésünkre, de hozzávetőleges becslés szerint a Szovjetunióban és az Amerikai Egyesült Államokban mintegy 500—500 kutató foglalkozik a kozmikus sugárzás problémáinak kutatásával, Angliában, az NSZK-ban és Japánban mintegy 100—100. Jelentős centrumok alakultak ki Indiában (!), Ausztráliában, Kanadában és az európai államok legtöbbszörében is.

Hazánkban jól kidolgozott talaja van a kozmikus sugárzás kutatásának. A harmincas-negyvenes évek figyelemre méltó, de anyagi támogatás híján provinciális keretek között mozgó kezdeményezései után 1950-ben *Jánossy Lajos* munkássága indította meg az érdemleges fejlődést, amely

az *MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében* azóta is folyik. Az elmúlt húsz év alatti fejlődésre elég talán csak annyit említeni, hogy az IUPAP kétévenkénti kozmikus sugárzási világkonferenciáját 1969-ben Budapesten rendezték meg.

A budapesti kozmikus sugárzási megfigyelő állomás a Nemzetközi Geofizikai Év (1958) óta regisztrálja a 10^{11} eV körüli primer sugárzás, ill. ezek szekunderjeinek intenzitás-változásait, 20 m mélyen a föld alatt elhelyezett laboratóriumában, ezenkívül szovjet és bolgár intézményekkel együttműködve közös megfigyelő állomás épült a Tien San hegységben (Alma Ata mellett), illetve a Muszala csúcson (Bulgáriában). Az *INTERKOZMOSZ* szervezet keretében lehetőségünk nyílt a primer sugárzásnak az atmoszféra zavaró hatása nélkül történő vizsgálatára is.

A kozmikus sugárzás hazai kutatásainál a meglevő lehetőségek kihasználása és a nemzetközi fejlődéssel való lépéstartás mind a jelenlegi személyi és anyagi keretek bővítését, mind pedig a nemzetközi kapcsolatok rugalmasabbá tételét kívánják.

A földmágnesség

Szerepe és jelentősége az utóbbi évek óta különösen nyilvánvalóvá vált. A Naptól szüntelenül (de igen változó mennyiségben) földközelsbe érkező és leginkább néhány száz kilométer per másodperc sebességgel jellemezhető szoláris plazma anyagok állandó kölcsönhatásban állnak a földmágnességgel. Ennek, a napszélnek következménye, hogy sok föld-átmérő távolságig terjedő övezetet, a magnatoszférát, ezen belül sugárzás-övezeteket kell megkülönböztetnünk. Ezen kölcsönhatás útján jön létre a sarki fény, és különböző földmágneses jelenségek, változások ily módon végső fokon szintén a Nap változásaitól erednek.

Maxwell több mint egy évszázaddal ezelőtt földmágneses obszervatóriumok régi regisztrátumait vizsgálva mondta ki zseniális megsejtését: „E jelekben, melyekből idővel majd olvasni tudunk, a Föld belső életének lüktetése, a Föld szívverése van megörökítve; a jelek bizonyítják, Földünk sohasem szünetelő életműködését és figyelmeztetnek arra, hogy bolygónk története még koránt sincs befejezve.” *Einstein* pedig nem sokkal 1955-ben bekövetkezett halála előtt azt mondta, hogy semmi sem mutat rá jobban fizikai világképünk hiányosságaira, mint a földmágnesség és kozmikus sugárzás jelensége. A földmágneses kutatások haszna és fontossága már ezen véleményekből is jól kiviláglik.

A földmágneses obszervatóriumok a legrégebb geofizikai megfigyelőhelyek közé tartoznak. A nyílt-tengeri hajózás problémái már régen felhívták a figyelmet a szabadon lengő mágnesű iránytartó tulajdonságának hasznosságára. A XVI. századtól minden felfedező expedíció elsőrendű feladata volt különböző célú mágneses mérések végzése. Magyarországon is már az 1780-as években folyt rendszeres mágneses deklináció megfigyelés. Tehát mágneses terünk vizsgálata a messze múltban gyökerezik.

A földmágnesség problémaköre állandóan foglalkoztatta az emberiség legkiemelkedőbb tudósait. Legnagyobb fizikusunk, *Eötvös Loránd*, gravitációs mérései mellett mindig végzett, illetve végeztetett mágneses méréseket is és a két erőteret egymásra hatásukban, párhuzamosan vizsgálta. A mágneses tér térbeli változásának mérésére különleges műszert is szerkesztett.

A nagy tudósok megérzései, úgy látszik az emberiség általános hiányérzetét tükrözik. Az ilyen irányú kutatások ugrásszerűen a Nemzetközi Geofizikai Évek és az azt követő Geofizikai Együttműködés idején gyorsultak meg. Az obszervatóriumok száma néhány év alatt 200 fölé emelkedett, míg századunk első felében átlagosan csak mintegy 50 mágneses obszervatórium működött folyamatosan a Földön. A számszerűség gyors növekedése mellett a mérésekkel meghatározandó geofizikai paraméterek száma is rohamosan nőtt. Ismereteink a felső légkör szerkezetéről és a Földet környező térségről rövid idő alatt teljesen átalakultak és megsokszorozódtak.

Mágneses regisztrátumok vizsgálatából *Balfour Stewart* a múlt század 80-as éveiben következtetett arra, hogy a légkör nagy magasságokban valószínűleg elektromos vezető és, hogy az ott folyó elektromos áramok okozzák a mágneses változásokat. A múlt század utolsó évtizedeiben a mágneses hatókat már belső és külső hatókra bontották. Ezzel egészen korszerű irányba terelték a kutatást, mert szétválasztották a Föld-test által okozott állandó mágneses teret a felső légkörben folyó elektromos áramok változó mágneses terétől.

A mesterséges holdak mérései hamar kimutatták, hogy légkörünk felső része jóval bonyolultabb szerkezetű, mint ahogy azt eredetileg elképzelték. Kiderült az is, hogy a Föld felszínén észlelt mágneses változások jelenségeinek bizonyos csoportjáért (így az ún. öbölháborgásokért) a Föld felső légkörének erősen ionizált rétegei, az ionoszféra, más csoportjáért (a mágneses-pulzációkért) pedig a magnetoszféra a felelős. Ezért a mágneses változások vizsgálata jól felhasználható az ionoszféra és a

magnetoszféra jelenségeinek szétválasztására és általános kutatására.

A Föld felszínén végzett földmágneses mérések olcsón és folyamatosan adnak képet az ionoszféra és magnetoszféra állapotáról, de semmiképpen sem helyettesíthetők a rakéták, mesterséges holdak és bolygók segítségével szűrőpróbaszerűen, időlegesen végzett — jóval költségesebb — mérésekkel. A jelenségek helyes leírása érdekében természetesen ezeknek az adatait is fel kell használni, de a folyamatos, egész Földre kiterjedő földfelszíni mérések a kiértékelésnek továbbra is nélkülözhetetlen alapját szolgáltatják.

Az új követelményeknek megfelelően az obszervatóriumok természetesen kiegészültek a klasszikus földmágneses műszerek mellett a rádiótechnika és elektronika, valamint a komputer technika által nyújtott lehetőségek felhasználásával készült műszerekkel. Egy-egy obszervatórium üzemeltetése ezért természetesen munkaerő és költség szempontjából lényegesen megdrágult, de még így is nagyságrendekkel alatta marad a mesterséges holdakkal végzett közvetlen mérések költségeinek. Ezért a megnövekedett létszámú obszervatóriumi hálózat a Nemzetközi Geofizikai Évek megszűnte után sem hagyta abba a munkát, hanem számban és felszerelésben állandóan fejlődve tovább méri és regisztrálja a Föld belsejének és külső burkának bonyolult elektromágneses jelenségeit.

Az obszervatóriumok telepítési és fenntartási költségeit tetemesen megnövelte, hogy közülük sokat a Föld ismeretlen, nehezen megközelíthető vidékeire kellett helyezni. Így obszervatóriumokkal népesültek be az óceánok szigetei, magas hegyiségek felföldjei és a nehezen megközelíthető, szinte elviselhetetlenül zord klímájú sarkvidékek is.

Ezeknek telepítési és fenntartási költségeit a gazdaságilag fejlett országok viselték. Különösen az Antarktisz obszervatóriumi váltak fontossá, mert szakembereiknek áldozatos munkája nyomán fehér foltok tűntek el az emberi tudás térképéről. Különösen fontos volt ez azért, mert a ritkán lakott és viszonylag kevésbé kulturált déli féltekén általában kevés mérési adattal rendelkezünk.

A mágneses obszervatóriumok működése tehát sok fontos adatot szolgáltat felső légkörünk szerkezetéről, folyamatairól és a Nap—Föld kapcsolatok lényegéről. De nem kevésbé fontos ismereteket nyújt Földünk belső felépítéséről és folyamatairól is. Ezek nélkülözhetetlenek bolygónk szilárd testének megismerése szempontjából. A nyert ismeretek felbecsülhetetlenül értékes alapot szolgáltatnak mindennemű emberi tevékenység számára.

Természetes, hogy az obszervatóriumok feladataikat hatékonyan csak

szoros együttműködésben oldhatják meg. Ezért alakultak ki különböző világ és regionális hatáskörű nemzetközi szervezetek, melyeknek feladata az adatcsere és mindennemű együttműködés elősegítése. Minden ország elemi kötelessége ezekben az együttműködésekben gazdasági és kulturális ereje arányában részt venni. Az országok — máshol meg nem szerezhető — saját területükön mért, vagy az általános ismeretanyagból területükre vonatkoztatott eredményekkel saját tudományos és gazdasági tevékenységüket alapozzák meg, segítik elő, és így ennek a kulturális, tudományos tevékenységnek rendkívül fontos gazdasági hasznát látják.

Hazánkban földmágneses észleléseket a *Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet tihanyi obszervatóriuma* és Sopronban az *MTA Geodéziai és Geofizikai Intézete* végez.

A Föld felső légköre

Igen változatos utakon-módokon és sokféle (gyakorlatilag is fontos) szempontból kutatható. Az időjárás zóna, a troposzféra felett kezdődő „felső légkör” alsóbb részeibe, így a sztratoszférába mérőműszerek még aránylag egyszerűen (ballonokkal, repülőgépekkel) is feljuttathatók. A légkör sokkal magasabban fekvő rétegeiben pedig rakéták, mesterséges holdak és egyéb űrkutatóeszközök segítségével végezhető közvetlenül mérések és vizsgálatok. De nemcsak a transzportált műszerek mérési adataiból kaphatunk értékes információkat, hanem a rakétákkal megfelelő sebességre történt felgyorsítás után mesterséges égitestként mozgó „műszertartályok” pályáinak változásaiból is. Felső légkörünkre vonatkozóan azonban talán a legtöbb alapvető jelentőségű mérés, kísérlet és észlelés rádiótechnikai módszerekkel történik és a naptevékenység hatásai folytán előáll sokrétű és gyakran hirtelen bekövetkező légköri változások nagy része így tanulmányozható a legkönnyebben.

Ma már általában elfogadottá vált az a nézet, hogy a szilárd földfelszínen lefolyó jelenségek vizsgálatánál is számolni kell a felső légkör létezésével. A felső légkör, — amelynek határát és egyben a *magnetoszféra* határát ott kell megvonni, ahol a Naphól áramló plazma lehatárolja a Föld mágneses terét —, a Nap irányában körülbelül 10 föld sugar kiterjedésű. A Nappal átellenes irányban csóvaszerű hatalmas kiterjedését még nem ismerjük. A Föld közvetlen környezetét leszámítva ezt a térséget híg plazma tölti ki. A földi mágneses tér és a plazma sajátos — magneto-hidrodinamikai — közegeként viselkedik. Az interplanetáris térségből

érkező hatások bizonyos csoportjára ez a közeg élénken és változatos formákban közvetíti a hatásokat a Föld felé. Így például a Föld felszínén észlelhető bizonyos elektromágneses jelenségeket és a földi mágneses tér bizonyos rendellenességeit ma már teljes biztonsággal a felső légkör sajátoságaival lehet megmagyarázni. A felső légkörben lefolyó jelenségek befolyásolhatják az időjárást is eddig még nem tisztázott módon, sőt a földkéregben lezajló folyamatokat is. Az utóbbira *Simpson* munkája alapján derült fény, aki a napfoltciklus és a földrengés-gyakoriság között mutatott ki figyelemre méltó korrelációt. A kapcsolatot legésszerűbben a naptevékenység és a felső légkör állapota között fennálló szoros összefüggésen keresztül lehet magyarázni. A felső légkör állapotában létrejövő elváltozás a földkéregre többféle módon is áttevődhet; így elősegítheti, vagy fékezheti a földrengések kipattanását.

A felső légkör struktúráját meghatározó egyik tényező a földi mágneses tér. Idők folyamán a Föld mágneses tere igen nagy mértékben megváltozott, talán a földtörténet folyamán néhányszor meg is szűnt. Ez valószínűleg a klímát is befolyásolta, és az interplanetáris térből a bioszférába jutó sugárzások összetételére is kihatott. Létezik olyan álláspont, amely szerint ez a körülmény az élővilágra rendkívül erősen rányomta bélyegét. A Nap—Föld kapcsolatok eddigi kutatási eredményeiből máris nyilvánvalóvá vált, hogy a kötelékek, amelyek bolygónkat a Naphoz kapcsolják sokkal szorosabbak, mint azt korábban hitték. Felfogható úgy is, hogy bolygónk nem a Napon kívül, hanem annak legkülső rétegében, nevezetesen még a napkoronában mozog. A földi mágneses tér szolgáltat védő ernyőt a földi élet számára.

Természetes, hogy az ember környezetének, életterének tanulmányozására, így a Nap—Föld fizikai kapcsolatok vizsgálatára fokozódó erőfeszítéseket tesz. Igyekszik kifürkészni az összes áttételeket, amelyek lényegileg életfeltételeit meghatározzák. Az utóbbi idők óta tudjuk, hogy ezen törekvés nem lehet eredményes a felső légköri kutatások volumenének növelése nélkül.

A felső légköri kutatások egyrészt földi obszervatóriumi megfigyelésekre támaszkodnak, másrészt nagy magasságokban, „in situ” végrehajtott mérésekre és észlelésekre. Körülbelül 40 km-es magasságig műszerszállító eszközként főleg léggömböt alkalmaznak, kb. 120 km-től felfelé a légkör sűrűsége viszont már olyan kicsiny, hogy a mérőeszközöket csak mesterséges holdak segítségével lehet huzamosabb ideig ott tartani; míg a kb. 40—120 km közötti magasságokba csak esetenként fellőtt rakétákkal lehet egy-egy rövid időre közvetlenül műszeres észle-

léseket és méréseket végezni. A kutatásokra világszerte tekintélyes összegeket áldoznak, és a minél nagyobb átütő erő érdekében nemzetközi megfigyelési kampányokat rendeznek. Jelenleg az 1974—76-os „Nemzetközi Magnetoszféra Kutatás” (IMS) szervezése folyik. Ennek keretében a földi obszervatóriumi tevékenységet is nemzetközileg koordinálják; az obszervatóriumoknak javasolják meghatározott típusú megfigyelések bevezetését. Ebben az időszakban a rakétás és mesterséges holdas megfigyelések intenzitását is fokozni fogják.

A magnetoszférára vonatkozólag észlelési adatok nyerhetők: villámok által keltett — a földmágneses erővonalak által meghatározott módon az északi és déli félgömb között mozgó — *whistlers*-nek nevezett rádióhullámok regisztrogramjaiból. A *whistlers*-ek révén légkörünk csaknem bármilyen magasságban elhelyezkedő rétegéről is kaphatunk valami hírt. Ily módon arra is következtethetünk, hogy mekkora az elektron-sűrűség egy-két földátmérő távolságban. *Whistlers*-megfigyeléseket hazánkban az *Eötvös Loránd Tudományegyetem Geofizikai Tanszékének kutató csoportja* végez Tihanyban.

Az *ionoszféra* 90 km-től felfelé terjedő rétegeit a 20-as években történt felfedezésük óta leghatásosabban „impulzus-módszerrel” kutatják. A magasba küldött (mesterséges) rádióhullám-impulzusok visszaverődések útján elárulják az ionoszféra egyes rétegeinek magasságát, elektron-, illetve ionsűrűséget. A már négy évtizede folyó mérések eredményeiből tudjuk, hogy az ionoszféra ezen paramétereinek változása elsősorban a naptevékenység függvénye. Az újabb idők kutatásainak köszönhető, hogy felhívták a figyelmet a földmágnesség nagy szerepére is; sok esetben a magnetoszféra közvetlen behatásai érvényesülnek, és ezúton is változások jönnek létre. Az ionoszféra mérések fontosságát növelte az a körülmény, hogy a mesterséges holdak zöme az ionoszférában kering a Föld körül. Így mód nyílik arra, hogy ezen holdak révén „helyben”, az ionoszférában gyűjtött adatokat összehasonlítsuk a rádióhullámok segítségével egyidejűleg végzett földi mérések adataival. Kb. egy évtizede az 1000 km magasan keringő (Alouette, kanadai) holdakon levő berendezésekkel felülről lefelé küldött rádióhullámokkal is vizsgálják az ionoszférát.

Évről évre egyre fontosabbá válik a mesterséges holdakkal és bolygóközi térségekbe juttatott mesterséges égitestekkel történő rádióösszeköttetések érdekében az ionoszféra hullámáteresztő képességének, illetve abszorpciójának mérése.

Az ionoszféra a 10 méternél hosszabb rádióhullámokat visszaveri.

De a visszaverődő frekvenciák és ezek intenzitásai mind kvalitatív, mind kvantitatív szempontokból erősen függenek a napszaktól, évszaktól, a földrajzi helytől és a naptevékenységtől, és ezek változásával együtt lényegesen megváltoznak. A változás mértékének lehetőleg előre történő jelzése gyakorlati szempontból igen jelentős, mert a Föld milliós rádió-adóállomása használja az ionoszféra visszaverő képességét távolsági rádióközvetítéseinél.

A ciklusos naptevékenység legutóbbi minimuma idején oly nagymértékű volt az ionoszféra elektron-ritkulása, hogy ezért a távolsági rádióadóállomásoknak majdnem fele beszüntette adását. A többieknek pedig igen pontosan kellett kiválasztaniok a megfelelő hullámhosszat, hogy eredményesen működjenek. Ez a körülmény nagyban hozzájárult a nagyobb államok (Anglia, Ausztrália, Franciaország, Japán, Szovjetunió, USA) ionoszféra kutató központjainak fejlesztéséhez. Nemcsak tudományos, de gyakorlati célokból is szükséges az ionoszféra részletes ismerete a Föld legkülönbözőbb tájai felett. Ma már legalább 350 impulzusrendszerű méréseket végző ionoszféra obszervatórium működik a Földön, közülük sok a Csendes-óceán szigetein. A fenti szám nem tartalmazza a csupán katonai célú állomásokat, amelyek a rádióadás-vételek és a mesterséges holdak katonai felhasználása érdekében vizsgálják az ionoszférát. (Az impulzusrendszerű állomások szaporítását és modernizálását az *URSI* és az *UGGI* konferenciáin is szüntelenül javasolják.)

Hazánkban az ionoszféra impulzus-módszerrel történő rendszeres kutatása 1953-ban kezdődött az *Országos Meteorológiai Intézet* keretében, a *pestlőrinci obszervatóriumban*; majd később a *békéscsabai állomáson* folytatódtak a mérések. A kapott adatokat fel lehetett használni többek között a naptevékenység hatásainak kimutatására és sikerült velük elősegíteni a hazai rövidhullámú rádiózást, az optimálisan használható frekvenciák előrejelzésével. A békéscsabai állomás is bekapcsolódott az *INTERKOZMOSZ* mesterséges holdak ionoszféra kutatásaiba és a közelmúltban bevezette a napkitörések okozta erős ionoszférikus abszorpciót kimutató méréseket is.

A Föld légkörének ionizált rétegei közül különösen az 50–150 km között elhelyezkedő tartomány, az alsó ionoszféra reagál igen érzékenyen a Nap hullámtermészetű és korpuszkuláris sugárzásának változásaira. Ugyanis itt ionizál a Nap hullámtermészetű sugárzásának igen rövid hullámhosszúságú és a naptevékenységgel nagyon erősen változó része. Az alsó ionoszféra tehát érzékeny indikátornak tekinthető, amelynek

megfigyelésével idővel tanulmányozhatjuk a naptevékenységnek az emberre és környezetére is ható alakulását.

Az alsó ionoszféra vizsgálatának hazai kutató bázisa — külföldhöz viszonyítva — igen szerénynek mondható, mégis figyelemre méltó eredmények születtek, az *MTA Geodéziai és Geofizikai Intézetben, Sopronban*. Az alsó ionoszféra kérdéseivel itt két kutató foglalkozik; mérési tevékenységüknek az Intézet *Nagyecenk* melletti obszervatóriuma nyújt otthont. A rendelkezésre álló erővel egyelőre az alsó ionoszféra vizsgálatában alpméréseknek számító szinoptikus észlelések közül az ionoszférikus abszorpció mérése biztosítható több frekvencián. Az obszervatórium földrajzi helyzete különleges előnyöket biztosít az ionoszférikus abszorpciómérések adataiban jelentkező két fontos jelenség, a téli anomália és a mágneses viharokat követő utóhatás tanulmányozásában. Az utóbbival kapcsolatban meghatározták annak szélességfüggését. Ez lehetővé teszi az utóhatást előidéző korpuszkulák energiaspektrumának megállapítását. Érdekes összefüggésre bukkantak a 100 km körül jelentkező szporadikus ionizáció és a légkör összozontartalma között és új koncepcióval járultak hozzá a naptevékenység időjárásra gyakorolt hatásának tisztázásához.

A soproni kutatómunka hatékonyságának növelésére együttműködés alakult ki más, az ionoszféra-kutatásban érdekelt hazai intézményekkel, így elsősorban a Meteorológiai Intézet kutatóival. A mérések alapján a Sopronban számított elektronsűrűség-szelvények segítségével tanulmányozták az ionoszférában mágneses háborgások idején lejátszódó dinamikai folyamatokat. Ezek a vizsgálatok új szempontokat adtak egyes ionizáció átrendeződési jelenségek tisztázásához. Jelentős nemzetközi együttműködés is létrejött már ezen a területen, különösen a szocialista országok között.

Az alsó ionoszféra megfigyelésének gyakorlati jelentőségét felismerve több helyen már századunk huszas éveiben megkezdték az idevágó rendszeres vizsgálatokat. Különösen intenzív munka folyt ezen a területen az Egyesült Államokban és Angliában, de csakhamar a Szovjetunió illetékes szervei is felkarolták az ionoszféra-kutatást. Ma már a kisebb országok, így szomszédaink is jól felszerelt és tekintélyes létszámú kutató bázissal rendelkeznek. A Német Demokratikus Köztársaságban külön intézetet hoztak létre a berlini Német Tudományos Akadémia keretében, amelynek a Nap—Föld fizikai összefüggések kutatása a feladata. Az intézet méreteire jellemző, hogy az ionoszféra-kutatás, amely lényegében az alsó ionoszféra vizsgálatára korlátozódik, három obszervatóriummal

rendelkezik és az ezen a területen foglalkoztatott kutatók és segéderők létszáma 86 fő.

Az ionoszféra kb. 150–300 km közötti magasságokban fekvő tartományainak a vizsgálata mind alapkutatási, mind gyakorlati szempontokból szintén kitüntetett jelentőségű. Az NDK-hoz hasonlóan a Szovjetunióban, Csehszlovákiában és Bulgáriában is mindenütt a hazai akadémiák égisze alatt tekintélyes költségkeretek biztosításával folynak az ionoszféra kutatások. (És ugyanez fennáll általában is a Nap–Föld fizikai kapcsolatok vonatkozású egyéb tudományágak esetében is.) A Moszkva közelében lévő *IZMIRAN* néven ismert szovjet akadémiai kutató intézet ma már a keleti földrész kutató bázisává vált az ionoszféra vizsgálatok terén. Az ionoszféra impulzus-módszerrel történő kutatása a szocialista országokban az 50-es években kezdett fejlődni. Kezdetben ezen országok kutatói közül sokan nálunk ismerték meg az ionoszféra vizsgálatának ezt a módszerét. Ennek ellenére az ilyen kutatások érdemleges folytatásához és fejlesztéséhez nálunk most már új, modern eszközökre van szükség, hogy ne maradjunk el a külföldi rohamos fejlődéstől; olyan berendezésre van szükségünk, amely lehetővé teszi az igen sűrűn, negyedóránként, sőt időnként a percenkénti impulzus-rendszerű méréseket is, továbbá abszorpciós méréseket a legkorszerűbb módon. Mindenesetre e már jelenleg is nagy gyakorlati fontosságú és eredményes tudományterület kutatásaiban a közreműködést hazánk számára is fokozottabb mértékben kellene biztosítani.

A felső légkörben keringő *mesterséges holdak mozgásának tanulmányozásából* a naptevékenységgel párhuzamos felső légköri változásokról szerezhetünk tudomást.

A felső légkörben — 150 km fölött húzódó pályán — jelenleg mintegy 1800 mesterséges hold kering a Föld körül. Mozgásukra egyrészt a gravitációs tér, másrészt a légsűrűségtől függő légellenállás gyakorol számottevő hatást. Míg a gravitációs tér szerkezete, ha bonyolult is, de időben csaknem állandó, addig a légellenállást kifejtő közeg sűrűsége olyan gyors, lassú, szabályos és szabálytalan ingadozásokat mutat, amelyek amplitúdója az átlagérték tízszeresét is elérheti. A Föld körül e magasságtartományban mozgó űreszközök, éspedig tudományos és gyakorlati célú mesterséges holdak, emberrel közlekedő űrhajók, sőt a jövőben a felső légkört átszelő interkontinentális közlekedő és szállító járművek mozgásának leírása, illetve az előzetes pályaszámítás érdekében elengedhetetlen a felső légköri változások törvényszerűségeinek megismerése, majd ezek segítségével kvantitatív légköri modellek konstruálá-

sa. Annak ellenére, hogy 15 évvel ezelőtt vajmi keveset tudtunk a felső légkörről és főképpen annak változásairól, ezt a feladatot nagyjából már sikerült megoldani.

Ebben két körülménynek volt döntő szerepe. Az első: az ezernyi keringő mesterséges hold ezernyi „próbatestet” jelent, s keringési idejük változásának megfigyelése révén közvetlen adatokat nyerhetünk a perigeum körüli légsűrűsége. Tekintve, hogy a megfigyelés viszonylag egyszerű eszközökkel (távcső, rádiótávcső, radar) bármely földi obszervatóriumból történhet, e kutatásokban önálló részt vállalhatott még egy, az aktív űrkutatástól távol álló kis ország, pl. Magyarország is. A második: a felső légkör hőmérsékletét szinte kizárólag a Nap elektromágneses és korpuszkuláris sugárzása szabja meg, amely e magasságban már közvetlenül, vagyis bonyolult kémiai vagy meteorológiai folyamatok közreműködése nélkül adja át energiáját a levegő molekuláinak. Ez az egyszerű fűtési mechanizmus okozza, hogy a naptevékenység földi hatását talán e kutatások mutatják ki legtisztábban.

A felső légköri sűrűség-fluktuációk egyike, az ún. napszakos effektus, nyilván a napsugarak melegítő hatásának közvetlen következménye. A felső légkör valósággal „kidudorodik” a Nap felé, és ez a kidudorodás, amelynek belsejében az adott magassághoz tartozónál nagyobb a sűrűség és a hőmérséklet, a Föld rotációja következtében 24 órás periódussal körbevándorol az atmoszférában. E jelenség amplitúdója 200 km alatt erősen csökken.

A felső légkör fűtésében igen jelentős szerepet játszik a Nap „kemény” ultraibolya (EUV) sugárzása, amely a nagy magasságban elnyelődik, vagyis nem jut le a Föld felszínéig. E sugárzás két komponensből tevődik össze, egyrészt a napkorong bizonyos, különösen aktív vidékei fölött keletkezik, másrészt a „nyugodt” napkorong egészéről származik. Az előbbi felelős a gyors, néhány nap alatt lezajló sűrűség-fluktuációkért, amelyek gyakran 27 napos periódicitást mutatnak annak megfelelően, hogy a Nap rotációja ennyi idő alatt fordítja ismét a Föld felé az aktív, ultraibolya-sugárzó zónákat. Az utóbbi, ún. korong-komponens intenzitása lassabban, a naptevékenység általános, 11 éves ciklusával változik. Megállapították, hogy a légkör a két komponens intenzitás-változásaira különböző mértékben reagál, de az ultraibolya-sugárzás erősödését mindig a légköri hőmérséklet és sűrűség növekedése kíséri.

Az EUV-sugárzás a Földről nem figyelhető meg, ezért a naptevékenység jellemzésére alkalmasabb indexet kellett keresni. A felső légköri sűrűség-fluktuációk legnagyobb részét sikerült ugyan a naptevékenység

hagyományos indexeivel (napfoltrelatívszám, napfolt-terület) korrelációba hozni, de legjobb egyezés a Nap 10–20 cm-es rádiósugárzásának intenzitásával mutatkozott. Megállapodásszerűen a 10,7 cm-es rádiósugárzás intenzitását szokás indexként használni ($S_{10,7}$) amely szintén egy aktív-zóna- és egy korong-komponensből tevődik össze. A 10,7 cm-es sugárzást emittáló körzetek nyilván olyan aktivitási centrumokhoz kapcsolódnak a Napon, amelyben EUV-sugárzást kibocsátó flerek lépnek fel. Az eddigi legtökéletesebb felső légköri modell, a *Jacchia-1970* szétválasztja az aktív-zóna komponens és a „kisimított” átlagként értelmezett korong-komponens hatását. Ezen utóbbi 11 éves periódusú változását érzékenyen és hűségesen követi a felső légkör hőmérséklete.

Több problémát vet fel a rövidperiódusú fluktuációk és az $S_{10,7}$ -görbe kapcsolatának kérdése. *Roemer* és mások megállapítása szerint a légköri változások 1,0 napos késéssel követik a rádiósugárzás ingadozásait. A kapcsolat azonban bonyolult. Nemcsak azért, mert a geomágneses viharok idején is megnövekszik a légkör sűrűsége (ez feltehetőleg a Nap korpuszkuláris sugárzásával függ össze), hanem mert a felső légkör néha akkor is tartja a 27 napos ciklust, amikor az a 10,7 cm-es sugárzásban nem mutatható ki. Jogos kérdés az is, hogy az $S_{10,7}$ és a megfelelő légköri hőmérséklet-változások közötti összefüggés konstansai valóban állandók-e, vagy az idő függvényei.

Az említett problémák megoldását illetően az *MTA Csillagvizsgáló Intézetében* és ennek a *bajai megfigyelő állomásán* érték el figyelemre méltó eredményeket. A magyar kutatók messzemenően támaszkodnak egyrészt arra a hatalmas vizuális megfigyelési anyagra, amely a budapesti, bajai és miskolci megfigyelő állomásokon gyűlt össze az elmúlt évtizedben, másrészt a széles körű nemzetközi együttműködésre. Az ún. *INTEROBS* nemzetközi program keretében, amelynek központja a bajai állomás, szoros együttműködés alakult ki a szocialista országok között, főképpen az alacsonyan repülő, rövid életű mesterséges holdak szisztematikus megfigyelésében és az anyag feldolgozásában. Sajnos a magyar megfigyelő állomások szinte kizárólag ajándékba kapott és helyileg tökéletesített berendezései (egyetlen szovjet követő-kamera kivételével) elhasználódtak és elavultak, korszerűsítésük az ez irányú kutatások fejlesztésének egyik előfeltétele lenne.

Anélkül, hogy speciális mesterséges holdak in situ mérési eredményei rendelkezésünkre állnának, remélhető, hogy ez úton is sikerül hozzájárulnunk a Nap és a felső légkör bonyolult kapcsolatának tisztázásához.

* * *

A jelen tájékoztatóban röviden ismertetett Nap—Föld fizikai kapcsolatok problémáinak kutatásában hazánk egyrészt az IUCSTP és COSPAR világméretű nemzetközi tudományos bizottságok keretében vesz részt (az MTA elnökségéhez tartozó *ICSU* Magyar Nemzeti Bizottságon keresztül), másrészt és főleg, a szocialista államok, illetve akadémiák közötti multilaterális egyezmények alapján közreműködik az *INTER-KOZMOSZ* és a KAPG (Planetáris Geofizikai Akadémia Komisszió) kutatási programjaiban.

1971 december.

(Max Planck Kémiai Intézet Kozmokémiai — Ottó Hahn
Intézetének igazgatója, Mainz)

A HOLDTÁJAK KÉMIAJA ÉS FEJLŐDÉSTÖRTÉNETE

A holdkutatás fejlődése eseményekben gazdag. A leglényegesebb folyamatok a kialakulást követően játszódtak le. A Hold keletkezésére vonatkozó kérdésekre éppen olyan kevésbé tudunk még választ adni, mint a belső felépítésre vonatkozó kérdésekre. Ugyanakkor az Apolló és Luna kísérletsorozatok alapján megbízható adataink vannak a Hold felső rétegeinek összetételéről és ezekből az adatokból modelleket állíthatunk fel a holdtájak fejlődésére vonatkozóan. Minden lehetőséget megragadtunk arra, hogy e kutatásokból általános alapelveket vonhassunk le a bolygórendszer korai történetére vonatkozóan is.

A 21. ábra a Holdon azokat a leszállási helyeket tünteti fel, amelyekből anyagmintával rendelkezünk. A négy, emberrel végrehajtott Apolló-holdra szállás (11, 12, 14, 15) mellett az ember nélküli Luna-16 szovjet holdszonda is hozott holdanyagot a Földre. A cikk készítése idején az Apolló-15 vizsgálatainak eredményei — kevés kivételtől eltekintve — még nem álltak rendelkezésre; ennek következtében az Apolló-11, -12, és -14, valamint a Luna-16 eredményeire szorítkozunk. Az Apolló-14 leszállási helye kivételével, valamennyi landolási hely tipikus holdtenger (mare) térségben van.

Már a holdtengerek (marek) átlagosan mintegy egy nagyságrenddel alacsonyabb kráttersűrűségéből következik, hogy ezeknek a térségeknek fiatalabbnak kell lenniük a Hold világosabb színű kontinenseinél. Élve azzal a lehetőséggel, hogy legalábbis csak a kisebb krátereket vegyük figyelembe, meg vagyunk győződve arról, hogy a holdkráterek többsége becsapódások következtében keletkezett. A krátereknek csak kis száma esetén, — azoknál, amelyeket fekvésük vagy alakjuk tüntet ki, lehet a vulkánikus eredet valószínű.

A különböző holdalakzatoknak a kráttersűrűsége alapján időbesorolásait már régebben elkészítették, bár a Holdra becsapódó testek számá-



21. ábra. A Hold földi távesővel nézve. Az Apolló-expedíciók (11, 12, 14, 15 és a tervbe vett 16) valamint a Luna-16 (L. 16) leszállási helyeit, és a fontosabb krátereket és holdtengereket feltüntettük az ábrán. A Fra-Mauro hegység az a világos térség, amelyben az Apolló-14 leszállási helyét berajzoltuk

nak az idővel csökkenie kellett, mert a Hold és ennek következtében a Föld pályáját keresztező testek élettartama kicsi a bolygórendszer korához viszonyítva. A holdtengeri térségek mintegy 10-szer kisebb kráterűrűségéből nem következtethetünk azonban arra, hogy e térségek 10-szer fiatalabbak a kontinenseknél. Ilyen téves feltevésen alapultak azok a becslések, amelyek az Apolló-11 útja előtt a Mare Tranquillitatis korát körülbelül 0,5 milliárd évben állapították meg. Évek múltak el

addig, amíg a Földre hozott anyagminták közvetlen kormeghatározásai-
ból 3,65 milliárd év adódott. A tengerek tehát csak kevéssel fiatalabbak a
kontinenseknél, amelyekről ma azt hisszük, hogy 4,4 milliárd évvel
ezelőtt szilárdultak meg.

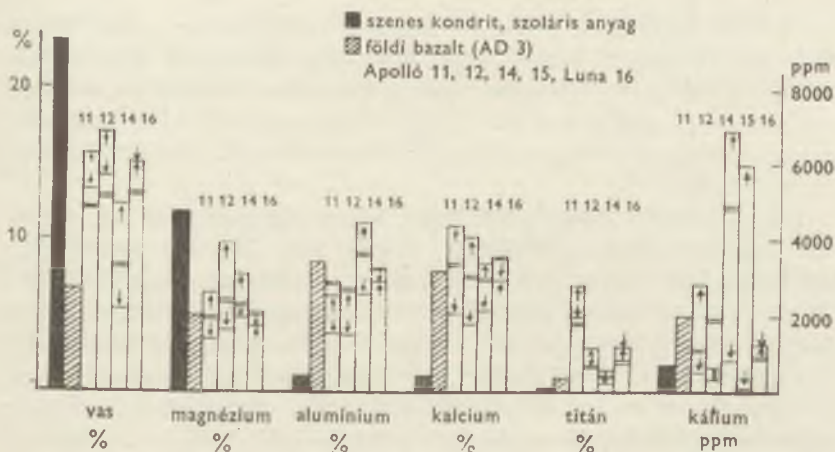
Még a kör alakú tengerekről is feltételezhető, hogy legalábbis a kelet-
kezésük kezdetén, kozmikus részek becsapódásából származnak. A hold-
krátereket képző testek csupán a becsapódó részek nagyságában és talán
a becsapódás sebességében tértek el egymástól. Az óriási medencéket
— a Mare Imbrium kráter átmérőjét 700 kilométerre, mélységét pedig
100 kilométerre becsülik — később láva töltötte fel. A kör alakú tenger-
térsegek mellett vannak a Holdon hatalmas területek, amelyek —
szemben a kontinensekkel — ugyancsak sötétnek tűnnek. Összehasonlítva
a lávatakaró vastagságát ezekben a nagy kiterjedésű tengerekben, itt e
réteg lényegesen vékonyabb, mint a kör alakú tengerekben. E láva való-
színűleg a szomszédos kör alakú tengerekből származik. Ilyen tengerre
példa az Oceanus Procellarum.

Az Apollo-14 a Fra-Mauro hegytömbben szállt le. Már régebben is
feltételezték, hogy ez a hegytömb annak a becsapódásnak kivetett
anyagából alakult ki, mely a Mare Imbriumot eredményezte. A kőzet-
minták minősége — csaknem kizárólagosan breccsák, magmatikus
kőzeteknek kisebb-nagyobb fragmenseivel — megerősítette ezt a hipoté-
zist. További bizonyíték, hogy a minták életkora csak 3,9 milliárd
év. A tipikus holdi kontinensek is eltérnek, azonban — jelenlegi tudásunk
szerint, — a Fra-Mauro minták kémiai összetételétől.

A magmatikus differenciálódás asztrofizikai szempontból

A 22. ábra a minták fő alkotóelemeinek eloszlását mutatja a különböző
leszállási helyeken. Felismerjük, hogy a holdfelszín anyagában lévő ele-
mek gyakoriság-eloszlása nem tesz eleget a szoláris elem gyakoriság-elosz-
lásnak, ahogyan például a szenes kondritoknál is található. Hasonló-
képpen, ahogy a földfelszínről már ismeretes, a holdfelszín is vas és
magnézium elemekben elszegényedett, de alumíniumban és kalciumban
pedig erősen feldúsult. Az elszegényedés, illetve feldúsulás a magmás
differenciálódási folyamat eredménye.

A Földünkön ez a differenciálódási folyamat egészen a Föld közép-
pontjáig terjedt; a vasmagot a legalábbis részlegesen folyékony vas-
magnézium-szilikátköpeny veszi körül, amelyen a szilárd (alumi-



22. ábra. A vas, magnézium, alumínium, kalcium, titán és kálium elemek koncentrációja a szenes kondritokban nem illő elemek esetén megegyezik a szoláris gyakorisággal, a földi-bazaltokban (óceáni-bazaltok) és a holdminták esetében. A kálium gyakoriságát ppm-ben, minden más elemét pedig százalékban adtuk meg (%). Az egyes szelvényekben a vonalkázás a pormintáknak felel meg. A nyílak azt a tartományt mutatják, amelyen belül az egyes kőzetminták a leszállási helyek szerint variálódhatnak. Az Apollo-15 esetében pontos adatok még csak a káliumtartalom esetében vannak meg. A Luna-16 mintái között csak egy magmatikus kőzettöredék van. A por összetétele nagyon hasonlít az Apollo-11 esetében megállapítottakéhoz

niumban és kalciumban dús) földkéreg úszik. Még jogos kételyek állnak fenn az irányban, hogy a Földre kialakított képet a Hold esetére át szabad-e vinniünk, azaz más szavakkal, problematikus, hogy a Hold valamikor is teljesen átvadott lett volna.

A Föld és a Hold, ahogy ma biztosan tudjuk, hidegen akkumulálódott, azaz mindkét test a bolygóközi porfelhő összetömörüléséből keletkezett, ez a porfelhő a Napot gyűrű alakjában vette körül. A porfelhő hőmérséklete akkor mélyen a szilikátok olvadáspontja alatt volt.

A szoláris plazma és a Hold kölesönhatásából a Hold elektromos vezetőképessége és ebből a Hold belső hőmérséklete kiszámítható. Az így kapott érték, körülbelül 700 °C, mélyen alatta fekszik minden a kérdésben szóba jöhető, ásvány olvadáspontjánál. Minthogy egy Hold nagyságú test csak nagyon lassan hűl le, tökéletesen megolvadt állapota még egy korai időpontban is kizárt. Hasonló megállapításokhoz jutunk a Hold alakjának figyelembevétele alapján is.

A Föld belsejében uralkodó magas hőmérséklet magyarázható a radioaktív elemek — kálium, thorium és urán bomlásakor felszabaduló hővel. Mivel a Hold felszíne nagy a tömegéhez viszonyítva, a Hold lehűlése is nagyobb volt, mint a Földé. Még a radioaktív elemek hasonló koncentrációja esetében is a holdbelsőre alacsonyabb hőmérsékletérték lenne indokolt.

Láttuk azonban, hogy a holdfelszín kőzetei egyértelműen azt mutatják, hogy olvadékból szilárdultak meg és hogy kiterjedt magmatikus differenciálódás folyamatok mentek végbe. A tömegegyensúlyból következik, hogy a Holdnak legalább is 100 km mélységig olvadtnak kellett lennie. A kormeghatározásokból tudjuk, hogy ez az olvadási folyamat a bolygórendszer akkumulálódása után az első 200 millió éven belül zajlott le, tehát mintegy 4,4 milliárd évvel ezelőtt történt. A felszíni olvadásnál mint hőforrások az alábbiak jöhetnek szóba:

1. Akkumulálódási energia (az egyes részecskék kinetikus energiája az összetömörüléskor hővé alakul át). Az olvadáspont fölé felmelegedés azonban csak valószínűtlenül gyors összetömörülésnél fordulhatna elő.

2. Árapálysúrlódás a Földhöz történő közeledéskor.

3. Elektromos kölcsönhatás a szoláris plazmával.

4. A korai (fiatal) Nap sugárzási energiája, a Nap nagy fényerejű fázisában (konvektív fázis).

E négy energiaforrásból az első egyedül nem elegendő, a második és harmadik a felső rétegeknek más módon történő jelentős felmelegedését tételezi fel (árapálysúrlódás esetében a koncentráció a felszínen egyébként érthetetlen lenne). Így mint legjelentősebb mechanizmus a Nap hatására történő felmelegedés marad.

A meteoritok vizsgálatából is valószínűnek látszik, hogy a Napnak a kezdeti stádiumban nagyobb fényerejű fázisa volt. Több olyan meteorit-osztály ismeretes, melynek előfordulása egyértelműen olvadékból való megszilárdulásra vall, miközben a kondritok, a meteoritok többsége, részlegesen, mintegy 600 és 800 °C közötti értékig melegeedett fel.

A holdmintákon végzett vizsgálatok adatai alapján a Hold nem jöhet szóba mint „anyatest” a legtöbb meteoritnál, így „anyatesttként” csupán a lényegesen kisebb aszteroidák maradnak. E kisbolygók felmelegedése pedig a kálium, thorium és urán bomlása alapján teljesen kizárt, így csaknem kizárólagosan kényszerítve vagyunk a felmelegedést a Nap útján feltételezni.

Az, hogy a Nap valaha is átment volna ilyen nagy fényerejű fázisán, asztrofizikai szempontból nem nyert még teljes magyarázatot. Bizonyítása a hold-, de mindenekelőtt a meteoritkutatók szemszögéből sem jelentékeny.

A holdminták kémiai összetételének sajátosságai

Miként a 22. ábráról ugyancsak leolvasható, a különböző leszállási helyekről származó minták, de elsősorban a holdpor-minták kémiai összetételében mutatkozó eltérés nem nagy. Az Apolló-14 mintáinak (Fra-Mauro hegység) lényegesen csekélyebb a vas-tartalma, de alumíniumban viszont dúsabbak. A fő alkotóelemek mellett a 22. ábra feltünteti a kálium előfordulási gyakoriságát is. E téren az eltérések lényegesek.

A holdpor-minták az egyedi darabkák igen nagy számából tevődnek össze. Ennek következtében a holdpor analízise során nyert adatok — bizonyos értelemben — sokkal reprezentatívabbak, mint a magmatikus kőzetek analízisének adatai. A földre hozott magmatikus eredetű kőzetminták száma, az egyes Apolló-expedíciók esetén 2 és 43 között van. Minden olyan esetben, amikor a holdpor egyik elemének gyakorisága a holdkőzetminták tartományán kívülre esik, a porban olyan komponens hozzákeveredésével kell számolnunk, mely a kőzetekben nem fordul elő.

Kézenfekvő a kőzetminták eredetét a mindenkori leszállási helyek közvetlen környezetében keresni. A kőzettöredékeknek — melyek például a porrétegen fekszenek — csak korlátozott élettartama van. Az állandó meteorit-bombázás és hőmérséklet-ingadozás hatására 100 millió év alatt porrá válnak. A felszínre új köveket csak olyan becsapódás vethet, amely a körülbelül 5—10 méter mély porrétegen át tud hatolni.

A nagy kráterek képződésénél az anyag néhány 100 kilométeres távolságra is kidobódhat. Ez a kilövelt anyag azonban por alakban csak a becsapódási helyen található meg. Idegen, tehát nem lokális anyagok bekeveredésének százaléka a por esetében magasabb, mint a kőzeteknél.

Olyan anyag hozzákeverését, amelynek összetétele kívül esik a helyi kőzetek tartományán, már mindjárt az Apolló-11 és az Apolló-12 leszállási helyein is találtak. Miként a 22. ábra könnyen érthetővé teszi, mindkét esetben a hozzákeveredett komponensek a magmatikus kőzetekkel szemben alacsony a vas- és a titántartalmuk, alumíniumban azon-

ban dúsabbak. Az idegen komponens mégsem azonos e két esetben. A kálium értékei alapján megállapíthatjuk, hogy a belekeverődött komponensnek az Apolló-11 esetében káliumban szegénynek, az Apolló-12-nél azonban dúsnak kellett lennie.

Ha az asztronauták által fellapátolt pormintát megsztatják, a finom port — amely a fő elemet jelenti — szét lehet választani a milliméteres nagyságú kőzetfragmensektől. A kis fragmensek már nagy számuk miatt is jobb áttekintést tesznek lehetővé, mint a nagyobb kőzettöredékek. *J. Wood* (Smithsonian Institution, Cambridge, USA) sokszáz ilyen kőzetfragmenst vizsgált meg ásványtani szempontból. Az Apollo-11 pormintáinak fragmensei között a lokális bazaltok mellett anortozit-fragmenseket is talált; egy csaknem kizárólag földpátból álló kőzetet, amelynek igen alacsony az alkálitartalma. Az Apolló-12 pormintáinak fragmensei között ellenben a lokális bazaltok mellett norit-szerű (35% piroxen, 65% földpát, alkáliákban dús) töredékek is találhatóak.

Az Apolló-12 mindkét asztronautájának a holdséta alatt feltűnt, hogy a sötétszürke porból néhány helyen egy világosabb réteg tűnik elő. Az Apolló-12 által a különböző helyeken gyűjtött porminták között kémiai összetételüket illetően lényeges különbségek vannak. A mainzi Max Planck Kémiai Intézetben mintegy 50 különböző elemre kiterjedő vizsgálatot végeztek. Az analízisek adatainak számítógépes kiértékelése azt mutatja, hogy az Apolló-12 minden pormintája mindössze két komponens összekeveredéséből ered. E komponensek egyike a leszállási helyen összegyűjtött kőzettel (bazalt) azonosnak bizonyult. Az idegen komponens összetétele számolható volt. A keverék komponens a fent már említett norit-fragmensekhez igen közel esik és azonos még az Apolló-14 által a Fra-Mauro hegység közelében gyűjtött minták összetételével is.

Az a tény, hogy csak egy idegen komponenset kell figyelembe vennünk, nem jelenti, hogy a komponenseknek csak egyetlen forrása létezik. Pontosabb vizsgálatok kimutatták, hogy valószínűleg az idegen komponenseknek csupán egy része származik a közeli (mintegy 100 kilométeres távolságra lévő) Fra-Mauro hegységből. Mindenekelőtt a világosabb réteg — melyben az idegen komponens mintegy 75% gyakorisággal fordul elő — tűnik teljesen más, nagyobb távolságból származónak.

Nemesgázmérések kimutatták, hogy az idegen komponens legnagyobb része körülbelül 1 milliárd évvel ezelőtt erősen felmelegedett, illetve felolvadt. Ez arra vall, hogy egy nagykráterből ered. A betöredezett apró

kőzetfragmensekből ennek az eseménynek korát még pontosabban lehet megállapítani, nevezetesen ez 850 ± 150 millió évre tehető.

Az Apolló-12 leszállási helye a Kopernikusz-kráterből kiinduló egyik sugár-térségében fekszik. Ezek a sugarak kivetett anyagból vannak, ami a sötétebb színű holdtalajból kiemelkedik. Azáltal, hogy a holdfelszín a meteorit becsapódások messzemenően összekeverik, ezek a sugarak fokozatosan eltűnnek, és csak a relatíve fiatalabb krátereknél láthatók. A Kopernikusz-kráter belsejében és külsejében a kráttersűrűség viszonyából megbecsülhető a kráter kora. Ezen az úton hozzávetőlegesen mintegy 1–2 milliárd éves életkor adódik, ami igen jól egyezik az idegen komponensek kormeghatározásaival, mely mint láttuk szorosan 1 milliárd évet szolgáltatott.

1. táblázat

A holdmintákban eddig talált kőzettípusok

	Sűrűség 25/C-nál	Pirocén, illetve Olivin %	Földpát %	Ilmenit %	Kálium tartalom %
Mare bazalt	3,30	50–60	30	10–20	0,1
anortozit	2,81	10	90	—	0,1
norit	2,98	35	65	—	0,5

A holdkőzetek

A holdminták eddigi vizsgálatai, ahogy az I. táblázat mutatja, legkevesebb három kőzettípus létezését bizonyították. Ezek a kőzetek a Hold legkülső felszíni rétegéből származnak, vagy ahogy másként is fogalmazhatjuk a „holdkéreg”-ből. Ahogy még látni fogjuk, az utóbbi két kőzet között genetikai összefüggés áll fent.

A bazaltok a holdtengerek tipikus kőzetei ugyanekkor a kontinensek felső rétegei valószínűleg anortozitból vannak. A holdi anortozitok összehasonlítva a Mare-bazaltokkal káliumban, uránban és thoriumban szegények. A γ -spektrométer, amely az Apolló-15 parancsnoki fülkéjére volt felszerelve, regisztrálta e modellel egyezően, hogy a természetes radioaktív elemek koncentrációja a holdtengerek felett lényegesen magasabb, mint a kontinensek felett. Mivel a Holdnak nincs abszorbeáló légköre, ezért lehetséges hold-szputnyik pályáról ilyen méréseket végezni.

A kálium, urán és thorium regisztrált γ -sugárzása a holdfelszín legfelső centimétereiből ered.

Még csekélyebb a betekintési mélysége az ugyancsak az Apollo-15 által magával vitt röntgenfluoreszcencia-spektrométernek, amely a Hold körüli keringési pályáról a Nap röntgensugárzása alapján teszi lehetővé a Hold felszínén a fő alkotóelemek eloszlásának analizését. Ebben az esetben is az előzetes eredmények jól megegyeznek a fenti modellel. Az alumínium és a kalcium a kontinensek felett gyakoribb, mint a holdtengerek felett, vas és magnézium esetében pedig a viszonyok pontosan a fordítottak.

A három megnevezett kőzettípus közül az anortozitnak van a legkisebb specifikus tömege, ezért az olvadék differenciálódása során a felszínén kellett felhalmozódnia, miközben a magasolvadású, magnéziumban dús kőzet és megolvadt réteg alsó felébe süllyedtek le.

J. Wood elképzelései szerint a fennmaradó és még folyékony állapotban lévő középrétegek alkáli elemekben és vasban dúsultak fel. Ha a becsapódás hatására a felső anortozitréteg eltávolodik, úgy ez a középső réteg felülre juthat és akkor gyors lehűlés következtében megszilárdul. Ezen a módon keletkezhetnek tehát a norit-szerű kőzetek. Összehasonlítva a norit-szerű kőzeteket az anortozittal, megállapítható, hogy több vasat és alkáli elemet tartalmaznak az anortozitnál. A mai Oceanus Procellarum kiterjedt térségeiben mindenesetre a norit-szerű kőzeteknek kellett a felszínre jutniuk.

A felső holdkéreg kiterjedt megszilárdulása után a nagy becsapódások következtében alakultak ki a kör alakú holdtengerek teknői, amelyek most pozitív irányú gravitációs anomáliára utalnak. Ezt követően a teknők a Hold mélyebb zónáiból feltörő lávával töltődtek fel, ez a láva vagy még mindig folyékony állapotban volt, vagy a becsapódó testek kinetikus energiájának hatására ismét folyékony állapotba került. A lávának bazalt-szerű összetétele és mintegy $3,3 \text{ g cm}^{-3}$ nagy sűrűsége volt (1,2).

A hold tájai

A Fra-Mauro hegység és a tipikus holdkontinensek összetétele a magas káliumtartalomban és a kőzetek korában térnek el. E térség kőzetei nem anortozitok, hanem nurit-szerűségek. A kezdetben alkalmazott magyarázat, mely szerint a Fra-Mauro hegység a Mare Imbrium kivett anyaga volna, megerősítettnek tűnik (23. ábra). Ez a kivett anyag

a Hold felénk fordult oldalának nagy részét is fedi. Az Imbrium-kráterből láva ömlött ki, amely végeredményben nemcsak az eredeti krátert, hanem még a belső kráterhullámvonalat is befedte és lehordta. Így alakult ki a kör alakú Mare Imbrium, amelynek külső gyűrűsávca részlegesen fennmaradt; pl. az Appeninek, Kárpátok stb. A feltöltődés több lépésben következett be, s bizonyára hosszabb időszakon keresztül elnyúlt. Az Apolló-15 legénységének a Hadley-árokra készített felvételein jól láthatók az egyes lávafolyamok rétegződései (Meissner cikkének

28. ábrája ide is vonatkozik). További lávaömlések átfedték a külső falat is és befedték a körülötte fekvő térségeket nagy részét is, amelyeket már részlegesen az Imbrium-becsapódás kivetett anyaga borított. Eközben természetesen a topográfiailag magasabb térségek szabadon maradtak, így pl. a Fra-Mauro hegység. Ez a lávával való befedés mintegy 3,2 milliárd évvel ezelőtt fejeződött be, ez pedig éppen az Apolló-12 bazaltikus kőzetei megszilárdulásának időpontja.

Vizonylag fiatalabb korban, azaz 850 millió évvel ezelőtt ütötte át egy becsapódó test a néhány 100 méter vastag láváréteget a néhány 100 méter vastag láváréteget a Mare Imbrium peremén és kialakította a Kopernikusz-krátert. Ennek a kráterképződésnek kivetett anyagából keletkezett legnagyobb részét az a réteg, amely láváréteg alatt fekszik és ez az anyag



23. ábra. Az Imbrium-becsapódás sematikus rajza, az Imbrium-teknő lávával történő feltöltődés; az elárasztásnál magába foglalta a környező térségeket is. A képsor alsó része nagyobb méretben mutatja a képződő Kopernikusz-krátert. Eközben a lávatakaró bazaltaréteg átütődött és így az alatta fekvő eredeti anyag került a felszínre.

— miként fentebb már megállapítottuk — ismét kivetett anyagból áll, abból, amely eredetileg az Imbrium-krátert képezte. A ma még jól felismerhető sugárvonulatok mentén, amelyek a Kopernikusz-kráterhez tartoznak, a Kopernikusz-kráterből még néhány 100 kilométeres távolságra anyag került el, így még az Apolló-12 leszállási helyére is. A látatakaró megszilárdulása után ezelőtti 3,2 milliárd évvel az állandó meteorit-bechapódások hatására itt is, éppen úgy, mint a Holdon mindenütt néhány méter vastag porréteg fejlődött ki.

Erre a porrétegre esett a Kopernikusz-kráter kilövellt anyaga, ami az Apolló-12 leszállási helyén mintegy 1 méter vastag. Ennek a kivetett anyagnak a legnagyobb része máris porformában volt, illetve a bechapódások során vált porrá, majd részlegesen összekeveredett a lokális porréteggel. Ennek az anyagnak nagy része olvadt állapotban érkezett, s az egész lerakódott porréteg hőmérséklete a néhányszor 100 °C-t is elérte. Az így kialakult réteghez a lokális porból hozzákeverődött rész — amely eredetileg mint minden por a Hold felszínén a szoláris szél következtében nemesgázokkal telített volt — már eközben messzemenően gáztalanodott.

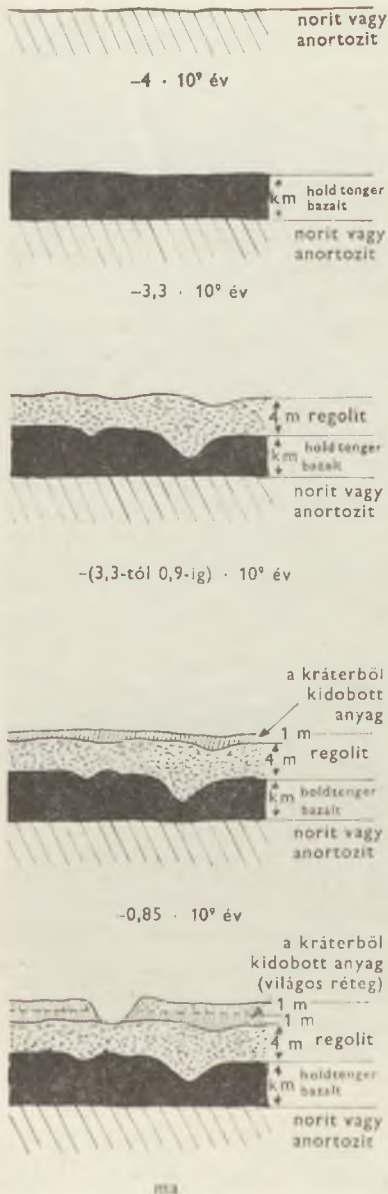
A meteoritikus eredetű anyag részaránya az Apolló-12 vizsgálati helyén a világos rétegekben csekélyebb, mint átlagosan a pormintákban (kb. 2%), a meteoritikus anyag-rész az Apolló-14 pormintáiban azonban mintegy 5%, ami körülbelül 2,5-szer nagyobb. A kidobott anyag erős keveredéséből arra kell következtetnünk, hogy az a test, amely az Imbrium-teknőt létrehozta, csakis relatíve alacsonyabb sebességgel

II. táblázat

A Hold hozzátételeges története a holdexpedíciók eddigi adatai alapján.
Figyelembe veendő a Meissner cikknél közölt táblázat is

Felhalmozódás (1)	—4,6	10 ⁹ év
Magmatikus differenciálódás a felső 200 km-ben (1,3)	4,6—4,4	10 ⁹ év
Imbrium-bechapódás	—3,9	10 ⁹ év
Mare Imbrium (a feltöltődés befejeződik)	—3,7	?
Mare Tranquillitatis (a feltöltés befejeződik)		10 ⁹ év
Oceanus Procellarum (3) (a feltöltődés befejeződik)	—3,3	10 ⁹ év
Kopernikusz-kráter (12)	—850	10 ⁸ év
Surveyor-kráter (6,8)	—180	10 ⁸ év
Cone-kráter (4,9) (Apolló 14)	— 20	10 ⁸ év

csapódhatott be a Holdba. Annak a testnek a sebessége azonban, amely a Kopernikusz-krátert okozta, lényegesen nagyobb volt, tipikusan meteoritikus sebességgel — azaz mintegy 15 km/sec-mal rendelkezett. A II.



táblázat a leírt folyamatok időbesorolását mutatja meg és ezeket a 23. és 24. ábra sematikusan is felvázolja.

Bár az első holdminták még sok tudós számára is meglepően régieknek bizonyultak, mégis a fent vázolt modell alapján fel kell tennünk a kérdést, miért nem öregebbek? A holdbazaltok (mare-bazaltok) megszilárdulási kora 3,2-től 3,8 milliárd évnél adódott. Minthogy a lávaömlések hosszú korszakok alatt történhettek, ez a kormegállapítás semmit sem mond azoknak a testeknek becsapódási időpontjára vonatkozóan, amelyek ezeknek a teknő-tájaknak kialakulásához vezettek. De ha azt a 3,9 milliárd évet, amit a Fra-Mauro hegység korának találtak, valóban az Imbrium-becsapódás idő-

24. ábra. A holdfelszín történetének sematikus ábrázolása az Apolló-12 leszállási helyén. Az eredeti felszínre, amely részlegesen az Imbrium-becsapódás kivetett anyagával volt befedve, folyékony láva ömlik. Ez a lávaömlés 3,3 milliárd évvel ezelőtt fejeződött be. A meteorit-becsapódások vezettek a körülbelül 4 méter vastag porréteg (regolit) kialakulásához. A porréteg majdnem kizárólagosan elmállott mare-bazaltból áll. Erre a rétegre 850 millió évvel ezelőtt mintegy egy méter vastag réteg került, amely norit-szerű anyagból áll, ami a Kopernikusz-kráter kivetett anyaga. Kisebb becsapódások következtében végül a világos norit-szerű réteget átfedte a lokális (baltikus) és az idegen (norit-szerű) anyag keverékéből álló por.

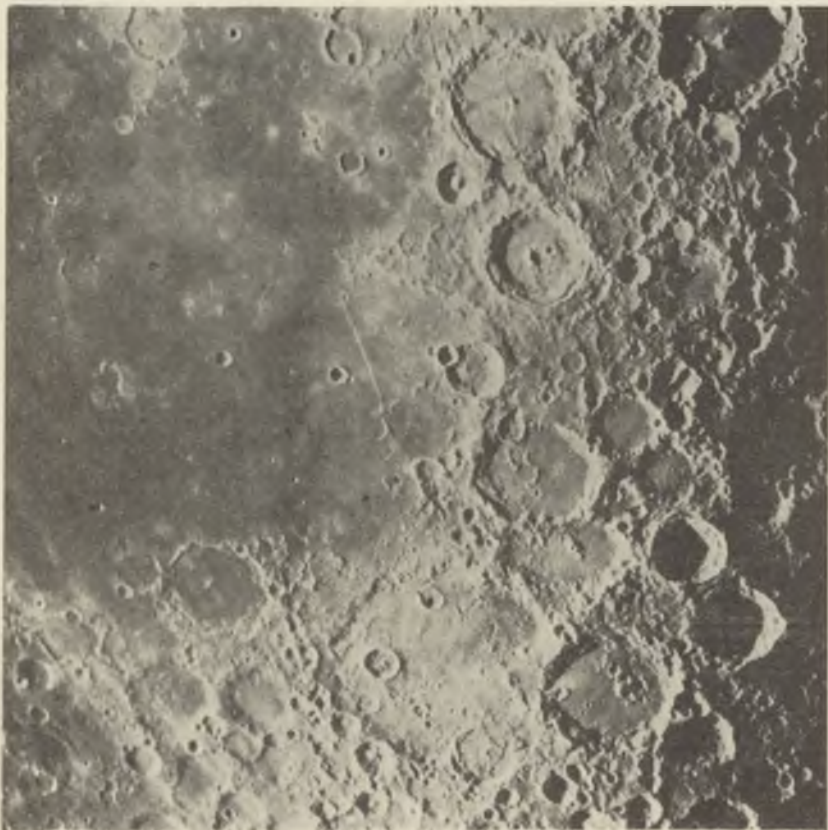


25. ábra. Pillantás a Mare Imbriumra az Apolló-15 leszállási helyével (nyíllal jelölve). A felvételen látjuk a holdtájat a Kárpátoktól kiindulva (északra a Kopernikusz-krátertől), délen a Sinus Iridumon-túl, nyugaton a Lunohod-1 leszállási helyéig (háromszöggel jelölve), északon a holdbeli Alpok mögött a Mare Frigoris látható, egészen az északkeleten lévő Kaukázusig, végül délkeleten az Appenninek ismerhető fel.

pontjának tekintjük, úgy megfordul a kérdés, miért következett be ez a becsapódás ilyen későn? Ha ez az esemény néhány 100 millió évvel korábban történt volna, akkor a bevezetésben mondottak szerint ez sokkal valószínűbb lett volna. (A becsapódási gyakoriság gyors csök-

kenése miatt.) Megváltoztatta volna időközben a Hold a pályáját, vagy egy egyszeri jelenségről volna szó, vagy valahol a számítások során hiba került volna az időskálánkba, vagy nem áll még az elméletünk egészen biztos lábakon?

Legalább is egy kérdésre, mégpedig arra, amely a holdi kontinensek



26. ábra. A felvétel a holdtengerek és a kontinensek eltérő felszíni állapotát szemlélteti. A Mare Nubium délkeleti peremét látjuk a határoló központi fekvésű feltöldekkel. Balra felül a Guericke-kráter: jobbra fent a Nubium-kráter pereme és a Ptolemaios-kráter (levágva), alatta pedig az Alphonsus-kráter látható.

közeteinek korára vonatkozik, valószínűleg hamar egzakt választ adhatunk. Az Apolló-16 anyagmintát hoz majd a holdi kontinensekről; és talán az Apolló-15 anyagmintái között is találhatunk már ilyeneket. E minták segíthetnek a feltett kérdések megoldásában.

Az Umschau 1971/24 számából fordította:

Abonyi Ivánné

(Kiel, Egyetemi Geofizikai Intézet)

A HOLD FELÉPÍTÉSE ÉS FEJLŐDÉSE

Az Apolló kísérletsorozat még be sem fejeződött, de máris alapvetően fontos tudományos következtetéseket vonhatunk le azokból a mérési adatokból, melyeket a magukkal vitt, illetve felállított készülékek szolgáltatottak. Az ásványtani, kémiai és geofizikai vizsgálati módszerek alapján egyre jobban tökéletesedik a Hold keletkezésére, fejlődésére, valamint felépítésére vonatkozó képünk. E cikkben az új információk bőséges áradata miatt válogatásra kényszerültünk.

A hatvanas évek óta, amikor az ember nélküli mesterséges égitestek és a simán leszálló szondák a Hold kutatását megkezdték, több a Holdon csillagászatilag már megfigyelt részlet kiegészítést nyert. Mindenekelőtt a Lunar—Orbiter-sorozattól kapott megdöbbenően éles felvételek és pályamódosításaik alapján véghezvitt gravitáció- és sűrűségeloszlás-számítások, továbbá a Luna-és Surveyor-szondák által végzett fizikai és kémiai vizsgálatok rohamosan növekvő információ áradatot eredményeztek égi kísérőnkre vonatkozóan. Még jobban felgyorsult a fejlődés az ember holdralépése óta. A begyűjtött talaj- és kőzetmintákon végrehajtott vizsgálatok, e minták kormeghatározása és kémiai elemzése — miként az Wänke tanulmányából is kitűnik (190. oldal) — a nagymennyiségű ásványtani és kőzettani, mágneses és szeizmikus lelet, amelyet a négy eredményes Apolló-expedíció, valamint az ezeket megelőző ember nélküli szondák szolgáltatottak, sok olyan kérdésre adtak választ, melyek öt évvel ezelőtt még teljesen nyitott problémák voltak.

A holdminták ásványtani és kőzettani elemzése

Az Apolló holdkompok, hasonlóan a Luna- és Surveyor-sorozat ember nélküli szondáihoz, a finomtól a durva szemcséig változó, laza talajon creszkedtek le, amelyet regolitnak neveztek el. A regolit-réteg vas-

tagsága, ami úgylátszik, mintha a meteoritok által kiváltott erózió következménye lenne, a terra-vidékek (holdfelföldeken) és a mare-peremek (tenger-peremek) alatt mélyebbre nyúlik, mint a mare-vidékek (hold-tengerek) területén, ahol is néhány métert tesz ki. A talaj a bazaltok kisebb-nagyobb töredékeiből áll, melyek részben össze is cementálódtak, összetapadtak (breccsák). Még a különféle üvegszerű töredékek is, melyek változatos színekben és változó alakzatban találhatók, valamint a kráterek és a kráterecskék egészen 0,01 mm-es nagyságig, mind azokra a becsapódó kismeteoritokra utalnak, amelyek az atmoszférától nem védett holdfelszínre zuhantak. A meteorit-becsapódás zömében destruktív folyamathoz vezet — széttöredezés, méretcsökkenés, fellazulás, átalakulás és néha felolvadás —, de olykor-olykor konstruktív effektusokat is kiválthat, amilyen a kompakt-breccsák képződése, ezek a becsapódáskor keletkező magas hőmérséklet és nyomás hatására jönnek létre.

Miként a Földről végzett spektroszkópiai vizsgálatok alapján már gyanítani lehetett, amit később a Surveyor-szondák segítségével véghezvitt kémiai analízisek még valószínűbbé tettek, azt végre a mintákkal a kezünkben bizonyítani is lehetett, a Hold felszíne messzemenően bazaltikus kőzetekből áll, olyan bazaltokból, melyeket a földi bazaltoktól — durva közelítéssel — alig tudnak megkülönböztetni.

Pontos vizsgálatok alapján a minták a következő csoportokba sorolhatóak:

1. „*Mare-bazaltok*”, sötét, vasban dús, nehéz bazalt. Ilyeneket talált az Apolló-11 és-12, valamint a Luna-16 is a holdtengerek (mare) felszínén.

2. „*Anortozit*”, világos, alumíniumban dús, könnyű kőzet. Ilyeneket találtak kis mennyiségben az Apolló-11 és -12, valamint az Apolló-14, által gyűjtött breccsákban, ezek valószínűleg a holdfelföldeket (terra) reprezentálják.

Mindkét fajta megtalálható mind kristályos kőzet, mind üveg vagy breccsa alakjában a regolitban. Az Apolló-14 által gyűjtött mintákban — az előzetes vizsgálatok eredményei szerint — nagyobb heterogenitást és különféle töredékeket találtak, ezek között a plagioklaszok és ortopyroxenek gyakrabban fordulnak elő, kisebb a vas és a titán tartalmuk, dúsabbak szilíciumban és alumíniumban. Valamennyi kőzet ütközési-folyamatok erőteljes jeleit viseli magán és megerősítik azt a feltevést, hogy a Fra-Mauro vidék a Mare-Imbrium kivetett anyagából keletkezett.



27. ábra. A mare-bazaltok két típusa

Balra: a finom szemcsés szerkezet, jobbra: a hosszúkás durva struktúra látható. A fekete szín jelentése: ilmenit, a szürkée: piroxén, a világos részek pedig plagioklasz (földpát)

„Mare-bazalt”-ot kétféle alakban találtak, azonos ásványi összetétel mellett, egyszer finomszemcsés szerkezettel, máskor sajátságos hosszúságú, durva kristályok által áthatott formában. (27. ábra.) Nyilvánvalóan a bazaltok mindkét fajtája, azonos ásványi összetétel mellett, különböző sebességgel hűlt le, a finomszemcsés változat sokkal gyorsabban, mint a durva, hosszúkás kristályú. A szerkezetre vonatkozó hasonló tényeket már a meteoriteknél is megállapították, melyeknél a gyakran előforduló kondritokat szemcsés szerkezetük miatt az akondritoktól meg tudunk különböztetni.

„Anortosit”-ok csekély hányadát teszik ki az eddig holdtenger vidékeken gyűjtött mintáknak, s pusztán világos színük miatt már külsőleg is könnyen felismerhetőek. Ásványi összetételük teljesen más, mint a mare-bazaltoké, habár földpát-összetételük hasonló. Az anortositokból az ilmenit teljesen hiányzik. Szilíciumoxid, SiO_2 , alumínium- és kalcium-oxidok a fő alkotórészek. A bazaltminták széles skálájával szemben, az anortositok annyira egységesek, hogy csak egyazon frakcionálódás során, ugyanabból a hatalmas olvadékból keletkezettek. Koruk 4,5—4,6 milliárd év között van, s így a holdkéreg legősibb részét alkotó anyagnak tekinthetők. Az anortosit még ma is a kráterekkel borított felföldek (terra) formájában a Hold innenső felének legnagyobb részét és csaknem a teljes hátoldalt fedik. Ez a legfelső réteg — amire a következő részben még visszatérünk — körülbelül 10 km vastag. Ahhoz, hogy egy ilyen vastag anortosit héj kialakulhasson, a holdfelszín felső 200 kilométerének teljesen megolvadtnak kellett lennie, a Hold keletkezése idején.

Egészen más úton alakultak ki a „mare-bazaltok”. Teljesen eltérő ásványi-összetételük folytán, nem keletkezettek egyazon olvadékból miként az anortositok. Sok jel mutat arra, hogy nagyobb mélységben, parciális (részleges) megolvadások során jöttek létre. Feltételezhetően, a meteorit-bechapódások vagy a gázeltávozások alkalmával kerültek a felszínre, s feltöltötték a mélyedéseket.

A kormeghatározások világosan mutatják, hogy ez a folyamat a Hold kialakulása után 1—2 milliárd évvel ment végbe, s hosszú korszakon keresztül tartott. Az Apolló-15 vizsgálataira támaszkodva a Hadley-árok sok helyen mutatja a lávafolyamok eróziós hatása következtében szabaddá vált rétegződéseket. (28. ábra.) Ezek is a hosszú időn át tartó magmatikus tevékenységet bizonyítják, ami nagyon jelentős a Hold fejlődésének története szempontjából. A holdminták ásványai csaknem kivétel nélkül mind nagyon átlátszóak és tiszták, semmilyen jelét sem mutatják átalakulásnak vagy mállásnak, melyet a víz idézett volna elő.



28. ábra. Pillantás az Apolló-15 leszállási helyéről a Hadley-hegység masszív tömbjére. Figyeljük meg a balra letörő rétegszerkezetet, amely a „Silver Super”-on (balra) különösen jól látható. Jobbra a St. George-kráter látható. Ez a panorámakép két felvétel montázsa révén keletkezett

Eleinte meglepőek voltak azok a leletek, melyek a vízzárványok teljes hiányára vonatkoztak, de a hidrogénizotópok arányának megmérése által igazolást nyertek. A víz már a Hold kialakulása idején az erős napszél, a magas hőmérséklet, valamint a csekély gravitáció következtében veszendőbe ment. Minden minta erősen repedezett és különböző nagyságú üregek vannak rajtuk, ahogy ez a Földön a gázban dús lávákban és tufákban fordul elő. Még nincs tisztázva, hogy milyen illékony alkotórészek tölthették ki ezeket a kis üregeket.

Összefoglalásképpen rögzítsük le, hogy a holdtengerek és Földünk köpenye között ásványtani szempontból bizonyos közös vonások állnak fenn. Mindkettő hasonló vas- és magnézium-szilikátból tevődik össze. Az ásványtani eltérés leginkább abban nyilvánul meg, hogy a holdszilikátok vastartalma kisebb és hiányoznak belőlük az illó komponensek. Ezenkívül sokkal ritkábban észleltek „oxidációs”-folyamatokat, továbbá teljes víz- és széndioxid hiányt állapítottak meg. Az említett különbségek ellenére és más eltérések dacára, a kémiai meghatározásokra támaszkodva (lásd Wänke cikkét) a Föld és a Hold keletkezésénél egészen hasonló frakcionálódási folyamatra következtethetünk; erre az utolsó részben még visszatérünk.



29. ábra. Pillantás a Hadley-árokra, az előtérben a holdautó látszik. A rétegek függőszekedése itt is a többszöri lávaretegződésre utal, de ez a felvételen alig ismerhető fel. A Hadley-árok mintegy 400 méter mély

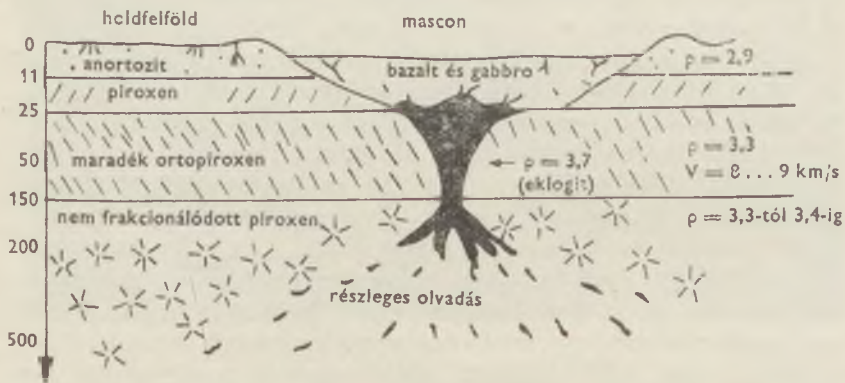
Sűrűség és gravitációs mérések

Nagy feltűnést keltett a Holdnak a Lunar Orbiterek pályamódosulásai alapján megszerkesztett gravitációs térképe. A holdfelföldek és holdtengerek kiterjedt területei nem mutatnak gravitációs anomáliákat. Mindkét komplexumnál azonos tehát a gravitáció értéke, habár a felföldek átlagosan 1,4 kilométerrel magasabban fekszenek, mint a tengerek. Ezzel szemben a csaknem kör alakú holdtengerek alatt pozitív anomáliákat (*mascon* = mass concentration) figyeltek meg, azaz ezek-

nél nagyobb a gravitáció értéke. A kör alakú képződményeknél az anomáliák az alábbi gravitációs különbséget mutatják:

Mare Serenitatis	+ 165 mgal
Mare Imbrium	+ 155 mgal
Mare Crisium	+ 100 mgal
Mare Nectaris	+ 90 mgal

Ezzel szemben a nagy kiterjedésű és szabálytalanul megformálódott tengerek, miként az Oceanus Procellarum vagy a Mare Tranquillitatis gravitációja azonos az őket körülvevő felföldek gravitációjával. Ilyen anomáliákra utaló megállapítások hasonló formában már a Földön is gyakran előfordultak, s ezeknek az izosztatikuss- vagy hidrosztatikus-egyensúly nevet adták.



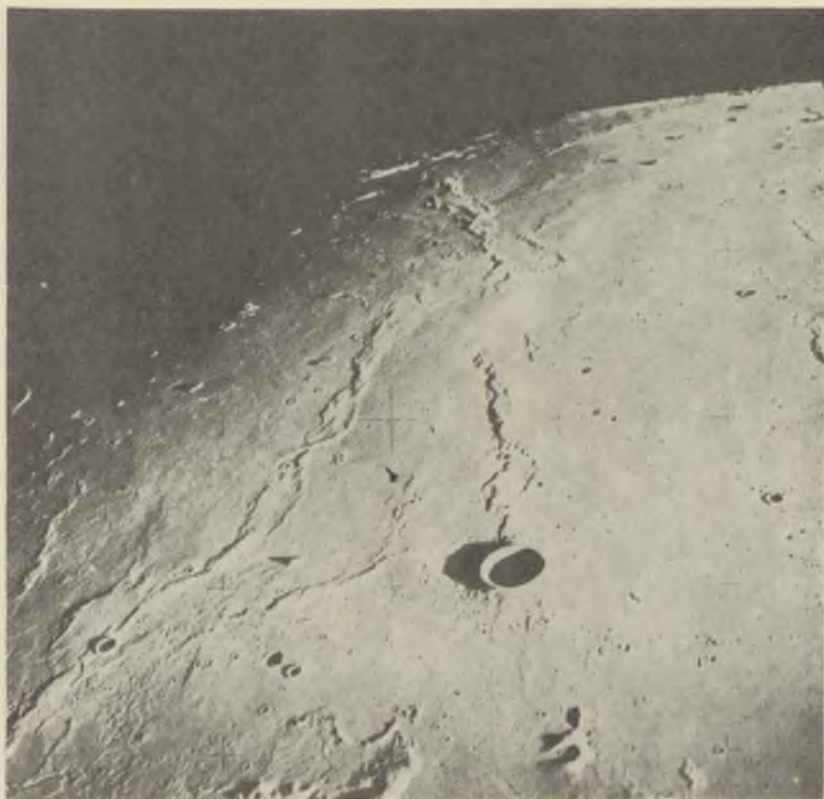
30. ábra. A Hold felső rétegeinek felépítése a masconokkal. A mélységek kilométerben (Ringwood-szerint)

Az Apolló-11 és -12 által a tenger-területeken begyűjtött kőzetek a vizsgálat során $\rho_M = 3,3 \text{ g/cm}^3$ átlagos sűrűség-értéket adták, ugyanakkor a holdfelföldek (terra) átlagos sűrűségét az anortozit-minták alapján $\rho_T = 2,9 \text{ g/cm}^3$ -re becsülik. Egy átlagos $\Delta = 1,4 \text{ km}$ közepes fekvésmagasságot véve alapul, a holdfelföldeknek mintegy 10 km mélységig könnyebbnek kell lenniük, mint a holdtengerek nagy kiterjedésű területeinek. A holdbazaltok sűrűsége sokkal nagyobb a tipikus földi bazaltok sűrűségénél, viszkozitásuk ezzel szemben sokkal alacsonyabb a földi megfelelőikénél. Mindkét megállapítás nagy horderejű a hold-

tengerek keletkezése és morfológiai magyarázata tekintetében, mert egy híg és könnyen folyó lávaáram kiterjedt területeket tud igen rövid idő alatt vékony réteggel befedni.

Mint ahogy a mare-minták ásványi felépítésük miatt nem származhatnak a felső 200 km-es zónából, továbbá mert sokkal későbbben kerültek a Hold felszínére, ezeknek egy globális felmelegedési folyamat következtében kellett keletkezniök, olyan folyamat következményeként, amely nagyobb mélységben lassan terjedt tovább. Erre a következő részben még visszatérünk. Az Apolló-11 és -12 mintáin magasnyomású kísérleteket is végeztek, ezek egyértelműen azt mutatják, hogy a mare-területek bazaltjai olyan nyomás hatására, amilyen néhány kilométer mélységben uralkodni szokott, máris a sűrűbb modifikációjú eklogitba alakulnak át. Az eklogit sűrűsége $3,74 \text{ g/cm}^3$. Összevetve ezt az értéket a Hold átlagos sűrűségével, ami mindössze $3,36 \text{ g/cm}^3$, azonnal következik, hogy a mare-bazaltok csakis parciális felolvadás következtében jöhettek létre és nem reprezentálják a holdanyag lényeges alkotórészét. Még ma is problémát jelent a masconok — a körszimmetrikus holdtengerek — pozitív irányú gravitációs anomáliának magyarázata. Ezek nem származhatnak az egykori vasmeteoritek maradványából — miként ezt *Urey* feltételezi —, mert a becsapódások alkalmával csaknem teljes anyagmennyiségük elpárolgott volna. Pusztán az alakzat (körszimmetria), a medencék eredeti mélysége, e medencék peremszerkezete valószínűsíti, hogy hatalmas becsapódásoktól származnak. A kormeghatározások szerint a lávafeltöltődés később következett be. Ezt a krátergyakoriságok meghatározásával is bizonyítani lehet. A holdfelföldeken mintegy 4–10-szer annyi kráter található, mint a holdtenger területeken, de a különböző tengereket ismét eltérő sűrűséggel szabdalják a kráterek, amiből egy relatív életkorra vonatkozó becslést végezhetünk. (31. és 32. ábra)

Több helyen megfigyelték, hogy a kisebb kráterek a tengerek széleibe izosztatikusan ágyazódtak be, azaz süppedékeny anyagba süllyedtek. Viszont az évmilliókon keresztül fennmaradt anomáliák a holdtengerek anyagának különösen merev tulajdonságára utalnak. Egy lehetséges magyarázat szerint, a legutolsó vulkáni periódus alkalmával felszálló és a folyékony állapotban mintegy 10%-kal könnyebb magma a már teljesen megszilárdult korábbi feltöltésekre hordódott fel. Az ilyen kb. 1 km vastag „túltöltődés” esetén ez mintegy 140 mgal járulékos gravitációt eredményezne. Földünkön ilyen gravitációs eltérés nem maradhatna fenn évmilliárdokon keresztül, mert a földkéreg a terheléssel szembeni viszkozitásánál — mint például a jégkorszakok alatt — rugal-



31. ábra. A Hold innenső oldalának egyik tengeri területe. Az Apolló-15 parancsnoki fülkéből készített felvételek egyike; tipikus tenger-területet (Oceanum Procellarum) mutat be. Különösen tisztán látszanak a tenger-hátak utolsó nyomai a Hold belsejéből feltörő magmákon. Mintha szűrták volna olyan élesen rajzolódnak ki a „post-mare-kráterek”, melyek a tengerek feltöltődése utáni becsapódások következtében keletkeztek. A részlegesen alámerült „fantom” kráterek, amelyek a tenger feltöltődése ideje alatt keletkeztek, gyakran már csak elmosódott peremük következtében ismerhetők fel.

masság tapasztalható. Lehetséges, hogy a Hold külső rétegeinek nagyfokú szilárdságát, a holdközetekből csaknem teljesen hiányzó víz okozza. Másrészt — valószínűleg a becsapódások következtében mélyen kivájdott — kör alakú mare-teknők közepében egy bazaltból eklogitba való



32. ábra. A Hold túlsó oldalának kontinentális területe ugyancsak az Apolló-15 parancsnoki fülkéjéből készült felvételei. Jól mutatja a mare-területek és a túlsó oldali típusú felföldi-területek közti különbséget. E vidéken a kráterek minden fajtája megtalálható. Az élesebb vonalú fiatalabb kráterek átfednek régebbi nagyobb krátereket. A nagy és öreg kráterekben (balra hátul) az izosztatikus kiegyenlítődési folyamat nyomai ismerhetők fel (lapályos talaj), a bal oldalon elől lévő kráter belső peremfalán pedig megcsúszamlás figyelhető meg

átalakulás játszódhatott le, mely a centrális felszállási utak kitöltődéséhez vezetett (30. ábra). Az elmélet helyessége akkor dönthető el, ha majd a „masconok”-ból vett minták a kor szerinti és ásványtani besorolás lehetővé tesznek.

Mágneses- és hőáramlás-mérések

Napjainkban mágneses-téréréseket mind az Apolló-12, -14 és -15 által elhelyezett magnetométerek, mind az 1967 óta a Hold körül keringő mesterséges égitest, az Explorer-35 egyaránt végeznek. Valamennyi szonda a Förster-féle elv szerint működik, a mágneses térerősséget három különböző irányban méri. Az Explorer-35 és más mesterséges égitestek által mért mágneses-térerősségek nagyon alacsonyak voltak, amiből a Hold felszínén mindössze 2 γ térerősség jelenlétére következtettek. Annál meglepőbbek az Apolló-sorozat magnetométereinek mérési eredményei; ugyanis az Apolló-12 esetében 38 γ -át; az Apolló-14-nél 43 és 103 γ közti értékeket, végül az Apolló-15 műszerei ennél valamivel kisebb értéket regisztráltak. Ezek a térerősségértékek nem érik el Földünk 3000 és 4000 γ közti térerősségértékét, de mégis elég nagyok ahhoz, hogy elgondolkodjunk eredetük felett.

A mérési értékek kétségtelenül remanens mágnességre utalnak (visszamaradt mágnesség). A Hold történetében valamikor a mágneses térnek sokkal erősebbnek kellett lennie, mint amilyen napjainkban. A Hold vagy rendelkezett saját mágneses térrel, amilyen a Földnek van, vagy valamilyen idegen mágneses téren kellett áthaladnia. Mivel a holdtengerek mintegy 3,3–3,6 milliárd éves múltra tekintenek vissza, ezen területek mágnesezésének is közelítőleg abban az időben kellett végbemennie.

Az az elgondolás, hogy a mágneseződés az ősidőkben erőteljesebb interplanetáris mágneses tértől származik, még ma is fennáll. A saját mágneses tér létezésére vonatkozó elmélet valószínűtlennek tűnik; mert a saját mágneses tér kialakításához forró, főként vasból álló holdmag létezése, és meghatározott tengely körüli forgás feltételezése szükséges. Ebben az esetben különösen nehéz lenne, a mai lassú – 28 napos – tengelyforgási sebességet, valamint a Hold belsejében lévő alacsony hőmérséklet- és vezetőképesség-értéket megmagyarázni. Ezekre a problémákra a későbbiekben még visszatérünk.

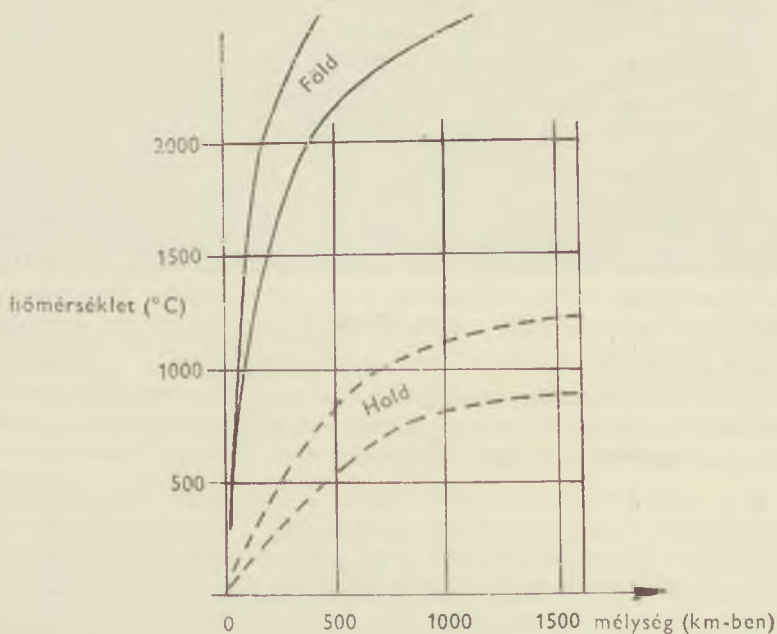
Ha a Hold belső része vasból lenne, akkor magas mágneses permeabilitással rendelkezne, környezetében még a gyenge mágneses erővonalakat is görbítené, ezt pedig az Explorer-35 mérni tudná. Ez az eset azonban nem áll fenn. Reményünk van arra, hogy a közeljövőben a Hold ősi mágneses terének eredetére vonatkozó kérdéseinkre választ kapunk. Ennek feltétele, hogy a Hold felszínén több magnetométert állítsunk fel.

A mágneses permeabilitás mellett az elektromos vezetőképesség is

igen fontos fizikai jellemző. Az elektromos vezetőképesség értékére az Apolló-12, -14, -15, valamint az Explorer-35 magnetométereinek egyidejű megfigyeléseiből következtethetünk. A napszél által magával sodort mágneses tér időben nem állandó, hanem gyakran ugrásszerű változást mutat. Ha ilyen ugrások bármikor fellépnének, akkor ezek egy elektromos vezetőben indukciós áramot keltenének, s ennek tere mérhető lenne. Eddig több mint 100 ilyen ugrást értékelték ki.

Az eredmények szerint a Hold elektromos ellenállása — Földünkével megegyezően — igen magas. Az elektromos ellenállás mintegy 600–700 kilométer mélységig $10\,000\ \Omega\ \text{m}$, a középpontban pedig közelítőleg $100\ \Omega\ \text{m}$.

A fenti adatokból kiszámítható a Hold hőmérséklete. A legfelső részben aszerint, hogy milyen anyagot tételezünk fel 600 és $1000\ ^\circ\text{C}$ közti érték adódik, ami a Föld magjához viszonyítva nagyon alacsony érték, már közvetlenül a földköpeny külső részében lépnek fel hasonló értékek (33. ábra).



33. ábra. A Föld és Hold hőmérséklet-eloszlása azonos mélységeknél

Kétségbevonhatatlan tény, hogy ma már nincs a Holdnak folyékony magja — ellentétben a Földdel, mely még most is rendelkezik ilyennel — s valószínűleg a Hold soha fel sem olvadt nagyobb mélységekig. Olyan holdmodell, mely kívül és belül egyaránt szilárd köpeny létét tételezi fel, nagyon jól megegyezne a szeizmométeres kísérletek által nyert adatokkal, azaz az igen csekély szeizmikus aktivitással, de erre a következő fejezetben még visszatérünk.

A hőáramlás-mérések is bizonyos mértékű felvilágosítást adnak a Hold hőmérséklet-eloszlására vonatkozóan. Az Apolló-15 térségben fűrt lyukakban hőmérséklet-különbséget mértek a különböző mélységek között. A felszínen mintegy $+75\text{ }^{\circ}\text{C}$ értéket állapítottak meg, amit a kezdődő holdnappal napsugárzása okozott. Körülbelül 50 cm mélyen a hőmérséklet már csak $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ volt. Közélmélységben 35 cm-től kezdve ismét hőemelkedést állapítottak meg. Különösen értékesnek bizonyultak azok a mérések, melyeknél a mérőkészülék a talajba mélyebbre tudott behatolni. Az előzetes közlések szerint a holdbelsőből lefelé történő hőáramlás valamivel nagyobb, mint Földünk hőáramlásának $1/5$ része, ami újabb bizonyíték egy a Földhöz viszonyítottan hideg holdbelső mellett.

A természetes és mesterséges szeizmikus vizsgálatok

Az Apolló-11 útja alkalmával, számos más geofizikai műszerrel együtt, az első szeizmométert is felállították más égitesten. Az első nagy megfigyeléseket azok a felfedezések jelentették, hogy a Holdon a szeizmikus hullámok teljesen eltérő terjedési mechanizmusa létezik, hogy habár a hullámok erősen szétszóródnak, azonban kevésbé csillapítottak, azaz kis abszorpciót mutatnak, valamint hogy számos jelzés a holdrengésekből származik. Ellentétben a Földdel — ahol a kompressziós (nyomás) —, longitudinális és felületi hullámok kapcsolatának megszűnése héjszerkezet számításokat, valamint a földkéreg egyéb részleteire vonatkozó levezetéseket tesz lehetővé, a Holdon elhelyezett szeizmométerek által regisztrált rezgések meglepően karakter nélküliek.

A következő Apolló-utak során, újabb szeizmométereket állítottak fel. Jelenleg három nukleáris energia ellátású hosszúperiódusú készülék van a Holdon, még pedig az Apolló-12, -14 és -15 által üzembe helyezettek. Az Apolló-12 és -14 szeizmogramjainak kiértékeléséből tudjuk, hogy a Hold rengéseinek 80% -a, az *A*-típusú rengések, egyazon holdrengéstől származnak. Időközben — éppen az Apolló-15 műszerei segítségével

sikerült e rengések egy részét regisztrálni is. De még mindig nem derült fény arra, hogy e rengések góca hol fekszik.

Az eddig regisztrált rengések — melyek a meteorit-becsapódások által kiváltott rengésekből éppen frekvenciaspektrumuk alapján térnek el — a következő módon írhatóak le:

1. Az *A*-típusú rengések több mint 40%-a az összetévesztésig hasonlít egymásra, ennek következtében 250 m-en belül azonos helyen kell keletniök. A gócmechanismusnak rövidnek, azaz robbanásszerűnek kell lennie.

2. Az *A*-rengések egy csoportja közvetlenül egy másik eltérő csoport előtt lép mindig fel; erősebb térhullám-jellegű fázisai vannak, s valószínűleg mélyebben fekvő góca van.

3. Egy másik rengéstípus (*B*-típusú rengések) gócai mintegy 20 km-re vannak egymástól.

4. Az események polaritása azonos (a rengésgócok nem végeznek előre-hátra mozgást, hanem állandóan csak az azonos progresszív aktiválás [gerjesztés] érvényesül).

5. Valamennyi *A*- és *B*- típusú rengés kizárólag csak a perigeum idején keletkezik (vagyis földközépen) ± 3 nap eltéréssel.

6. A rengésgyakoriság statisztikusan hasonlóan viselkedik, mint a távcsövekkel megfigyelt úgynevezett „transiens jelenségek” ezek a rövid idejű elszíneződések, párafátylak a kráterekben vagy a tenger peremeken.

Az idézett hat pont erősen gázvulkanizmusra utal, amint azt a transziens jelenségek magyarázatául feltételezték. Ezek a jelenségek különösen gyakran figyelhetők meg az Aristarchus és Alphonsus kráterekben. Egy folyamatos gázeltávozás a repedésrendszer mentén megmagyarázná a progresszív gócműködést (4. pont) és egy bizonyos, némileg mélyebb góccal bíró rengéscsoport előzését is érthetővé tenné (2. pont).

A Hold külső részében éppen a perigeum idején áll elő olyan feszültségeloszlás, amely a gázeltávozásra, valamint függőleges irányú repedések keletkezésére különösen kedvező. Egy gázkamra hirtelen tehermentesítése után a nyomás egy magasabban fekvő kamrában a kritikus érték fölé is szökhet és itt is — a hirtelen tehermentesülés következtében — kisebb rengést kelthet. Más statisztikus jellegű vizsgálatok is úgy beszélnek a gázeltávozásról, mint a holdrengések kiváltó mechanizmusáról.

Annak következtében, hogy a földi szeizmográfokkal szemben a Holdon üzemelő szeizmikus állomások csaknem 1000-szeres felerősítést

tesznek lehetővé, így igen nagy távolság esetében is felrajzolhatók a nagyon energiaszegény történések is. Így ma már tudjuk, hogy a Hold szeizmikus tevékenysége mintegy 100-ad, illetve 1000-ed része a tektonikusan még működésben lévő Földnek. Ez az állítás nemcsak a hőmérséklet-számításokkal, hanem a morfológiai megfigyelésekkel is egyezik, melyek szerint a Holdon sem lapok, sem tömbök nagyszabású elmozdulásai nem mentek végbe, nincsenek szinklinálisok és nincsenek gyúrt-hegységek és nem is voltak soha.

A naponként megfigyelhető természetes történések mellett, amelyek részint a rengéseket, részint meteorit-bechapódásokat jelentenek, egy sor mesterséges bechapódást — mint a már felhasználatlan felszállási egységei a holdkompoknak (L M), vagy a Saturn-V rakéták S IV B vagy harmadik fokozatai, melyeket a Holdon történő leszállások előtt csapódtatnak a Holdra — a szeizmométerek mérték.

Az egyes regisztrálások:

az Apolló-12 mérőállomáson	Ap 12 LM	
	Ap 13	S IV B
	Ap 14 LM	S IV B
	Ap 15 LM	S IV B
az Apolló-14 mérőállomásán	Ap 14 LM	
	Ap 15 LM	S IV B
és az Apolló-15 mérőállomásán	Ap 15 LM	

Tehát 11 mesterséges bechapódás regisztrálása áll rendelkezésünkre, amelyek abban különböznek a természetes eseményektől, hogy helyük és idejük ismert. A futásidő diagramokból levezethető, hogy az elsőként beérkező hullámok kb. 25 kilométer mélységben $8-9 \text{ km sec}^{-1}$ sebességet érnek el. Ez körülbelül az a mélység, amelyben a kisebb-nagyobb repedések és hasadékok, a magasabban fekvő rétegek nyomása alatt össze kell hogy záródjanak és ezáltal a szeizmikus hullámokat jobban továbbítják, mint a felsőbb rétegek.

A nagy sebességértékek 9 km sec^{-1} felett egyértelműen mutatják, hogy itt kezdődik a holdköpeny, ami ásványtani szempontból nézve az anortozit-képződés maradék olvadékából létrejött ortopiroxén-héjnak felel meg. Hogy ez a holdköpeny milyen mértékben különbözik regionálisan, hogy milyen mértékben hiányzik esetleg a kerek holdten-gerek alatt, még további vizsgálatokat igényel. A hasonló felépítés, a

hasonló sűrűség és szeizmikus sebességek különlegesen érdekes vizsgálati objektumnak tüntetik fel. A Hold felső rétegét az Apolló-14 expedíció során a mérnöki szeizmológiából ismert refrakciós módszerekkel vizsgálták meg. A speciális nagy frekvenciás geofonok egy 100 méternél rövidebb szelvény mentén felvették a kis robbanások által kiváltott rezgéseket. A regisztrálások hasonló, — a szórási effektusok által meghatározott — képet mutatnak, mint amilyenek az említett hosszúperiódusú regisztrálások. Még itt is csak az első értékek voltak kiértékelhetőek. Ezek szerint a regolit vastagsága az Apolló-14 leszállási helyén kb. 8—9 méter, a szeizmikus sebesség pedig a rétegben csupán 105 m sec^{-1} . Ez alatt egy némiképpen megszilárdult réteg követezik, melyben a szeizmikus sebesség körülbelül 300 m sec^{-1} . A kis távolságok szeizmogramjain megfigyelhető szórás azt mutatja, hogy a szórási folyamat nyilván a Hold külső részének mikroszerkezetében leli magyarázatát és valószínűleg mindenféle nagyságú repedésekkel, pólusokkal és üregekkel függ össze. Ellentétben a Földdel: az üregekben nincs levegő, sem víz és még a legkisebb repedések is egy szeizmikus hullámfront erős deformációjához vezetnek.

A Hold és Föld keletkezésére vonatkozó következtetések

Ma már tudjuk, hogy a Hold viszonylag hideg, hogy felszíne azonban a kezdeti időkben meleg volt. A tömeg összetömörülésénél keletkező gravitációs energia, s ennek következtében a rendelkezésünkre álló hőmérséklet az akkumulálódott tömeg sugarával körülbelül négyzetesen növekszik. Ez a tömeg a Hold esetében nyilván túl kicsi volt ahhoz, hogy a belső részek tökéletes felolvadását hozza létre, ami a Mars esetében szintén fennállhatott, de a Föld és Vénusz esetében azonban nem.

A Hold keletkezésére vonatkozó elméletek kritikai megvilágítása, a jelenlegi eredmények fényében, egy sor régi hipotézis elvetéséhez vezetett. Különösen problematikus az úgynevezett „kaptációs” (befogási) hipotézis (*Gerstenkore*), éppen a kevés befogási pálya nagy valószínűsége miatt. Hasonlóan komoly nehézséget jelent a Holdnak a szomszédos bolygókkal és meteoritokkal való összehasonlításából adódó átlagos sűrűsége is, mert akkor ezeknek egy hasonló ősanyagból kellett volna keletkezniük a „kaptációs” elmélet tanítása szerint. Még a *C. Darwintól* származó régi apályelmélet — mely szerint a Holdat a Föld „vetette” volna ki — sem egyezik a mai ismereteinkkel, mert az ősföld megkívánt

A Hold fejlődéstörténetének vázlata

5	A belső bolygók formálódása a gravitációs összetömörülés által; számos illó elem elvesztése; gyors felmelegedések az erősebb szoláris szél és a rövid élettartamú radioaktív elemek következtében, a Hold kialakulása, esetleg az ősföld atmoszférikus szilikátburkának „maradékai” befolyása által.
4,5	Az első holdkéreg képződés a külső rétegek felolvadásának differenciáló hatása által. Még mindig erős meteoritbombázás. A felszín 800 °C alá hűl le.
4	A hőmérsékleti maximum mélyebbre hatol. Járulékos felmelegedés a hosszú élettartamú radioaktív elemek hatására; részleges felolvadások 100—700 km mélységben, megindul a mélyedések lávaömlések következtében való feltöltődése. Csökkenő meteoritgyakoriság. A Mare Tranquillitatisban befejeződnek a nagyobb lávaömlések (Apolló-11).
3,5	Befejeződnek a nagyobb lávaömlések az Oceanus Procellarumban (Apolló-12).
3	A holdkéreg lehül és megszilárdul; nagyobb mélységekből jövő további lávaömlések mélyebb depresszióhoz és gravitációs maximumokhoz vezetnek (Mare Imbrium és Mare Serenitatis stb.).
2	Csökkenő vulkanikus tevékenység.
1	Csökkenő meteorit-málás.
0	Gyengébb holdregések, gyengébb gázvulkanizmus, nincs tömbmozgás.

nagy forgás-sebessége és az ehhez szükséges energia nem hozható összhangba.

Ellenben *Ringwood* kémiai és ásványi leletek alapján továbbfejlesztett elmélete — amely szerint a Hold a Föld rendkívül forró ősatmoszférájából fejlődött volna ki —, egyre valószínűbb lesz. *Cameron* az asztrofizikai indokokat fejlesztette ki. Eszerint mintegy 5, illetve 4,7 milliárd évvel ezelőtt egy forró, illó szilikátburok fogta körül a kisebb holdakkal és meteoritokkal egyetemben az ősföldet, míg a kozmoszban gyakran előforduló nehezebb vas — miként a kohókban alul — a Föld magjában rakódott le. Ez a szükséges frakcionálódási folyamat magyarázza meg mindkét égitest sűrűségének, ásványi-kémiai összetételének eltéréseit.

A Föld fejlődésének vázlatja

5	A belső bolygók kialakulása a gravitációs összetömörülés következtében; több illó elem veszendőbe megy; gyors felmelegedés az erőteljesebb szoláris-szél és a rövid élettartamú radioaktív elemek hatására; valószínű: a földmag kialakulása, esetleg: egy forró ősléggkör illó szilikátburkainak esetleges elvesztése. A Föld külső rétegei messzemenően olvadtak.
4,5	Erőteljes meteorit-bombázás; erős gázeltávozás, erős konvekció. A külső rétegekben csak lassú lehülés. A Földkéreg képződése?
4	A Földkéreg nagyobb részei 800 °C alá hűlnek le.
3,5	Nagyobb tömbök megszilárdulnak, kontinens pajzsok alakulnak ki bázikus és gránitos komplexumokkal; Pangea?
3	Továbbá erős vulkáni tevékenység földrengések állandó erózió.
2	Az ősi pajzsok tovább növekednek a fiatalabb kéregrészek csatlakozása által.
1	A magasabb rendű egysejtűek első megjelenése (Eukariotok).
0,6	A geológiai korszakok kezdete (Paleozoikum). Időszakosan és regionálisan eltérő mértékű hegyképződés indul meg, melyet földrengések és vulkáni tevékenység kísér.
0,25	Mesozonikum, hüllők. Az Atlanti-óceán képződésének megindulása. Harmadkor, emlősök.
0	Még megfigyelhető geotektikus aktivitás, kisebb és nagyobb tömbök süllyedése, felemelkedése, eltolódása; folyékony- és gáz-vulkanizmus, földrengések.

A felszínhez közeli felmelegedéshez valószínűleg az eredetileg sokkal erősebb szoláris szél járult hozzá, míg a rövid élettartamú radioaktív elemek által okozott felmelegedés valószínűleg jelentéktelen volt, mert ellenkező esetben a Hold nagyobb mélységekig felolvadt volna. Kétségtelen, hogy a Hold a Föld közelében alakult ki és a kölcsönös árapály súrlódás befolyása alatt távolodott el tőlünk. Fejlődése a Föld fejlődésé-

vel együtt vázlatosan összefoglalva a III. és IV. táblázatban található, magyarázata pedig a 34. ábrán látható. A táblázatokban feltüntetett számok kort jelentenek milliárd években mérve.

A Hold kezdeti idejére az ismertett megállapítások, melyek azonban Földünkre is vonatkoznak, csak a holdkutató új vizsgálati módszerei következtében tárultak fel. A Hold fejlődése követhető és Földünk fejlődésével összehasonlítható. Ezekből értékes ösztönzést kapunk mind a geotudományok, mind a többi bolygó most meginduló kutatása számára.

Az Umschau 1971/24 számából fordította
Abonyi Ivánné

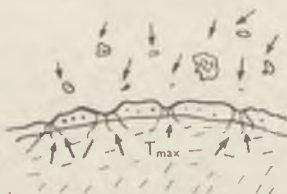
34. ábra. A vulkáni tevékenység és a meteoritbecsapódások következtében formálódott mai Hold-fel-szín kialakulásának vázlatos áttekintése

A magyarázat az III. táblázatban található



① 5-től 4,7 milliárd évig

A Hold kialakulása
A külső rétegek teljes felolvadása



② 4,7-től 4,5 milliárd évig

Első differenciálódás
A terra-kéreg képződése
Erős meteorit tevékenység
Erős gázeltávozások



③ 4,5-től 4 milliárd évig

A mélyedések lávával kezdenek feltöltődni
A maximális hőmérséklet zónája mélyebbre vándorol
Magma-feltörések



④ 4-től 3 milliárd évig

A holdtenger (mare) képződések befejeződnek, véget ér a második differenciálódás



⑤ 3-től 0 milliárd évig

Csekély meteorit-tevékenység
Csekélyebb gázvulkanizmus

A PULZÁROK

Talán egyetlen csillagászati fölfedezés sem váltott még ki olyan lázas kutatótevékenységet, mint amilyen az első pulzár megfigyelését követte. A Cambridge-ben lévő rádiócsillagászati obszervatórium munkatársainak, *A. Hewish*-nak és kollégáinak bejelentése a *Nature* 1968. évi egyik februári számában egy „gyorsan pulzáló rádióforrás” észleléséről, világszerte osztatlan érdeklődést keltett. Mindenki előtt nyilvánvaló volt, hogy a cambridge-i kutatócsoport eddig ismeretlen, újfajta csillagászati objektumra bukkant.

A nagy lendülettel meginduló kutatások újabb és újabb ilyen — lüktető, pulzálásszerű rádiósugárzásokról pulzároknak elnevezett — rádióforrások felfedezéséhez vezettek. A rohamosan szaporodó megfigyelések fényt derítettek a pulzárak számos tulajdonságára, ezzel együtt azonban még inkább megnehezítették az évszázad talán legzavarbahozóbb asztrofizikai problémájának, a pulzár-rejtélynek a megoldását. Jóllehet a pulzárak irodalma ma már vastag köteteket tesz ki, arra a kérdésre, hogy „mi a pulzár?”, határozott válasz még nem adható. Abban mindenki egyetért, hogy a pulzárokban megtalálták az elméleti úton már több évtizede megjósolt, hipotetikus neutroncsillagokat, de a pulzárak sugárzásának és megfigyelt tulajdonságainak eredetét ma még homály fedi.

Első pillanatra talán furcsának tűnik, hogy a pulzárakat viszonylag ilyen későn fedezték fel, hiszen nagy rádiótávcsövek már legalább egy évtizede vannak működésben. Rögtön érthetővé válik azonban ez a „késés”, ha figyelembe vesszük, hogy a pulzárak rádiósugárzása és közepes jelerőssége olyan gyenge, hogy jóval alatta marad a korábban végzett megfigyelések érzékenységi határának. Ehhez jön még az a tény, hogy a pulzárak kivételesen sporadikusan sugárzók: igen gyakran hosszú ideig tartó megfigyelések szükségesek ahhoz, hogy jelenlétüket ki lehessen mutatni. További nehézséget jelent, hogy a beérkező rádiósugárzás

felvillanásai igen rövid, másodperc nagyságrendű időközökben követik egymást, így a megfigyelésekre csak speciálisan kiképzett, ilyen gyors ingadozásokat követő rádiótávcsövek alkalmasak.

A pulzások megfigyeléséhez tehát olyan nagy és érzékeny rádiótávcsőre volt szükség, amely igen gyenge és igen gyors intenzitásváltozások kimutatására egyaránt képes. Ilyen berendezés korábban nem volt. A szerencse azonban a csillagászok mellé állt. Az történt ugyanis, hogy 1964-ben felfedezték az interplanetáris szcintillációt. Ez a jelenség abban áll, hogy az igen kis szögátmérőjű rádióforrások, mint például a kvazárok rádiósugárzásában a bolygóközi térben jelenlévő, és a Napból kibocsátott plazmafelhőknek a hatására igen gyors, egy másodperc nagyságrendű ideig tartó intenzitás-fluktuációk lépnek föl. Nos, ennek a jelenségnek a tanulmányozására helyeztek üzembe 1967 nyarán Cambridge-ben egy új, nagy rádiótávcsövet, amely — minthogy másodperces időskálájú jelerség-változások vételére készült — kiválóan alkalmas volt a pulzások megfigyelésére is. A távcső működésbe lépése után rövidesen fel is fedezték az első pulzárt, a CP 1919-et, amelyet azután sorra követtek a többiek.

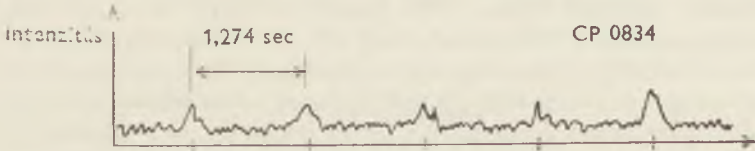
A pulzások száma kezdetben gyorsan növekedett, majd a felfedezések üteme fokozatosan lelassult. 1971-ben már csak néhány újat figyeltek meg, ezzel együtt azonban a pulzások száma 1971 végére 61-re növekedett. Erről a 61 pulzarról igen nagy megfigyelési anyag gyűlt már össze, amely alapján számos pulzár-elmélet látott napvilágot. Nyilvánvaló, hogy bármely kielégítő elméletnek jól meg kell tudni magyaráznia a pulzások észlelt tulajdonságait. Nézzük meg, melyek azok a legfontosabb megfigyelések, amelyek eredetére a pulzár-elméletektől választ várunk.

A periódus

A pulzások más kozmikus rádióforrásoktól a sugárzás pulzáló jellegében és a pulzusok egymásra következőségének szigorú periodikusságában különböznek. A pulzálásszerű rádiósugárzás jól látható a 35. ábrán, amely a CP 0834 sugárzásának intenzitását adja meg az idő függvényében.

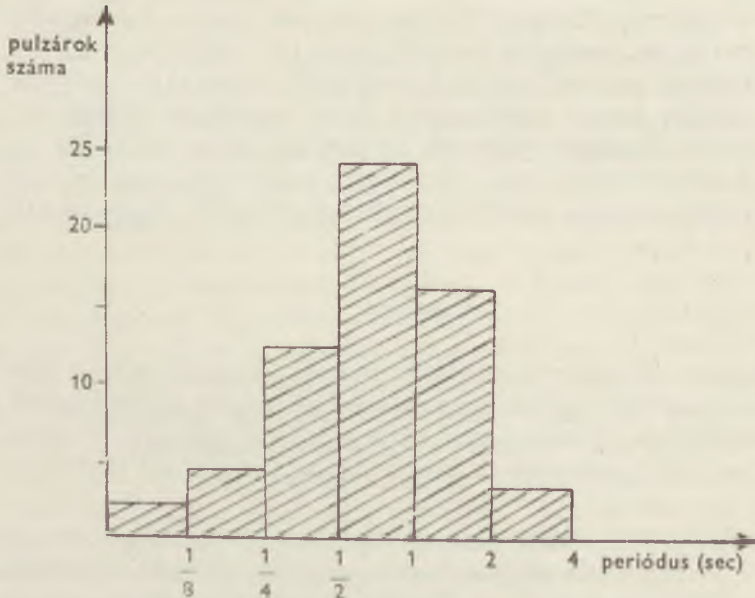
Az egymás után érkező pulzusok igen nagy pontossággal követik egymást. Időnként előfordulhat, hogy kimaradnak pulzusok, de amikor ismét megjelennek, akkor újra a várt időpontban jelentkeznek. Az egymást követő jelek közti időtartam — a pulzár periódusa — hosszabb ideig

tartó megfigyeléssel igen nagy, nemritkán százmilliomod másodperc pontossággal megállapítható. Például a PSR 0329 periódusa 0,71451866388 másodperc, míg az eddigi „leggyorsabb” pulzáré, az NP 0532-é, 0,3309756505419 másodperc (epocha: J D. 2400000).



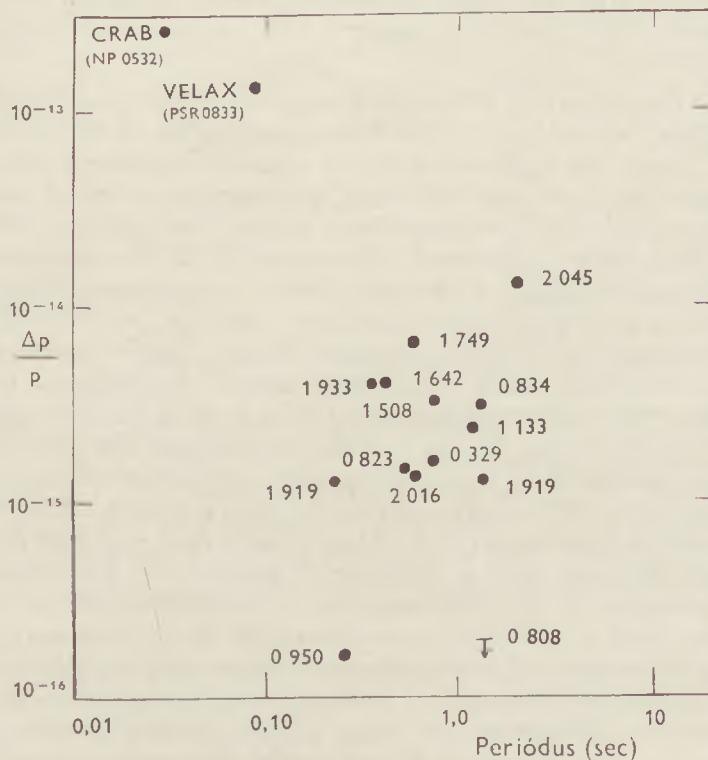
35. ábra. A CP 0834 pulzár rádiósugárzásának pulzusai

Az eddig talált pulzárak periódusa 0,033 és 3,745 másodperc között van. A pulzárak több mint 50%-ának a periódusa 0,75 másodpercnél rövidebb, és mindössze három esetben találtak 2 másodpercnél hosszabb periódust. A pulzárak számának a periódus szerinti eloszlását a 36. ábrán láthatjuk.



36. ábra. A pulzárak periódus szerinti eloszlása

A megfigyelések 25 pulzárnál a periódus szisztematikus növekedését mutatták ki. Ez a hosszabbodás igen kicsi, egy periódus alatt a periódus értéke átlagosan a 10^{-12} – 10^{-16} -szorosával növekszik meg. A 37. ábrán a $\Delta P/P$ hányados van a P függvényében feltüntetve, ahol P a periódust,



37. ábra. A pulzárak relatív periódusváltozása

ΔP pedig az egy periódus alatt bekövetkező periódus-hosszabbodást jelenti. Látható, hogy a relatív periódus-változás a két leggyorsabb pulzárnál, az NP 0532-nél és a PSR 0833-nál a legnagyobb.

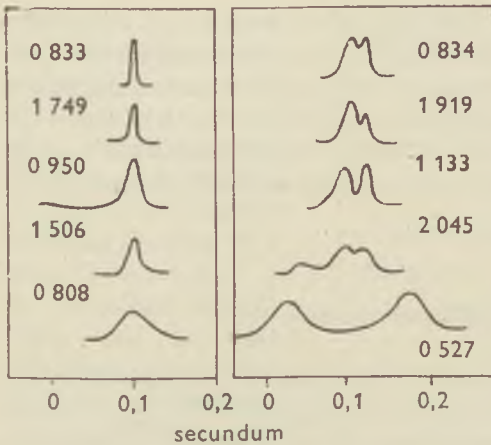
Amint arról később részletesebben szó lesz, a pulzárak periódusát gyors tengelykörüli forgást végző neutroncsillagok rotációs periódusával lehet azonosítani. A periódusok hosszabbodása így a forgás lassulását

jelenti. Ismerve a periódus növekedésének sebességét, és föltételezve, hogy nagyságrendileg majdnem mindig ilyen arányban változott a periódus, ki lehet számítani a pulzár életkorát: ez az az időtartam, amely alatt az éppen „megszületett” pulzár periódusa a jelenleg megfigyelhető értékre nőtt. Erre $2 \cdot 10^3 - 10^9$ év adódik. A két leggyorsabb pulzárnál az életkor és a periódus között egyenes arányosság van: mennél rövidebb a periódus, annál fiatalabb a pulzár. A többi esetben ilyen összefüggés nem áll fenn.

Az NP 0532 és a PSR 0833 abból a szempontból is érdekes, hogy ezeknél a periódus ugrásszerű csökkenését is megfigyelték. A PSR 0833-nál 1969. február 24. és március 3. között a periódus váratlanul $208 \cdot 10^{-9}$ másodperccel kisebb lett, majd ismét hosszabbodni kezdett, és érdekes módon a növekedés 1%-kal gyorsabban történt, mint korábban. Másodszor ilyen hirtelen csökkenést 1970. augusztus 21. és szeptember 4. között észleltek, amikor is a periódus $179 \cdot 10^{-9}$ másodperccel lett kisebb. Ezután is növekedett a periódusváltozás sebessége. Az NP 0532-nél 1969 szeptemberének végén következett be egy $7,7 \cdot 10^{-11}$ másodperces perióduscsökkenés. Ezzel kapcsolatban érdemes megemlíteni a következőket. 1969. május 10-től szeptember 16-ig *D. W. Richards* és kollégái 430 MHz frekvencián észlelve a pulzár periódusában 760 mikrosecundumos amplitúdójú, 77 napos periódusú kváziszinusoidális változásokat találtak. Ezt akkoriban azzal magyarázták, hogy a pulzár körül egy bolygó méretű kísérő keringhet, és az okozza ezeket a zavarokat. 1969 novemberétől 1970 áprilisáig *J. G. Dutkie* és *P. Murdin* az optikai tartományban vizsgálták az NP 0532 sugárzását, a fényfelvillanások beérkezési időiben azonban az említett kváziszinusoidális változásokat nem tapasztalták. Minthogy a két megfigyeléssorozat éppen azt a bizonyos hirtelen perióduscsökkenést fogja közre, lehetséges, hogy az ezt kiváltó okoknak — esetleges „csillagrengésnek”, vagy a csillag hirtelen összehúzódásának — a pulzár sugárzására kifejtett hatása jelentkezik az eltérő eredményekben.

Átlagos jelalakok

Még egy és ugyanazon pulzár esetében is az egymást követő pulzusok erőssége és intenzitáseloszlása igen különböző lehet. Ha azonban sok egymást követő pulzust átlagolnak, akkor az egyes pulzusok gyorsan változó finomsztruktúrája kisimul, és egy stabil, átlagos jelalak adódik,



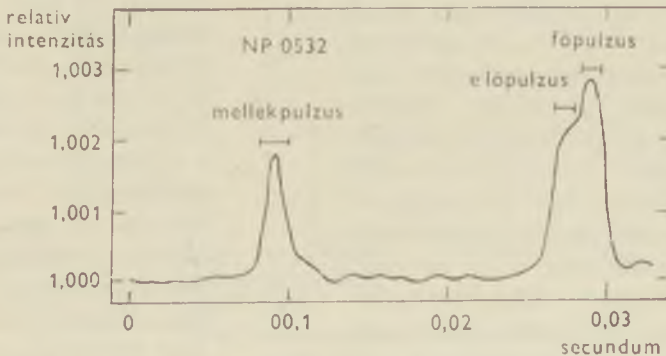
38. ábra. Átlagos jelalakok

egyenes arányosság látszik fennállni. A pulzus szélesség átlagosan 5%-a a periódusnak.

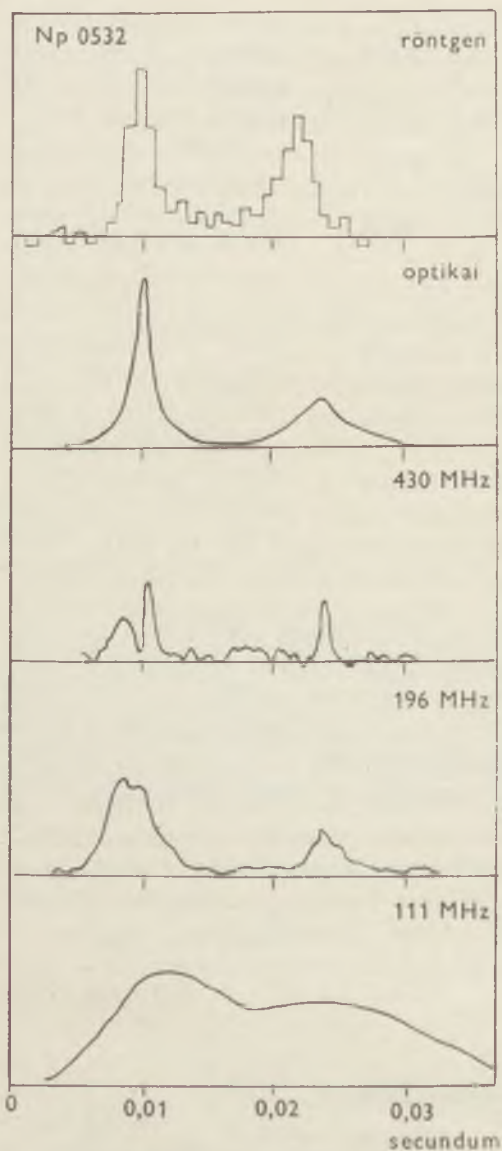
Néha a pulzároknál közelítőleg a fő pulzusok közti intervallum közepén egy kisebb, másodlagos pulzus figyelhető meg: ez a közbülső pulzus (interpulzus). Ezt a jelenséget a pulzároknak mintegy 10%-ánál észlelték. Két esetben, a CP 0950-nél és az NP 0532-nél ez a közbülső pulzus majdnem pontosan a periódus közepén van. A 39. ábrán az NP 0532 átlagos jelalakját mutatjuk be, amelyet 430 MHz frekvencián észlelve

amely minden pulzusra jellemző. A 38. ábrán néhány ilyen átlagos jelalakot mutatunk be.

Általános szabályként megállapítható, hogy az 1 másodpercnél hosszabb periódusú pulzároknál az átlagos jelalaknak rendszerint kettő, vagy több maximuma van. Egy esetben — az AP 1237-nél — öt maximum figyelhető meg. Az egyes pulzusok hossza a periódushoz képest igen rövid, a kettő között



39. ábra. Az NP 0532 átlagos jelalakja, 430 MHz frekvencián



40. ábra. Az NP 0532 különböző hullámhosszakon kapott átlagos jelalakjai (Bal oldalt a fő, jobb oldalt a mellékpulzus látható)

kaptak. A fő pulzus előtt megfigyelhető egy kisebb, megelőző pulzus is, ez az úgynevezett precursor-pulzus. Ilyet észleltek más pulzárok-nál is.

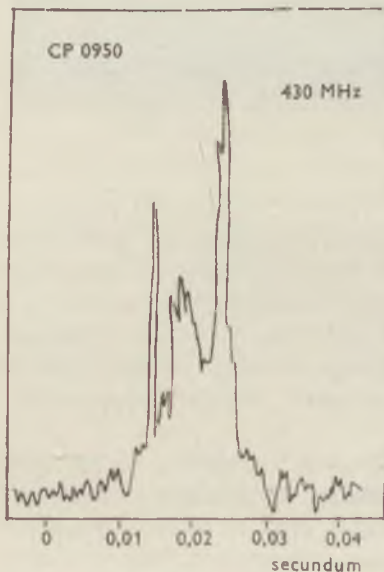
A pulzusok alakjának a hullámhossztól való függését különösen jól lehet az igen széles frekvenciatartományban megfigyelhető NP 0532-nél tanulmányozni. A 40. ábrán a röntgen, az optikai és a különböző rádióhullámhosszakon kapott átlagos jelalakokat mutatjuk be. Látható, hogy a röntgen és az optikai tartományban a közepes jelalak alapján véve megegyezik, és csak a rádiótartományban, 430 MHz alatt változik erősen a hullámhosszal. 430 MHz-n jól megfigyelhető a három pulzus: a fő-, az inter-, és a precursor-pulzus. A precursor egyébként a röntgen és az optikai tartományban teljesen hiányzik, és ugyancsak eltűnik a magasabb rádiófrekvenciákon is. Ez igen meglepő, mert például 318 MHz-n a precursor relatív energiája

a fő pulzuséhoz képest 140%, míg 606 MHz-n ez az arány már csak 10%. A frekvencia csökkenésével egyébként a pulzuskomponensek egyre szélesebbek lesznek, a precursor valamint a fő pulzus egybeolvad, és 111 MHz alatt már megkülönböztethetetlené válnak. Az átlagos jelalaknak a hullámhosszal való változását 430 MHz alatt más pulzáróknál is megfigyelték, igaz, ez másutt sokkal kisebb mértékben jelentkezik, mint az NP 0532-nél.

A pulzusok finomszerkezete

A pulzárók sugárzásának intenzitáseloszlása igen bonyolult finomszerkezetet mutat, és állandóan változik. A 41. ábrán a CP 0950 egy adott pulzusának intenzitáseloszlását figyelhetjük meg. Jól kivehetők az igen rövid, 0,0001 másodperc hosszúságú szubpulzusok, amelyek állandóan igen nagy számban vannak jelen.

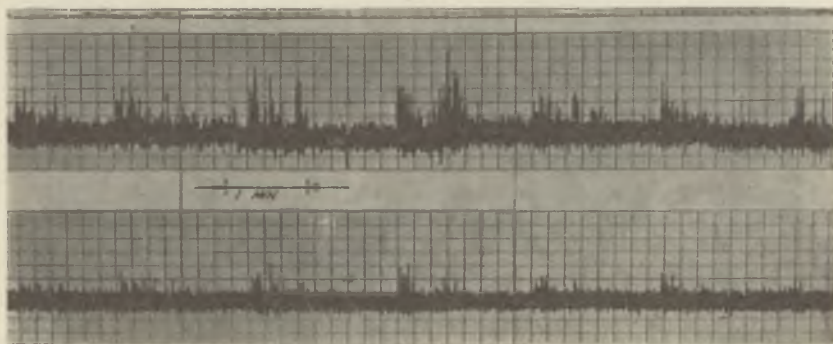
Egyes pulzárók rádiósugárzásában bizonyos rövid ideig tartó periodikus intenzitásváltozásokat lehet megfigyelni. Ezt a szubpulzusok periodikus ismétlődése okozza. A CP 0808-nál például a szubpulzusok 0,054 másodperces időközönként követik egymást. Mivel a pulzár periódusa 1,292 másodperc, a fő pulzusok hossza pedig 0,080 másodperc, azért a szubpulzusok a fő pulzushoz képest mindig más és más helyen (a fő pulzusok közti intervallumnak, illetve magának a fő pulzusnak különböző pontjaiban) jelentkezve az intenzitás periodikus ingadozását okozzák. Ezt a jelenséget a pulzárók több mint 10%-ánál észlelték már. Megjegyezzük, hogy a két periódus összemérhetetlensége miatt a szubpulzusok a fő pulzushoz képest driftelő mozgást végeznek: elég hosszú idő alatt végighaladnak a fő pulzusok közti intervallumon.



41. ábra. A CP 0950 egy pulzusának intenzitáseloszlása

További érdekes megfigyelés, hogy a szubpulzusok egymással összefüggő csoportosulásokban, láncolatokban fordulnak elő. Ahogy egy láncolat előrehalad (a sorozat újabb és újabb elemei jelennek meg), a fő pulzusok közti intervallumon való keresztülhaladás, a drift sebessége egyre növekszik, egészen addig, amíg egy új, lassúbb vonulási sebességű szubpulzus-láncolat meg nem jelenik. A CP 0808-nál egy ilyen lánc átlagos élettartama közelítőleg 4 perc.

A fő pulzusok intenzitásának egy másfajta periodikus változását az MP 0031-nél és a CP 1919-nél *D. H. Staelin* és munkatársai figyelték meg. Előbbinél az intenzitás körülbelül 2 perces, míg a másikonál 6 perces periódussal változik. A 42. ábrán az MP 0031-két különböző frek-



42. ábra. Az MP 0031 intenzitás-változásai.

vencián észlelt intenzitás-idő regisztrumját mutatjuk be. Különösen a magasabb frekvencián szembeötlő a jelerősség szabályos változása. Az is jól megfigyelhető, hogy a pulzusok intenzitásaiiban körülbelül 2 percenként ismétlődő, egymástól független kitörésszerű változások lépnek föl. Egy ilyen „kitörés” átlagosan 15 percig tart, majd eltűnése után új jelenik meg. Az ábrán jól követhető egy adott „kitörés” fokozatos felérésődése, majd lecsengése.

A szubpulzusok periodikus ismétlődésének, valamint a fő pulzusok kitörésszerű, szabályosan ismétlődő intenzitás-változásainak a megmagyarázása igen nehéz. Az bizonyosnak látszik, hogy az említett jelenségek magával a pulzárral vannak kapcsolatban, de hogy ezeket mi okozhatja, arra nézve csak feltevésekre szorítkozhatunk. *Staelin*ék például elképzelhetőnek tartják, hogy bizonyos, a pulzár körül cirkuláló plazma-felhők

modulálják a pulzár alapsugárzásának intenzitását, és hozzák létre az általuk megfigyelt változásokat.

Végül megemlítjük, hogy a pulzárak rádiósugárzásában észlelhetők olyan — néhány másodperctől több hónapig terjedő időskálájú — intenzitás-változások is, amelyek okai az intersztelláris közegben lévő elektromok eloszlásának inhomogenitásaiban keresendők.

Különleges pulzusok

Az NP 0532-nél megfigyelték, hogy átlagosan 5 percenként egyszer, azaz durván minden 10 000 pulzus között egy alkalommal egy rendkívül erős pulzus érkezik a rádióhullámhosszakon. Ennek az intenzitása több mint ezerszerese az átlagos pulzusokénak. *C. Heiles* és munkatársai kimutatták, hogy ezek a szuper-pulzusok fő pulzusok, és amikor ezek megjelennek, inter- és precursor-pulzus nem figyelhető meg. Jóllehet minden 10 000 pulzus között van egy ilyen rendkívüli, ezek azonban időben véletlenszerűen fordulnak elő, és nincsenek semmiféle kapcsolatban a környező egyszerű pulzusokkal. Érdeemes felfigyelni arra, hogy találtak három olyan szuper-pulzus párt is, amelyek tagjai 500-nál kevesebb rendes pulzusnak megfelelő távolságban voltak egymástól. Az egyes párok tagjai hasonló polarizációs állapotot mutattak. Mivel általában az egymást követő szuper-pulzusok polarizációs állapota teljesen eltérő, ez a megfigyelés arra utal, hogy a szoros szuper-pulzus párok tagjai fizikailag kapcsolatban vannak egymással.

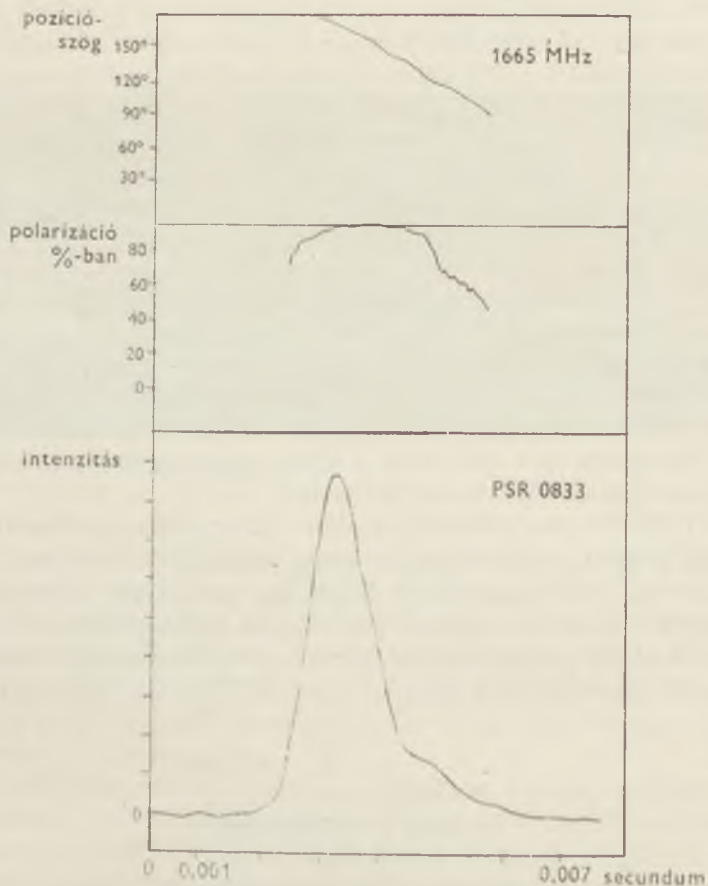
Az NP 0532 szuper-pulzusait különböző frekvenciákon tanulmányozva kiderült, hogy egy adott szuper-pulzus nem minden frekvencián egyforma erős. A megfigyelések szerint ha 318 MHz-n erős szuper-pulzus jelentkezik, akkor annak 111 MHz-n nem felel meg olyan rendkívül erős pulzus, csak az átlagosnál valamivel erősebb. Ez a megállapítás fordítva is igaz. Hasonló eredményre jutottak a 111 és 74 MHz frekvenciákon észlelve is.

A pulzárak polarizációja

A pulzárak felfedezése után hamarosan kiderült, hogy sugárzásuk polarizált. Mind lineáris, mind cirkuláris polarizáció megfigyelhető. A lineáris polarizáció gyakran a 100%-ot is eléri. A polarizáció foka egy

adott pulzuson belül változik, és rendszerint a pulzus szélein nagyobb, mint a közepén. A polarizációs viszonyok az egymást követő pulzusokban erősen eltérhetnek egymástól. Ha azonban több száz pulzust átlagolnak, akkor egy stabil, az adott pulzusra jellemző polarizációs profil áll elő.

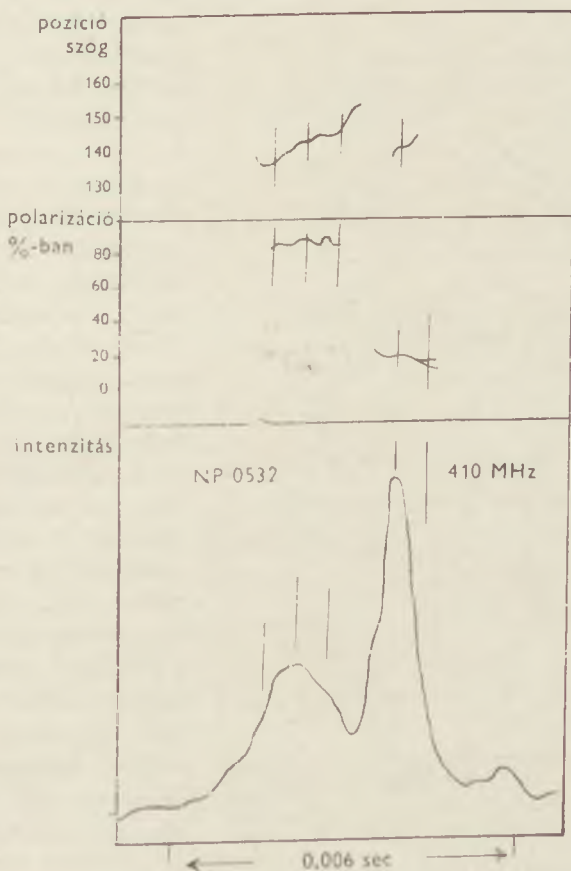
Az átlagos pulzus-profilban polarizációt először a PSR 0833-nál észleltek. A 43. ábrán ennek a pulzárnak az átlagos pulzusalakját, a közepes



43. ábra. A PSR 0833 átlagos jelalakja, polarizációs profilja és pozíciószögének változása

lineáris polarizációs profilját és a polarizáció iránya pozíciószögének változását mutatjuk be. Látható, hogy a lineáris polarizáció igen magas, a pulzus közepén egy bizonyos tartományban a 100%-ot is eléri. Ugyanakkor a polarizáció iránya a pulzuson keresztül egyenletesen mintegy 90°-ot változik.

A 44. ábrán az NP 0532 fő és precursor-pulzusának átlagos profilját, valamint közepes lineáris polarizációs adatait tüntettük fel. A fő pulzus átlagosan 20%-ban lineárisan polarizált, míg a precursor több mint 80%-ban. Ugyanakkor a pozíciószög mindkét komponensen keresztül

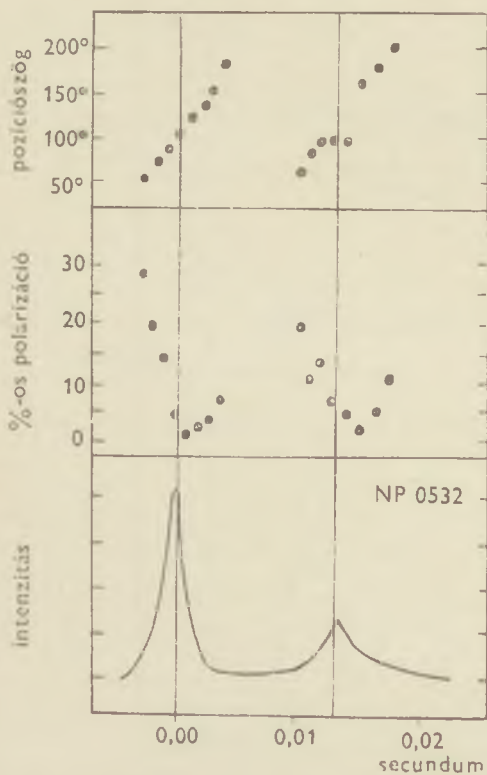


44. ábra. Az NP 0532 fő és precursor-pulzusának átlagos jelalakja és polarizációja

csak kicsit változik. Az NP 0532-nél a fő pulzusban cirkuláris polarizációt is találtak, igaz, csak 10%-nál kevesebbet.

Érdeemes összehasonlítani az NP 0532 rádiósugárzásának polarizációs viszonyait a pulzár optikai sugárzásával, amelyet a 45. ábrán mutatunk be. A lineáris polarizáció a fő és mellékpulzus szárnyain körülbelül 20%, a pulzusok csúcsaihoz közel viszont majdnem nullára esik le. A fő pulzus átlagos polarizációja 7,2%, a mellékpulzusé pedig 4,6%. A polarizáció iránya mind a két pulzusban igen sokat, átlagosan 140°-ot változik.

Az NP 0532 optikai és rádiósugárzásának polarizációs állapota tehát nem nagyon hasonlít egymásra. A meglévő eltérések azt sejtetik, hogy az optikai és a rádiósugárzás forrásai különbözők.



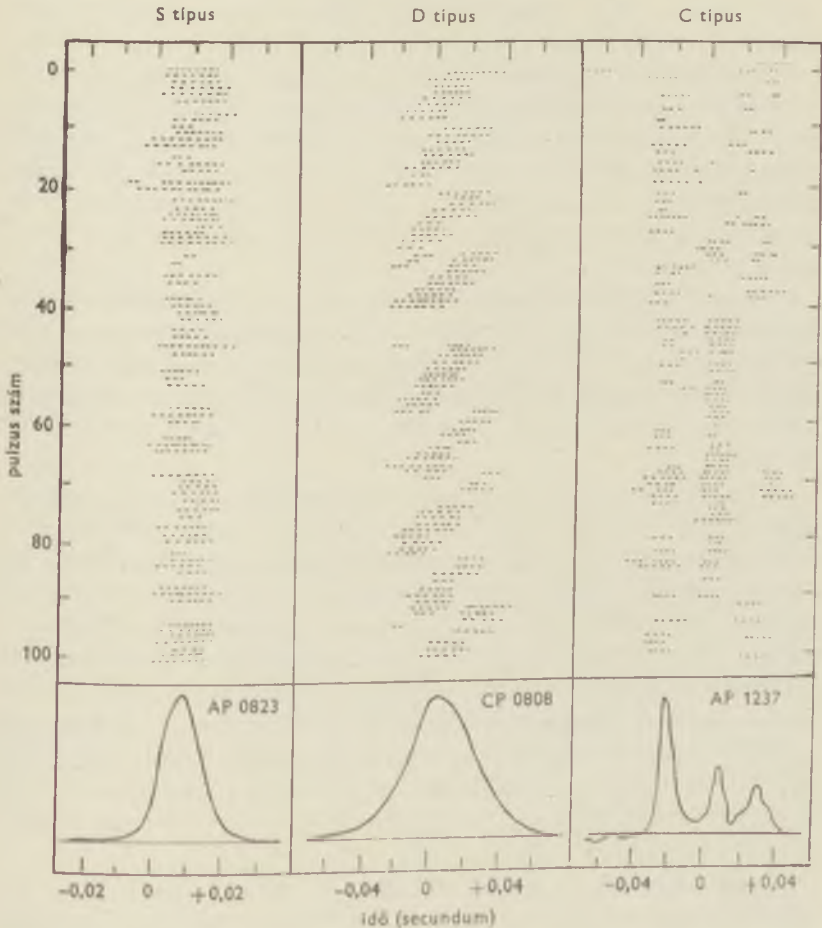
45. ábra. Az NP 0532 optikai sugárzásának polarizációja

A pulzárak polarizációs tulajdonságaival kapcsolatban igen kiterjedt vizsgálatokat végzett *R. N. Manchester*, aki a pulzárak mintegy 40%-ának polarizációját mérte 410 és 1665 MHz frekvencián. Megfigyelései azt mutatják, hogy a közepes lineáris polarizáció pulzáról pulzárra igen változó; bizonyos esetekben igen nagy, másokban majdnem nulla, és még egy adott pulzárnál is a pulzus folyamán nagy ingadozások lehetnek. A polarizáció a magasabbfrekvencián gyengébb, mint az alacsonyabban. A polarizáció iránya a pulzuson keresztül folytonosan változik, mind a két frekvencián hasonló módon. *Manchester* szignifikáns cirkuláris polarizációt több pulzárnál is észlelt, jóllehet a polarizáció foka az egyes pulzusokban általában kicsi.

A pulzások osztályozása

G. R. Huguenin, R. N. Manchester és J. H. Taylor 27 pulzár különféle paramétereinek az összefüggéseit vizsgálva arra a következtetésre jutott, hogy a pulzások három osztályba sorolhatók.

A pulzások három csoportba való besorolását először az átlagos jelalakok, valamint a szubpulzusok által okozott intenzitás-modulációk alapján végezték el. A három kategória egy-egy reprezentánsát a 46. ábrán láthatjuk. (Ezen a vízszintes irányú pontsorozatok mindegyike



46. ábra. Az S, D és C típusú pulzások egy-egy képviselőjének pulzusai és átlagos jelalakja

egy-egy pulzusnak felel meg, az egyes pontok pedig egy adott pulzusban a különböző fázisokhoz tartozó intenzitásokat jelentik.)

Az *S* típusú pulzásokra egyszerű (*simple*), egy maximumból álló pulzusalak jellemző. Ezeknél általában hiányzik egy jól definiált, a szubpulzus-szerkezet által okozott másodlagos periodicitás.

A *D* típusra a driftelő szubpulzus viselkedés jellemző. Az átlagos alak ebben a csoportban is egyszerű, az egymást követő pulzusokban azonban a maximális intenzitású hely periodikus fáziseltolódással jelentkezik.

A *C* típusra több összehasonlítható intenzitású maximumból álló, összetett (*complex*) átlagos pulzus alak jellemző. Ennél a csoportnál előfordulnak periodikus intenzitás-változások is.

A különböző osztályokba tartozó pulzásoknak a periódusai is különbözők. Az *S* pulzások periódusa 1 másodpercnél kisebb, a *C* típusúaké 1 másodpercnél hosszabb, míg a *D* csoportban 0,56 és 1,58 másodperc közötti értékeket vesz fel. Tehát a *D* osztály akárcsak a pulzusok szerkezetében, úgy a periódusokban is közbülső helyet foglal el az *S* és a *C* típus között.

A vizsgált 27 pulzár más tulajdonságait tekintve is elkülönül ez a három csoport egymástól. Így a közepes százalékos lineáris polarizáció a *D* típusnál kicsi, a *C*-nél viszont általában magas. Az *S* csoportban a polarizáció mértéke tág határok között mozog. Van bizonyos tendencia arra nézve, hogy a legrövidebb periódusú pulzások lineáris polarizációja igen nagy.

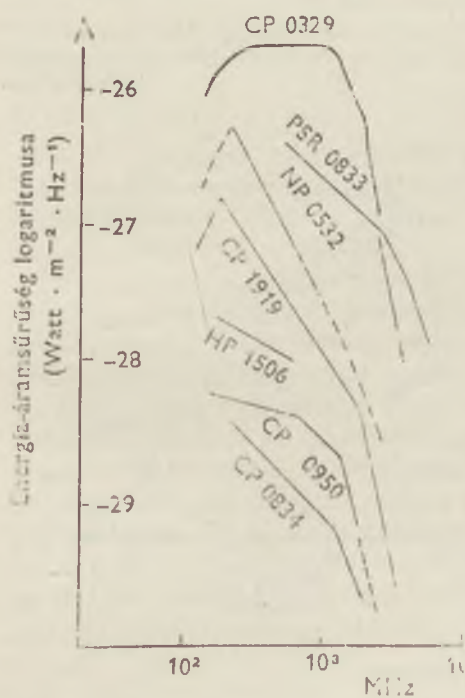
Az egy periódus alatt bekövetkező periódus-hosszabbodást a periódus függvényében ábrázolva azt kapjuk, hogy a *C* típusú pulzároknál a periódus-hosszabbodás nagy, míg a *D* típusúaknál kicsi. Ebből a tényből a pulzár-neutronsillagok mágneses terének különbözőségére lehet következtetni. *J. P. Ostriker* és *J. E. Gunn* ugyanis kimutatták, hogy abban az esetben, ha a pulzások megfigyelt szabályos periódus-hosszabbodását, és következésképpen a neutronsillagok tengelyforgási sebességének lassulását okozó energiavesztő folyamat elsődlegesen egy dipólsugárzás — és ezt sokan elfogadják —, akkor az egy periódus alatt bekövetkező periódus-hosszabbodás a mágneses dipólmomentum négyzetével arányos. Ezek szerint a *C* típusú pulzároknál erősebb mágneses terek vannak, mint a *D* típusúaknál.

A talált korrelációk alapján *Huguenin* és társai a következő pulzár-fejlődési sémát tartják lehetségesnek. A fiatal és így rövid periódusú pulzások *S* típusúak. Azok a pulzások, amelyeknek a mágneses tere

nagyobb, gyorsabban fognak lassulni, mint a többiek. Amikor periódusuk az 1 másodpercet eléri, *C* típusú pulzár lesz belőlük, összetettebb átlagos pulzus-profillal, magas polarizációval és esetenként periodikus amplitúdó modulációval. A kisebb kezdeti mágneses térrel rendelkező pulzárokból lesznek a *D* típusúak, amikor kezdeti gyors forgásuk eleendően lelassul.

A pulzárak spektruma

Az eddig felfedezett pulzárokat az NP 0532 kivételével csak a rádió-tartományban lehet megfigyelni. Mivel a sugárzás intenzitása egy adott rekvencián is erősen változik, a spektrális energiaeloszlást elég nehéz meghatározni. A 47. ábrán néhány pulzárnak a 40–5000 MHz tartományban kapott spektrumát láthatjuk. Innen a következő általános vonások olvashatók le. 1000 MHz felett a spektrum nagyon meredekké válik, míg 100 MHz körül sok esetben hirtelen töréssel megszakad.



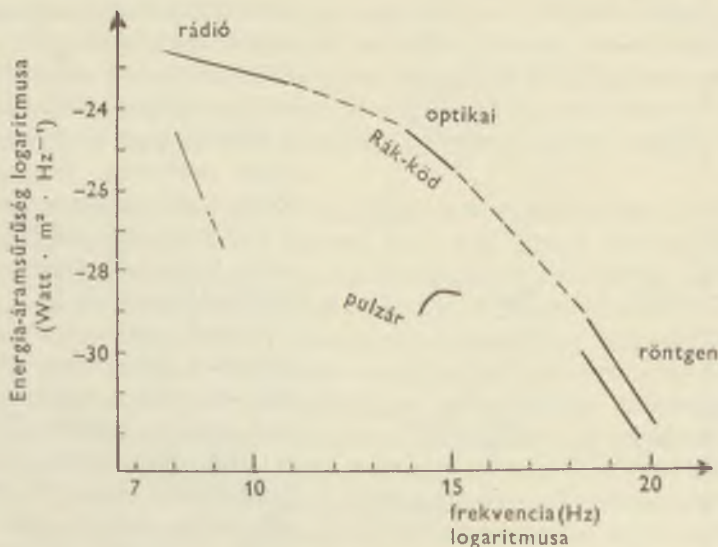
A CP 0950 és a CP 0329 spektruma szokatlan, mivel 500 MHz körül feltűnően lapos. A legkihangsúlyozottabb alacsony frekvenciás leesés a CP 0329-nél következik be.

Jóllehet optikai azonosítás céljából a pulzárak nagy részének környékét végigkutatatták már, nem egy esetben 25^m-ig, ez ideig még mindig csak a *Crab-köd*ben levő NP 0532 jelű pulzár optikai képét sikerült megtalálni. Ennek a pulzárnak egyébként a röntgen- és a gamma-sugárzását

47. ábra. A pulzárak spektruma

is lehet észlelni. A 48. ábrán a Crab-köd és az NP 0532 spektrumát mutatjuk be. Ezen a pulzár röntgen spektruma az optikai spektrum folytatásának látszik. Érdeemes megemlíteni, hogy a röntgen tartományban a Crab-pulzár körülbelül százszor annyi energiát sugároz ki, mint az optikai hullámhosszakon, s minthogy az optikai sugárzás is közelítőleg százszor erősebb a rádiósugárzásnál, azért az NP 0532 a röntgen-tartományban 10 000-szer annyi energiát bocsát ki, mint a rádiófrekvenciákon, ahol pedig a pulzárt először észlelték.

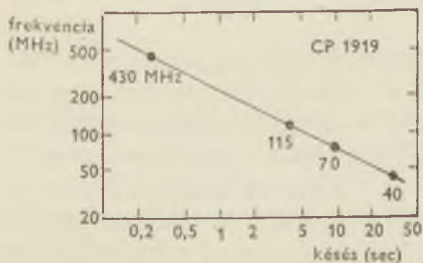
A megfigyelések szerint a röntgen-tartományban a pulzár és a köd által kibocsátott sugárzás aránya 1 keV körül 2%, és ez az arány a hullámhossz csökkenésével nő: 50–100 keV körül már körülbelül 15%. Az NP 0532-ről alacsony energiájú gamma-sugárzást is észleltek, egészen 10 MeV-ig. 100 keV felett a pulzár igen erősen sugároz. A 100–400 keV tartományban az NP 0532 a Crab-köd sugárzásának körülbelül a felét adja. A pulzár 100 keV felett körülbelül annyi energiát sugároz ki, mint 100 keV alatt az összes hullámhosszakon.



48. ábra. A Crab-köd és az NP 0532 spektruma

A pulzások távolsága

A pulzások rádiósugárzása a különböző frekvenciákon nem egy időben érkezik be. Ugyanazt a pulzust az alacsonyabb frekvenciákon később észleljük, mint a magasabb frekvenciákon. Ezt a késést a 49. ábrán a CP 1919 pulzár esetében mutatjuk be.



49. ábra A CP 1919 rádiósugárzásának különböző frekvenciákon való beérkezési időnek eltérései

A jelenséget az interstelláris tér elektronjain való diszperzió okozza. A megfigyelésekből meghatározható a pulzások látóiránya mentén elhelyezkedő elektronok száma. Erre igen tág határok között mozgó értékek adódnak: a legkisebb 3 pc/cm^3 , a legnagyobb pedig 402 pc/cm^3 . Ha ismernénk minden egyes irányban az elektronok sűrűségeloszlását, akkor a látóirány menti elektronok számából meghatározhatnánk a pulzások pontos távolságát. Az elektronok sűrűségeloszlása azonban egzaktul nem ismeretes. Ha erre a több meg gondolás alapján elfogadott $0,03 \text{ elektron/cm}^3$ -es átlagértéket vesszük, akkor a pulzások közepes távolságára 1000 pc nagyságrendű eredményt kapunk.

Ha a pulzások galaktikus szélesség szerinti eloszlását nézzük, akkor kiderül, hogy ezek erősen koncentráltak a Galaktika fő síkjába. Mintegy 60% -uk a $\pm 10^\circ$ -os szélességi zónán belül fekszik. Ismerve a pulzásoknak a tőlünk való távolságát, ki lehet számítani a Galaktika szimmetriasíkjától való távolságukat is. Ekkor az adódik, hogy a pulzásoknak mintegy a kétharmad része 120 pc -nél közelebb van a fő síkhoz. Érdekes, hogy a rövidebb periódusú, tehát fiatalabbnak tartott pulzások közelebb fekszenek a szimmetriasíkhhoz, mint a hosszabb periódusúak. Gunn és Ostriker ebből — különböző megfontolások alapján — arra következtetett, hogy az éppen keletkező pulzásokra a skálamagasság csak 80 pc , de ezek keletkezésükkor átlagosan 100 km/sec -os sebességre tesznek szert, és így eltávolodnak a szimmetriasíktól.

Pulzár-modellek

Az eddigiekben ismertettük a pulzárak legfontosabb megfigyelt tulajdonságait. Nézzük ezek után meg azt, hogyan lehet belőlük kiindulva a pulzárak fizikai természetére következtetni. Mielőtt azonban erre rátérnénk, talán nem árt még egyszer röviden összefoglalni azokat a fő jellegzetességeket, amelyek eredetére a pulzár-elméletektől választ várunk.

A pulzárak sugárzása pulzálásszerűen érkezik, igen pontos időközönként, előre kiszámíthatatlan amplitúdóval. A periódusok hossza egyenletesen növekszik, több esetben azonban hirtelen csökkenés is bekövetkezett, ami után a periódus-hosszabbodás üteme a korábnál nagyobb lett. A pulzusok időtartama igen rövid, átlagosan 5%-a a periódus hosszának. Az egyes pulzusok finomszerkezete igen bonyolult, gyakoriak a tízezred másodpercig tartó szubpulzusok, amelyek esetenként periodikus intenzitás-változásokat is okozhatnak. Mind a szubpulzusok, mind a rendes pulzusok általában polarizáltak, a lineáris polarizáció gyakran igen magas értékeket ér el. És végül még egy igen fontos megfigyelés, amelyet eddig még nem említettünk. A pulzárak rádiósugárzásában az intersztelláris közeg elektronjai által okozott frekvencia-függő késleltést figyelembe véve ugyanazon pulzusok minden frekvencián igen pontosan ugyanabban a pillanatban érkeznek be, ami arra utal, hogy az egész rádiósugárzás a pulzár ugyanazon térbeli tartományából ered. Az optikai és röntgen hullámhosszakon az intersztelláris elektronok által előidézett késleltetés nem lép fel, és az NP 0532 megfigyelései azt mutatják, hogy a pulzár optikai és röntgen pulzusai is igen pontosan egy időben érkeznek meg.

Vegyük ezek után sorra a megfigyelési tényeket, és azokból kiindulva próbáljuk a pulzárak fizikai természetét megfejteni (természetesen az erre a témára vonatkozó irodalom alapján).

Tulajdonképpen két fő kérdést kell tisztázni: egyrészt azt, hogy honnan ered a pulzárak sugárzása, másrészt azt, hogy mi az a mechanizmus, amely a sugárzás pulzáló jellegét olyan fantasztikus pontossággal évezredekken keresztül képes fenntartani.

Az a megfigyelésekből egyértelműen következik, hogy a pulzárak sugárzása nem lehet termikus eredetű, azaz nem valamilyen magas hőmérsékletű test hőmérsékleti sugárzásáról van szó. Ugyanis egyrészt az az emittáló tartomány, amelyből a sugárzás kiindul, nem lehet nagyobb 30 km-es átmérőjűnél, mert egyébként az éles, mindössze egy tízezred

másodpercig tartó szubpulsusokat nem figyelhetnénk meg. (A sugárzó terület átmérője nem lehet nagyobb annál a távolságnál, mint amelyet a fénysebességgel terjedő rádióhullámok egy tized másodperc alatt megtesznek.) A pulzások sugárzásának az észlelt intenzitásából (amely egyébként rendkívül kicsi, amint az a 13. ábráról leolvasható) és a pulzások távolságából másrészt kiszámítható, hogy mekkora hőmérsékletűnek kell lennie ennek a 30 km nagyságrendű emittáló felületnek ahhoz, hogy az észlelt erősségű sugárzást bocsássa ki. Erre fantasztikusan nagy, átlagosan 10^{20} – 10^{25} °K-os hőmérsékletértékek adódnak, sőt az NP 0532 szuper-pulsusai esetében 10^{31} °K-os fényességi hőmérséklet jön ki. Sokkal valószínűbb tehát, hogy a pulzások sugárzása valamiféle plazmainstabilitással kapcsolatos, és a sugárzást létrehozó mechanizmusnak olyannak kell lennie, hogy koherens sugárzásra vezessen. A pulzások pulzusidőinek rövidségéből — mint említettük, itt néhányszor tíz millimásodpercig tartó felvillanásokról van szó — továbbá arra lehet következtetni, hogy a sugárzás rendkívül irányított, az emittáló felület egy igen keskeny térszögben sugároz csak.

A sugárzás pulzáló jellegét ezek után úgy lehetne megmagyarázni, hogy az emittáló felület valamiféle olyan mechanizmussal van kapcsolatban, amely hosszú időn keresztül nagy pontossággal periodikus mozgást végez, és a hozzánk érkező sugárzás kibocsátása mindig ezen periodikus mozgás egy meghatározott fázisában történik. Erre a rendkívül szabályos pulzálást irányító szerepre egy csillag oszcillációja vagy tengely körüli forgása látszik alkalmasnak.

Tekintsük először az oszcilláló modellt. Ebben az észlelt pulzáló sugárzást úgy lehet elképzelni, hogy az emisszió mindig a csillag rezgésének egy meghatározott fázisában történik. Kérdés, mely csillagok képesek arra, hogy a pulzások megfigyelt 0,033–3,74 másodperces periódusával radiális irányú pulzációt végezzenek. Tekintettel arra, hogy a pulzáció periódusa a csillag átlagos sűrűségének négyzetgyökével fordítva arányos, ilyen gyors pulzációra csak rendkívül nagy átlagsűrűségű csillagok képesek.

Két igen nagy sűrűségű csillagtípust ismerünk csak: a fehér törpéket és a hipotetikus neutroncsillagokat. A pontos számítások azonban azt mutatják, hogy a pulzások szabályozására egyik csillag vibrációja sem alkalmas. Egy nem forgó fehér törpe pulzációs periódusa ugyanis nem lehet kisebb két másodpercnél, és ha a csillag forogna, a kváziradiális rezgés periódusa akkor is csak 0,6 másodpercet érhetne el. Így az oszcilláló fehér törpe csillagok csak a pulzások egy részének szabályozására

jöhetnének szóba. Azt viszont nehéz elképzelni, hogy a pulzárok egy része fehér törpékkel, más részük pedig másfajta égitestekkel vannak kapcsolatban.

A neutroncsillagok pulzációs periódusa viszont túlságosan kicsi. Egy 10–30 km átmérőjű, 1,5–2 naptömeg nagyságú átlagos neutroncsillag rezgési periódusára 10^{-3} , 10^{-4} másodperc adódik, és 0,2 naptömeggel egyező tömegű neutroncsillagoknál is csak 10^{-2} másodperc a rezgésidő. Az oszcilláló modellt tehát mint a pulzárok pulzálásának szabályozó mechanizmusát ily módon a további vizsgálatokból kirekeszthetjük. Ezen elképzelés ellen egyébként a következő érv is felhozható. Az összes linearizált csillag-pulzációs elméletekben a periódus állandó. Ha a nem lineáris effektusokat is figyelembe veszik, akkor az adódik, hogy a pulzáció amplitúdójának csökkenésével a periódus is csökken. Ez viszont ellentmondásban van azzal, hogy a pulzároknál a periódusok szisztematikusan hosszabbodnak.

Nézzük ezek után a rotáló modellt, amelyben a pulzár-jelenséget úgy lehet felfogni, hogy a sugárzást kibocsátó tartomány egy igen gyorsan forgó csillag felszínén, vagy ahhoz közel elhelyezkedve és a csillaggal együtt forogva egy keskeny térszögbe sugároz, és a pulzárt mi periodikusan mindig akkor észleljük, amikor ez a sugárzási zóna éppen felénk fordul.

Ennek a modellnek a realitását alátámasztja az az egyszerű tény, hogy egy tengely körüli forgást végző test körülfordulási ideje a rotációs energia csökkenésekor hosszabbodik. Ha tehát a pulzárok a sugárzásukhoz szükséges energiát egy csillag rotációs energiájából fedezik, akkor a pulzárok periódusának hosszabbodnia kell. Ez a megfigyelésekkel egyezésben is van. Ezzel a modellel egyébként a pulzárok néhány esetben megfigyelt hirtelen perióduscsökkenését is egyszerűen meg lehet magyarázni azzal, hogy a csillag összehúzódása, vagy a csillag tehetetlenségi nyomatékának valamilyen más okból bekövetkező hirtelen csökkenése miatt a tengely körüli forgási sebesség megnövekszik.

Ha elfogadjuk a rotáló modellt, kérdés, mely csillagok jöhetnek szóba az észleléseknek megfelelő igen gyors tengely körüli forgással. A választ erre éppen a periódusidők adják meg. Mivel egy adott csillag egyenlítője mentén anyagkiáramlás indul meg, ha a csillag tengelyforgási sebessége olyan nagy lesz, hogy az egyenlítő menti kerületi sebesség eléri a szökési sebességet, azért minden csillagra létezik egy minimális stabil periódus. Ez a közönséges méretű csillagoknál néhány órás nagyságrendű. Másodperc nagyságrendű periódussal az eddig ismert csillagok közül csak a

fehér törpék foroghatnak. Ezeknél sem lehet azonban 5 másodpercnél rövidebb a körülfordulási idő. Így a fehér törpe csillagok, mint a pulzár-jelenség okozói, véglegesen kiesnek a lehetséges pulzár-jelöltek közül. Egyedül a neutroncsillagok azok, amelyek képesek stabilisan a pulzárrok rövid periódusidejével tengelykörüli forgást végezni.

A pulzárokban tehát — úgy tűnik — megtalálták az eddig csak elméletben létező neutroncsillagokat. Foglaljuk talán röviden össze, milyen csillagok is azok a neutroncsillagok.

A csillagok fejlődéséről alkotott jelenlegi elképzeléseink szerint a csillagfejlődés két lehetséges végállapotát a fehér törpék és a neutroncsillagok jelentik. Fejlődésük során a csillagok fokozatosan használják el nukleáris „tüzelőanyag készletüket”. Amikor ez elfogy, a csillag — amennyiben tömege körülbelül másfél naptömeagnél kisebb — fehér törpe állapotba kerül. Ezek bolygóméretű, 10^5 – 10^6 gramm/cm³ átlagos sűrűségű, igen alacsony abszolút fényességű égitestek. Anyaguk elfajult elektrongázból és egyes elemek ionjaiból álló keverék. Belsejükben nukleáris energia-felszabadítás nem megy végbe, a gravitációs összehúzó erőkkel az elektronok kinetikai nyomása tart egyensúlyt. A másfél naptömeagnél nagyobb tömegű csillagoknál azonban az elektronok nyomása nem képes a gravitációt ellensúlyozni, amely egyre jobban és jobban összetömöríti a csillag anyagát. Amikor a sűrűség eléri a 10^{10} gramm/cm³-t, megindul az inverz bétabomlás: az elektronok az atommagokba nyomódva a protonokkal neutronokká alakulnak, és az atommagok neutronokra esnek szét. 10^{10} gramm/cm³ sűrűség felett a csillag anyaga lényegében teljesen neutrongázból áll. Mivel azonban az egyensúlyban maradáshoz szükséges nyomást az elektronok nagy kinetikai nyomása adta, az elektronok befogásával a csillag egyensúlya felbomlik. A csillag hirtelen összeomlik, gravitációs kollapszus következik be. Másodpercek leforgása alatt a csillag néhányszor tíz kilométer átmérőjűre nyomódik össze, miközben sűrűsége ugrásszerűen megnövekszik. 10^{14} gramm/cm³-es sűrűségérték körül a neutronok kinetikai nyomása olyan nagy lesz, hogy megállítja a kollapszust. A nagy centrális nyomás egy kifelé induló lökeshullámot indít el, amely végül is (újabb lökeshullámok generálása útján) iszonyú erejű robbanás, szupernova kitérés közepette a csillag külső burkának leszakításához vezet.

A szupernova explozióban tehát „megszületett” az igen kicsi, mindössze néhányszor tíz kilométer átmérőjű, rendkívül nagy, 10^{15} gramm/cm³ sűrűségű, teljesen neutronokból álló neutroncsillag, amely várhatóan ráadásul még nagyon gyors tengely körüli forgással és hatalmas erősségű

mágneses térrel is fog rendelkezni. Ez utóbbiakról egyszerű számolással könnyen meg is győződhetünk. Ha ugyanis egy, például $3 \cdot 10^{10}$ cm sugarú csillagból egy $3 \cdot 10^8$ cm-es sugarú neutroncsillag alakul ki, akkor eközben a tehetetlenségi nyomaték nyolc nagyságrenddel csökken. Az impulzummomentum megmaradásának tétele szerint így a csillag tengelyforgási sebességének is nyolc nagyságrenddel kell növekednie, tehát a neutroncsillag rotációs periódusa százmilliomod része lesz az eredeti csillag körülfordulási idejének. Példaként megemlítjük, hogy az NP 0532 periódusánál a mi Napunk tengelyforgási ideje közelítőleg százmilliószor nagyobb.

Ami a neutroncsillag mágneses terét illeti, arról a következőket lehet mondani. A közönséges csillagoknak általában van mágneses terük. A nevezetes befagyási tétel szerint, ha egy magasan ionizált fokú gázban mágneses tér van jelen, akkor a mágneses tér befagy az anyagba, abban az értelemben, hogy az ionizált gáz csak az erővonalak mentén mozoghat, azokra merőlegesen nem. Ezért ha valamely helyen az anyagot összenyomjuk, akkor az erővonalak is összenyomódnak, és így a mágneses tér felerősödik. A neutroncsillag kialakulásakor egy közönséges méretű csillag anyaga zsúfolódik össze egy néhány kilométer átmérőjű térfogatba. A befagyási tétel miatt ekkor a csillag eredeti mágneses tere az anyag összesűrűsödésekor rendkívüli mértékben megnövekszik. Ha a kezdeti mágneses tér például 100 gauss erősségű, és a csillag sugara 10^{11} cm körüli volt, akkor a 10^6 cm sugarúra összezsugorodott csillag felszíne az eredetinek 10^{10} -ed része lesz csak, és így a mágneses fluxus sűrűség 10^{10} -szerecsére nő. A neutroncsillag mágneses tere így körülbelül 10^{12} gauss erősségű lesz.

Visszatérve a pulzárak problémájára, egy neutroncsillag tengely körüli forgása tehát szolgáltathatja egyrészt a sugárzáshoz szükséges energiát, másrészt pedig betöltheti annak a szabályozó mechanizmusnak a szerepét, amely az óramű pontosságú pulzálást biztosítja. A pulzárak periódusának hosszabbodásából ki lehet számítani azt, hogy mennyi a rotációs energiaveszteség. Erre minden esetben több nagyságrenddel nagyobb értékek adódnak, mint amekkora energiát a pulzárak kisugároznak. Így a fennmaradó rotációs energiaveszteség részben gravitációs sugárzás, elsődlegesen azonban kozmikus sugárzás kibocsátására fordítható.

Mint az imént említettük, a neutroncsillagok keletkezését az elmélet szerint szupernova kitörés kíséri. Ha tehát a pulzárak valóban neutroncsillagok, akkor ezeknek szupernova maradványok helyén kell lenniök. Ismert szupernova maradványban azonban csak két pulzárt találtak: a

Vela X-ben a PSR 0833-at, és a Crab-ködben az NP 0532-t. Ezek egyúttal a leggyorsabb, tehát legfiatalabb pulzárak. A periódus-hosszabbodásból számított életkoruk nagyságrendileg megegyezik a szupernova kitörésre feltételezett, illetve ismert időpontból adódó korral. Optikailag eddig még csak az 1054-ben fellobbant szupernova helyén kialakult Crab-ködben lévő pulzárt sikerült azonosítani, mégpedig a köd középpontjában lévő *Baade*-féle csillaggal, amelyről már régebben is sejtették, hogy az lehet a szupernova kitörést produkált csillag. Annak oka, hogy más szupernova maradványokban miért nem találtak pulzárakat, pontosan még nem ismeretes, erre nézve csak különféle feltevések vannak.

Végezetül a pulzár-problémának talán a leghomályosabb területe, a sugárzás keletkezésének a kérdése van hátra. Tekintettel azonban arra, hogy az eddig született több tucat elméletnek sem sikerült még erre kielégítő választ adnia, azért a következőkben a kérdéskör átfogó ismertetése helyett mindössze két ismertebb elgondolás bemutatására szorítkozunk.

Az egyik elmélet *T. Gold* nevéhez fűződik, aki először vetette föl a pulzárakra a forgó neutroncsillag-modellt. Mint láttuk, a neutroncsillagoknak igen erős, 10^{12} gauss nagyságrendű mágneses térük lehet. Ilyen erős mágneses térben, ha valamilyen ionizált gáz távozik el a neutroncsillag felszínéről, az csak a mágneses erővonalak mentén mozoghat, tehát együtt kell forognia a csillaggal. Emiatt kifelé haladva a sebessége egyre nő, egészen addig, amíg meg nem közelíti a fény sebességét. Ekkor Gold szerint a plazma sugározni kezd, és minthogy ez a sugárzó plazma relativisztikus, a kibocsátott jelek erősen kollimáltak lesznek az előremutató tangenciális irányban. Így egy távoli megfigyelő számára a neutroncsillag úgy viselkedik, mint egy világítótorony. A sugárzó plazmafelhő sebességének további növekedésekor elszakad a mágneses kényszerítő tértől, és eláramlik a csillagtól. Gold szerint ilyen relativisztikus részecskék szolgáltatathatják például folyamatosan a Crab-ködnek a sugárzásához szükséges energiát.

F. Pacini egy olyan modellt javasolt, amelyben a neutroncsillag forgástengelye és mágneses tengelye nem esik egybe. A mágneses dipólus oszcillál a forgás frekvenciájával, és ugyanilyen frekvenciájú elektromágneses sugárzást bocsát ki. Ennek a sugárnyomása a csillagot körülvevő légkör periodikus kompresszióját idézi elő. A kifelé terjedő kompressziós hullámok magnetohidrodinamikai lökéshullámokká alakulhatnak át, és ezek a zavarok könnyen lehetnek a nagyfrekvenciás, széles sávú rádióemisszió forrásai.

Folytathatnánk a különféle elgondolások ismertetését, amelyek mindegyikének vannak pozitív vonásai. Úgy véljük azonban, hogy amíg egy igazán jó, minden kérdést helyesen megválaszoló pulzár-elméletet nem dolgoznak ki, nem érdemes további részletekre kitérni.

A CSILLAGÁSZATI TÁVCSÖVEK¹ TELJESÍTŐ- KÉPESSÉGÉNEK ALAPJELLEMZŐI

A csillagászat elsősorban megfigyelő tudomány. Igen kevés kivételtől eltekintve nem áll módunkban kísérletek végzése. Csillagászati jelenségeket nemcsak hogy nem tudunk előidézni, hanem gyakran azt sem tudjuk, mikor következnek majd be. Túlnyomórészt a hozzánk érkező elektromágneses hullámok elemzésére vagyunk tehát utalva. Ezért van az, hogy a távcső feltalálása (1608) óta a csillagászati technika fejlődésének története elsősorban a mind nagyobb és nagyobb teleszkópok építésének története. Ezen az úton *Herschel* 48''-es (1789) és *Lord Rosse* 72''-es (1845) távcsöve jelentette az első két bámulatra méltó teljesítményt. Még ón-réz ötvözetből készült tükörrel rendelkeztek, melyek fényvisszaverő képessége csak 60–65% volt, aránylag gyorsan elhomályosodtak, és igen nehézkesen lehetett őket újra polirozni. Ezért amint elég nagy és megfelelően tiszta üvegtömböket tudtak készíteni, a refraktorok nyomultak előtérbe. Virágkoruk a múlt század végén, a 36''-es *Lick*, a 40''-es *Yerkes* és a 30''-es potsdami refraktor készítése idején volt.

Az objektív lencse fókusz távolsága a fény hullámhosszától is függ. Ún. kromatikus aberrációját csak egy aránylag szűk hullámhossztartományban lehet elfogadhatóan alacsony szinten tartani. A fényképezés bevezetése viszont széles spektrális sávban igényelt akromatikus leképezést. A csillagászok egyre nagyobb és nagyobb távolságokra igyekeztek kiterjeszteni megfigyeléseiket. A mind halványabb objektumok lefényképezéséhez egyre nagyobb méretű és egyre fényerősebb távcsövekre volt szükség. A csak peremükön befogott lencsék átmérőjét és nyílászivonyát tovább nem növelhették; ismét előtérbe kerültek a reflektorok, annál is inkább, mivel az ezüstözött, majd alumíniumozott üvegtükrök bevezetésével a reflektálóképességet a közeli ultraibolyától a közeli infravörösig terjedő hullámhossztartományban 90% fölé sikerült emelni.

¹ A cikkben csak az optikai távcsöveket tárgyaljuk

A nagy reflektorok építése során egy-egy fontos mérföldkövet jelentett a *Wilson-hegyi* 2,5 m-es (1918), a *Palomar-hegyi* 5 m-es (1950) és a *Kaukázusban* felállított 6 m-es (1972) teleszkóp. Két-három méter átmérőjű távcsöveket folyamatosan építenek, mégis világszerte még mindig hiány érezhető nagy teleszkópokban. Az ok egyszerű: sajnos nagyon munkáigényesek és drágák. Elkészítésük „csillagászati” összegeket igényel. Az 5 m-es távcső „ikertestvére” — összes kisegítő berendezéseivel együtt — ma 15–20 millió dollárba kerülne. Üzemeltetése egy éjszaka 3–5 ezer dollárt emésztene fel. Emellett egy ilyen „óriásszem” hosszú időn keresztül elhúzódó tevékenység végterméke. A Palomar-hegyi tükör megépítéséhez 75 mérnök-év és 30 csillagász-év munka kellett. Tervezése és kivitelezése éveken keresztül olyan területeken kötött le komoly szakembergárdát, ahol nagy a káderhiány.

Éppen ezért a csillagászati obszervatóriumok számára rendkívül fontos, hogy a rendelkezésre álló anyagi és káderforrások figyelembevételével a lehető leggondosabban mérlegetjék: milyen típusú és méretű teleszkópokkal elégíthetik ki a legcélravezetőbben az észlelési igényeket? Különösen fontos az a kérdés, hogy a különböző típusú észlelések határmagnitúdója és az elérhető legnagyobb szögfelbontás hogyan függ a távcső nyílásától, fókusz-távolságától, a megfigyelési időtől és a műszerezéssel adott más paraméterektől. A kérdés megválaszolásához egyrészt felhasználhatjuk az eddigi távcsőépítési tapasztalatokat, másrészt támaszkodhatunk a II. Világháború óta kifejlődött információ-elméletre, mely megmondolásainkhoz kvantitatív bázist nyújt.

Évkönyvünk keretei között sajnos nincs lehetőség arra, hogy érdemben tárgyaljuk a vonatkozó — elég sok előtanulmányt kívánó — számításokat. Szerencsére az amatőrök széles tábora számára lényeges alappengondolások egyszerűbb formában is elmondhatók. Bár a nem „profí” csillagászok által használt megfigyelőeszközök ára még egy kisebb obszervatórium költségvetésében sem jelentene komolyabb tételt,³ a magánember pénztárcáját természetesen érzékenyen érinti; alacsonyabb szinten tehát, de ebben az esetben is mindenképpen indokolt, hogy ne vásároljunk vagy készítsünk „zsákbamacsokát”, azaz a megfelelő mélységig tisztában legyünk az amatőr célokra kiválasztandó távcső teljesítőképességével is.

A csillagászati teleszkópok objektív lencséje vagy főtükre által előállított valódi képet vizuális megfigyelésnél az okulárral, mint lupával

³ Magyar amatőrökre szorítkozunk

vizsgáljuk. Fotografikus észlelésnél a fókuszfelületre fényképlemezt teszünk, és a rajta keletkezett képet előhívás után értékeljük ki. Fotoelektromos méréseknél az égi objektumot a távcső segítségével a fényérzékeny detektorra képezzük le (technikai okokból többé-kevésbé extrafokálisan).

Az objektív (vagy főtükör, de a későbbiekben általában csak az objektív szót használjuk) legfontosabb jellemzői a következők:

Átmérő vagy apertúra (D),

fókusz-távolság (f)

nyílásviszony (D/f),

fényerő	{	nem pontszerű objektumokra
		(üstökösök, bolygók stb.): $\sim (D/f)^2$
		pontszerű objektumokra (pl. csillagok): $\sim D^2$.

A távcső leképzési léptéke arányos az f fókusz-távolsággal. Az objektív által előállított kép lineáris nagysága emellett még természetesen függ a megfigyelt égitest ω szögátmérőjétől, így a lineáris (hosszegységben kifejezett) átmérőt (l) az alábbi összefüggés adja:

$$l = 0,0175 \omega f \quad (1)$$

ahol Ω -t fokokban, l -t és f -t pedig egymással azonos hosszegységekben mérjük. Egy 100 cm-es fókusz-távolságú objektív tehát a Napról 0,93 cm átmérőjű képet alkot, mivel központi égitestünk látszólagos szögátmérője 32' és így $\omega_{\odot} = 0,533$. Egyszerű szabályként leszögezhetjük tehát, hogy egy 1 m-es fókuszú távcső közelítőleg 1 cm átmérőjű napképet ad.

Mint már említettük, vizuális észleléseknél a primér képet alkalmasan választott okulárral, mint lupéval nézzük. A távcső vizuális nagyítását az $f_{\text{objektív}}/f_{\text{okulár}}$ hányados adja meg, hiszen ettől függ, hogy hányszor akkora szög alatt látjuk a kiválasztott objektumot a távcsövön keresztül, mint szabad szemmel. (Pl. egy 1000 mm-es fókusz-távolságú objektívvel ellátott teleszkóp 100-szoros nagyítást 10 mm fókuszú okulárral ér el.) Miután az objektív általában fix beépítésű, különböző mérvű nagyításokat különböző okulárokkal érhetünk el. Ha képzeletben követjük a sugármenetet a távcsőben, azonnal feltűnik, hogy az optikailag végtelen távolban levő égitest egy pontjáról érkező és a teljes objektívet kitöltő párhuzamos sugárnyaláb átmérője sokkal nagyobb, mint az okulárból kilépő (ugyancsak párhuzamos) nyalábé. Egyszerűen kimutatható, hogy az átmérők aránya éppen a vizuális nagyítással egyenlő. A távcsőobjek-

tív fénygyűjtő képességét tehát akkor használjuk ki maximális mértékben, ha a kilépő fénynyaláb átmérője a sötétbe adaptálódott emberi szem pupillájának átmérőjével egyezik meg, mely utóbbi általában 8 mm. *D mm aperturájú távcső optimális nagyítása tehát D/8-cal egyenlő.* Ezt az értéket normális nagyításnak is hívjuk. Kedvező körülmények között maximális nagyításként a normális 8-szorosa érhető el. A maximális nagyítást adó okulárból tehát 1 mm átmérőjű sugárnyaláb lép ki. Az aktuálisan használt nagyítást természetesen a megfigyelés célja is befolyásolja.

Az optika és a légkör által okozott leképzési hibákra még később térünk ki. A világtérbe kitett, aberrációmentes optikájú távcső sem szolgáltat azonban abszolút éles képet. Ennek oka a teleszkóp *véges feloldóképességében rejlik*, mely lehetetlenné teszi az égbolton egymáshoz nagyon közel fekvő pontok szeparálását. A feloldóképesség minden határon túl való növelésének az apertúrán létrejövő fényelhajlás szab elvi korlátot. A fény hullámtermészete folytán a távoli csillagok képe nem lesz szigorúan pontszerű, hanem egy középponti fényes korongocskából, és azt forgásszimmetrikusan körülvevő sötét, ill. világos gyűrűk rendszeréből áll. A korongocska rádiuszának szög nagysága (a) az objektív középpontjából nézve

$$a = 1,22 \lambda/D \text{ [radián]}, \quad (2)$$

ahol λ -t és D -t (valamint a későbbiekben a fókusz távolságot) természetesen ugyanolyan hosszúságegységben kell mérni. Így a kép szögátmérője $2,44 \lambda/D$, lineáris átmérője ($2b$) pedig:

$$2b = 2,44 \lambda f/D. \quad (3)$$

Ha most már megfigyelési hullámhosszként — a szem maximális érzékenységi helyének megfelelő — 5550 \AA -öt ($= 0,000555 \text{ mm}$) vesszük, akkor a milliméterben kifejezett képátmérő:

$$2b = 0,00135 f/D \text{ [mm]} \quad (4)$$

lesz, míg a szögátmérőre

$$2a = 0,00135/D \text{ [radián]} \quad (5)$$

adódik.

Két csillagot (vagy pl. egy bolygó felületén két pontot) általában még jól meg tudunk különböztetni egymástól, ha azok a szögtávolságra vannak. Gyakorlati alapon ezért a távcső feloldóképességén (d) a

$$d = \lambda/D \text{ [radián]} \quad (6)$$

mennyiséget értjük.⁴ Ha az apertúrát ismét milliméterben fejezzük ki, és 5550 Å hullámhosszú sugárzást veszünk, akkor az ívmásodpercekben adott feloldóképesség

$$d = 115/D \text{ [ívmásodperc]} \quad (7)$$

lesz. Adott hullámhosszon a távcső feloldóképessége tehát egyedül az apertúra függvénye! Minél nagyobb az objektív átmérője, annál jobb a feloldóképesség. Az egymástól d szögtávolságra levő pontokat akkor *láthatjuk* szeparáltan, ha — alkalmasan választott okulár segítségével — szögtávolságukat mintegy 120''-re nagyítjuk fel. Célunkat tehát elérjük, ha az apertúra mm-ben kifejezett átmérőjével egyenlő számértékű szögnyagytást alkalmazunk. (Pl. 50 mm-es apertúrájú távcső esetében 50-szerest.) Ezek után érthető a maximális nagyítás korábbi definíciója. Még erősebb nagyítás esetén ui. úgynevezett üres nagyítást kapunk, hiszen csak a diffrakciós mintát nagyítjuk tovább, de az égitesten finomabb részleteket nem ismerhetünk már fel.

Ha most a távcső fénygyűjtő képességére fordítjuk figyelmünket, több alaphelyzetet kell tárgyalnunk. Nem mindegy az ugyanis, hogy vizuálisan vagy fotografikusan észlelünk, hogy pontszerű fényforrásokat (pl. csillagok) vagy éppen kiterjedteket (Hold, bolygók stb.) figyelünk-e meg. Miután az égitestek túlnyomó többsége igen halvány, a teleszkópnak lehetőleg nagy fénygyűjtő felületűnek kell lennie, és biztosítania kell, hogy az alkalmazott fénydetektoron (szem, fényképlemez stb.) létesített megvilágítás (másodpercenként és felületegységenként beeső fotonok száma) minél intenzívebb legyen. A távcső apertúrájának nagysága mellett tehát a használt detektor fényfelfogó felülete is lényeges szerepet játszik.

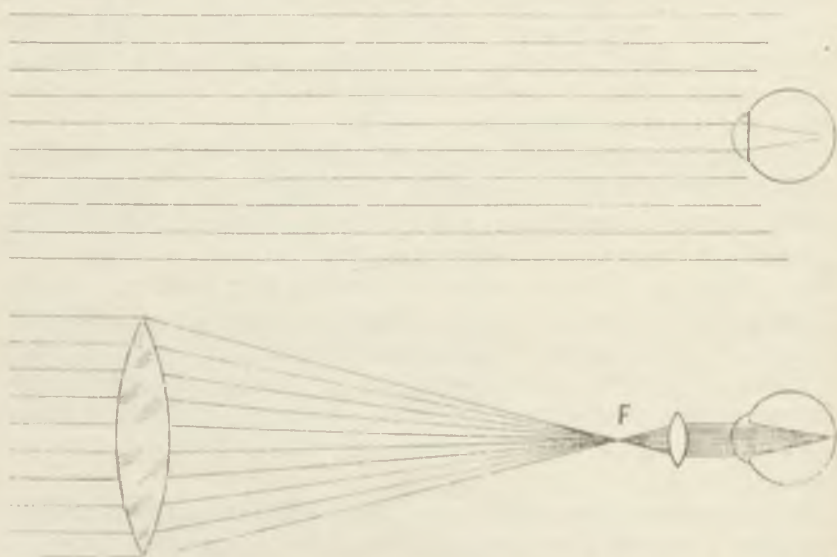
Fényképezéskor viszonylag egyszerű helyzettel állunk szemben. A távcső által időegység alatt gyűjtött fényenergia nyilván D^2 -tel arányos.

⁴ Segédtkörrel rendelkező reflektorok (pl. Newton- vagy Cassegrain-távcső) feloldóképessége mintegy 30%-kal gyengébb

Adott nem-zérus szögnagyságú égitestről készült kép mérete viszont a fókusz távolsággal egyenesen arányos, így a fényérzékeny emulzió létrejövő megvilágítás erőssége a nyílásviszony négyzetétől függ. Rögzített nyílásviszony mellett ennek folytán az apertúra változtatása a kép felületi fényességét nem érinti, csupán a kép mérete növekszik vagy csökken aszerint, hogy nagyobb vagy kisebb nyílású távcsövet használunk.

Pontszerű fényforrás esetén a begyűjtött fény mennyisége ismét D^2 -tel arányos. A fény túlnyomó részét az objektív a diffrakciós korongba koncentrálja, melynek területe viszont a nyílásviszony reciprokanak négyzetével arányos. Rögzített nyílásviszony mellett ennél fogva a korongocska felületi fényessége csupán az apertúra nagyságától függ. Így ha igen halvány csillagokat akarunk lefényképezni, akkor nagy objektív átmérőjű távcsövet kell használnunk.

Vizuális megfigyeléseknél a teleszkóp nagyítását is figyelembe kell vennünk. Az objektívről továbbáramló fény csak akkor jut maradéktalanul a szemünkbe, ha az okulárból kilépő fénynyaláb átmérője nem nagyobb a pupillánál (azaz, ha a nagyítás nem kisebb a normálisnál). Kiterjedt objektum észlelésénél a retinán a legnagyobb megvilágítás-



50. ábra. Normális nagyítás esetén az okulárból kilépő fénynyaláb a szem pupilláját teljesen kitölti. Ilyenkor a retinára eső fény intenzitása a szabad szemmel észlelténél $(D/P)^2$ -szer nagyobb lesz, ahol D az objektív, P pedig a pupilla átmérője

erősség éppen a normális nagyítás mellett érhető el. Mivel a normális nagyítás értéke éppen az objektív és a pupilla átmérőjének hányadosa, ilyenkor a retinán létrejött megvilágításerősség — bármilyen különösnek tűnik is — ugyanakkora, mint ha az objektumot szabad szemmel néznénk!

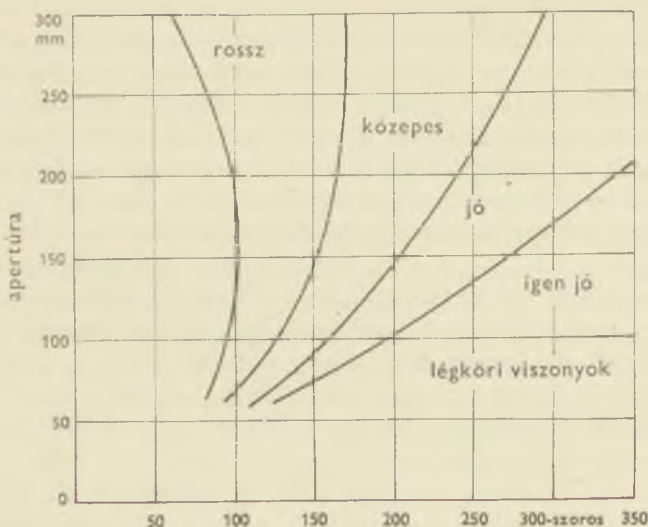
Ha a normálisnál erősebb nagyítást használunk, akkor bár az objektív által gyűjtött összes fény a szemünkbe jut, a retinán keletkezett kép felületi fényessége mégis csökken, hiszen mérete az előbb tárgyalténál nagyobb lesz. Ha a normálisnál gyengébb nagyítást alkalmazunk, akkor a szemünkben keletkezett kép felületi fényessége megegyezik a normális esetben tárgyalttal, mivel a pupillán kívülre eső fény elvesztését kompenzálja az a körülmény, hogy a kép lineáris mérete kisebb.

Pontszerű objektumok vizuális észlelésénél — kis nagyításból kiindulva — a nagyítás növelésével eleinte egyre több fény jut a szemünkbe, mivel az okulárból kilépő párhuzamos fénynyaláb átmérője kívülről egyre jobban megközelíti a pupilláét. Normális nagyítás esetében az objektív által gyűjtött fény ismét maradéktalanul a szemünkbe jut. Ha a nagyítást tovább növeljük, az a csapocska, melyre a diffrakciós kép középponti korongja esik, ugyan nem kap több fényt, viszont az égi háttér — mint kiterjedt objektum — egyre halványabb és halványabb lesz, így — a javuló kontraszt miatt — a pontszerű objektumok egyre kihangsúlyozottabbakká válnak. (Megfelelő nagyítás segítségével a fényes csillagok nappal is láthatóvá tehetők.) Extrém nagyítások (nagyobb, mint a normális ötszöröse) esetén azután a kép fényessége nem növelhető tovább, mivel a diffrakciós korong annyira megnövekszik, hogy már több csapocskára esik, és az objektum szemünk számára kiterjedtté válik.

Távcsöveink teljesítőképességét az atmoszféra károsan befolyásolja. A légkör nyugtalansága, helyről helyre és időről időre változó fényát-eresztő képessége és törésmutatója az elméleti feloldóképességet különösen a nagy nyílású távcsöveknél erősen csökkenti. Miután d az átmérővel fordítva arányos (6), a légköri nyugtalanság hatása viszont D^2 -el növekszik, minden észlelési helyre létezik egy olyan maximális objektív átmérő, mely felett a távcső gyakorlati felbontóképessége már romlik. Ez az egyik oka annak, hogy az óriástávcsöveket általában magas hegyekre telepítik. (A még kihasználható maximális átmérő 5—6 méter körül van.)

A légkör zavaró hatása különösen a nagyvárosi amatőrök számára igen kellemetlen, hiszen ilyen helyeken már kisméretű távcsövek felbontóképessége is jelentősen csökken. A viszonyokat legszemléletesebben azon

nagyítás mértékének megadásával érzékeltethetjük, mely adott apertúra mellett a Hold és a bolygók felszínének optimális megfigyelését biztosítja (51. ábra). Mint ahogy az a mellékelt nomogramból kitűnik, az atmoszféra befolyásának csökkentésére részben üres nagyítást kell alkalmazni.



51. ábra. A Hold és a bolygók felszínén legjobb vizuális részletfelismerést biztosító nagyítás, mint az objektív szabad nyílásának függvénye, különböző légköri viszonyok esetén

A távcsövek kifogástalan leképezését a légkörön kívül még az alábbi optikai hibák is torzítják:

a) *Kromatikus aberráció.* Mint már említettük, abban áll, hogy a fókusz-távolság különböző hullámhosszú fénnyel számra különböző. Két üvegfajtából (általában korona és flint) készült összetett lencsével redukálható (akromat). Tükröknél nem lép fel.

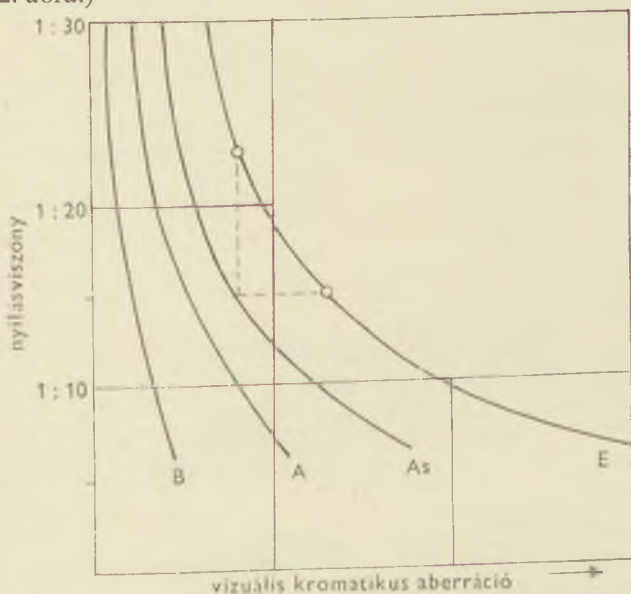
b) *Szférikus aberráció.* Az objektív szélső zónája rövidebb fókusz-távolságú, mint a centrális. Kombinált optika alkalmazásával ez a hiba is csökkenthető (aplanat).

c) *Asztigmatizmus.* Asztigmatikus objektív pontszerű fényforrást két kitérő egyenes szakaszra képez le. Az asztigmatizmusra gondosan korrigált optikát hívjuk anasztigmatnak.

d) *Görbült fókuszfelület.* Általában szintén leképzési hiba. Egyes esetekben (pl. *Schmidt-távcső*) az optikai rendszer szándékosan görbült fókuszfelületű.

e) *Kóma*. Az optikai tengelyen kívül a leképzés „almamagszerű”. Paraboloid tükröknél mindig fellépő jellegzetes hiba.

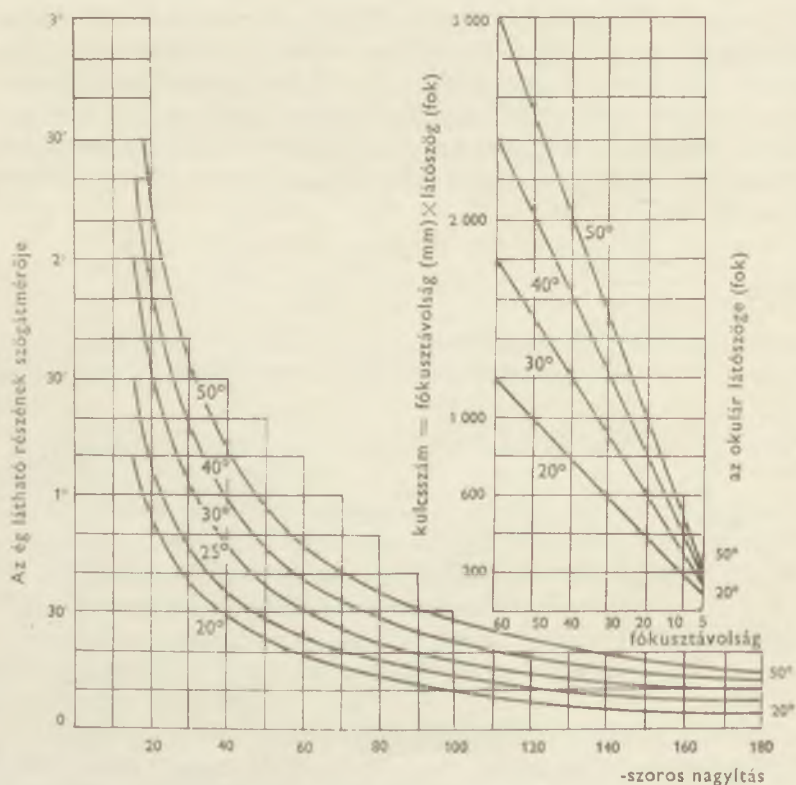
Tekintettel a minden távcsőnél fellépő kisebb-nagyobb optikai aberrációkra, a Hold és a bolygók megfigyeléséhez hosszú fókusz-távolságú objektívet előnyös alkalmazni. Mint ahogy az (1) alapján azonnal látható, egy 1000 mm fókusz-távolságú objektív a Holdról csak 9 mm átmérőjű képet állít elő, ezért ha részleteket akarunk látni, egy erős nagyítást adó, rövid fókusz-távolságú okulárt, mint lupét kell használnunk. Az okulárral azonban egyúttal az objektív leképzési hibáit is felnagyítjuk. Ha azonban hosszabb fókusz-távolságú objektívet választunk, akkor ugyanolyan részletgazdagság eléréséhez gyengébben nagyító okulár is elegendő, és a leképzési hibák alárendeltebb szerepet játszanak. Ehhez járul még az a tény is, hogy — miután az optikai hibák általában a nyílásviszony függvényei — rögzített apertúra (és ezzel feloldóképesség) mellett a leképzési hibák annál jelentéktelenebbek lesznek, minél hosszabb fókusz-távolságú objektívet választunk. (A kromatikus aberrációra és különböző mértékben akromatikus objektívek vonatkozóan jól mutatja a kvalitatív viszonyokat az (52. ábra.)



52. ábra. Különböző mértékben akromatikus objektívek vizuális kromatikus aberrációját mint a nyílásviszony függvényei. (E: normális akromát, B: apokromát, A, AS: átmeneti típusok.) A fókuszeltérésként jelentkező aberráció mértékét önkényes relatív skálán adtuk meg

Az okulárok megfelelő kiválasztásának lényeges voltát eddig már több ízben is érintettük. Használatukkal kapcsolatban azonban még további megjegyzések szükségesek.

Fókusz-távolsága mellett az okulár lényeges jellemzője még típusa, foglalatának átmérője és végül látószöge, mely utóbbi az objektív fókusz-távolsága, ill. a nagyítás függvényében adja a távcső effektív látószögét. Az okulárok célszerű kiválasztását nagymértékben megkönnyítik az 53. ábra nomogramjai, melyek egyrészt megadják azt, hogy különböző látószögű okulárokkal különböző nagyítások mellett az égbolt hány fok



53. ábra. Segénnomogramok, melyek egyrészt megadják az égbolt látható részének szögátméréjét a nagyítás és az okulár látószöge függvényeként, másrészt feltüntetik az összefüggést a különböző látószögű okulárok fókusz-távolsága valamint ún. kulcsszáma között

átmérőjű darabját látjuk, másrészt feltüntetik az összefüggést a különböző látószögű okulárok fókusztávolsága és ún. kulcsszáma (fókusz-távolság x látószög) között. Ismét a Hold példáját véve (30°-es szögát-mérő), a nomogram szerint 20°-os okulár használata esetén a holdkorong a látómezőt már 40-szeres nagyításnál teljesen kitölti, míg 50°-os okulárnál ez a helyzet csak 90-szeres nagyításnál következik be. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy — különösen egyszerűbb és olcsóbb kivitelű okulároknál — a fókuszfelület görbültsége és egyéb aberrációk miatt a látómező széle mintegy 5' szélességű zónában kielégítő leképzésre már nem használható ki, a teljes Hold éles megfigyeléséhez szükséges 40°-es látómezőt egy 20°-os okulár 25-szörös nagyítás mellett, míg egy 50°-os látószögű 70-szeres nagyítás mellett biztosítja.

Az okulárok maximális látószögének a foglalat átmérője (mely általában 24,5 mm-re, ill. 31 mm-re standardizált) természetesen határt szab. Ha pl. egy adott okulártípus és foglalatátmérő mellett 30 mm fókusztávolságnál 40°-os látószög érhető el, akkor 60 mm fókuszes esetén a látószög már csak 20° lesz, mint ahogy azt egy egyszerű rajz segítségével bárki könnyen beláthatja. Az okulár fókusztávolságának megduplázásával a távcső nagyítása felére csökken, de mivel az okulár látószöge is feleződik, az égbolt változatlan nagyságú darabja látszik. Érvényes tehát a következő egyszerű — de egyúttal igen hasznos — szabály: *adott objektív mellett azonos kulcsszámú okulárok az ég azonos nagyságú területét mutatják.* Helyesen kiválasztott okulársorozatnál tehát a fókusztávolság növekedésével a kulcsszámnak is növekednie kell.

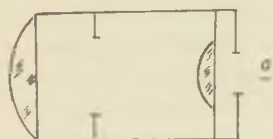
Amatőr célokra a legjobb az okulársorozatot az alábbi nagyításoknak megfelelően kialakítani:

$$1/8 \cdot D, 1/2 \cdot D, D, 1\frac{1}{2} \cdot D, 2D \quad (D \text{ mm-ben!}).$$

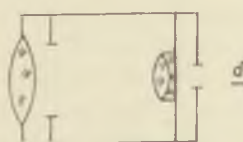
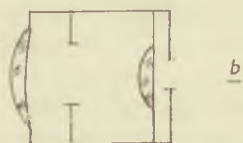
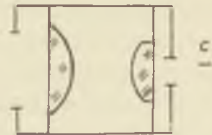
A maximális felületi fényességet adó legkisebb nagyítást kozmikus ködök és üstökösök felkutatásához, a következőt a Hold ill. Nap általános megfigyeléséhez, a többit pedig a Hold, Nap, ill. bolygók felszíni részleteinek megfigyeléséhez használhatjuk. (Pl. $D = 80$ mm mellett a felsorolt értékek rendre 10-szeres, 40-szeres, 80-szoros, 120-szoros, ill. 160-szoros nagyításnak felelnek meg.)

A csillagászati megfigyeléseknél használatos okulártípusok részletes tárgyalása túlnő cikkünk keretein. Sematikus felépítésüket az 54. ábra mutatja be. A különböző apertúrájú távcsövekkel vizuálisan, ill. fotografikusan elérhető határmagnitúdókat pedig az V. táblázat adja meg (pontoszerű fényforrásokra).

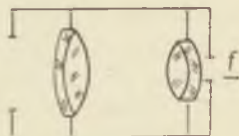
Huygens típus



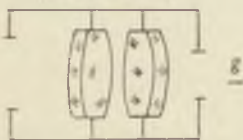
Ramsden típus



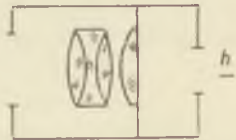
orthoszkopikus típus



(Ploss szerint)



(Abbe szerint)



Aplanatikus
és monocentrikus típus
(Steinhell szerint)



nagyítószögű típus
(Erffle szerint)



okulár típusok
a) Huygens
b) Mittenzwey
c) Ramsden

d) Huygens—Kellner
e) Ramsden—Kellner
(orthoszkopikus 3 lencsős)
f) akromatikus

g) orthoszkopikus (4 lencsős)
h) aplanatikus
i) monocentrikus
k) célzó-távcsőhöz

V. táblázat

Objektív átmérője (cm)	Vizuális határmagnitúdó (irányértékek)	Objektív átmérője (cm)	Fotografikus határmagnitúdó (irányértékek)
Szabad szem	6 ^m	5	11 ^m
5	10,3	10	12,5
10	11,7	20	14
20	13	40	15,5
30	13,8	100	17,5
50	14,5	500	21

A fotografikus határmagnitúdók színre nem szenzibilizált asztrolemezre és 10 perc expozíciós időre vonatkoznak. A határ 1^m-val való kiterjesztéséhez a megvilágítási időtartamot 30 percre, 2^m-val való kiterjesztéséhez pedig 100 percre kell növelni.

B. B.

TARTALOM

Táblázatok, grafikonok

A Nap és Hold kelte és fontosabb adatai	4
A Nap forgási tengelyének helyzete és a napkorong középpontjának heliografikus koordinátái	28
A holdkorong sugara 0 ⁿ világidőkor	29
Bolygókorongok megvilágítási adatai	30
A szabad szemmel látható bolygók adatai	31
A Mars és Jupiter centrálmeridiánjának planetografikus hosszúsága és adatok a Szaturnusz gyűrűjére vonatkozólag	36
A Jupiter-holdak helyzetei és jelenségei	38
Bolygók heliocentrikus ekliptikai koordinátái 0 ⁿ világidőkor	46
Nagy napkitörések (H α -flerek)	48
A legfényesebb csillagok	52
A legközelebbi csillagok	56
Extragalaktikus szupernovák	58
Pulzárrok	62
Fedési és Mira típusú változócsillagok	64
Fényesebb változócsillagok	66
A táblázatokra vonatkozó legfontosabb tudnivalók	67
A csillagos ég 1973-ban	69

Beszámolók

Detre László: A Magyar Tudományos Akadémia Csillagvizsgáló Intézetének működése	90
Marik Miklós: Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem Csillagászati Tanszékének működése	99
Róka Gedeon: A TIT Csillagászati és Űrkutatási Szakosztályainak 1971. évi működése	103
Kulin György: A TIT bemutató csillagvizsgálóinak működéséről ..	122

Cikkek

Róka Gedeon: Kopernikusz (1473—1543)	136
Detre László: A csillagászat legújabb eredményei	164

Almár Iván, Barta György, Bencze Pál, Dezső Loránt, Flórián Endre, Somogyi Antal, Szemerédy Pál: A Nap—Föld fizikai kap- csolatok kutatásáról	172
Heinrich Wänke: A holdtájak kémiája és fejlődéstörténete	190
Rudolf Meissner: A Hold felépítése és fejlődése	205
Érdi Bálint: A pulzárok	224
B. B.: A csillagászati távcsövek teljesítőképességének alapjellemzői	249



Kiadja a Gondolat, a TIT Kiadója
 Felelős kiadó a Gondolat Kiadó igazgatója
 Felelős szerkesztő: Róka Gedeon
 Műszaki vezető: Kálmán Emil
 A borító és kötéstervezés Radó Péter munkája
 Megjelent 4000 példányban,
 16,5 (A/5) ív terjedelemben

Ez a könyv az MSZ 5601—59 és 5602—55 szabványok szerint készült
 72-3192 Pécsi Szikra Nyomda

F. v.: Melles Rezső



