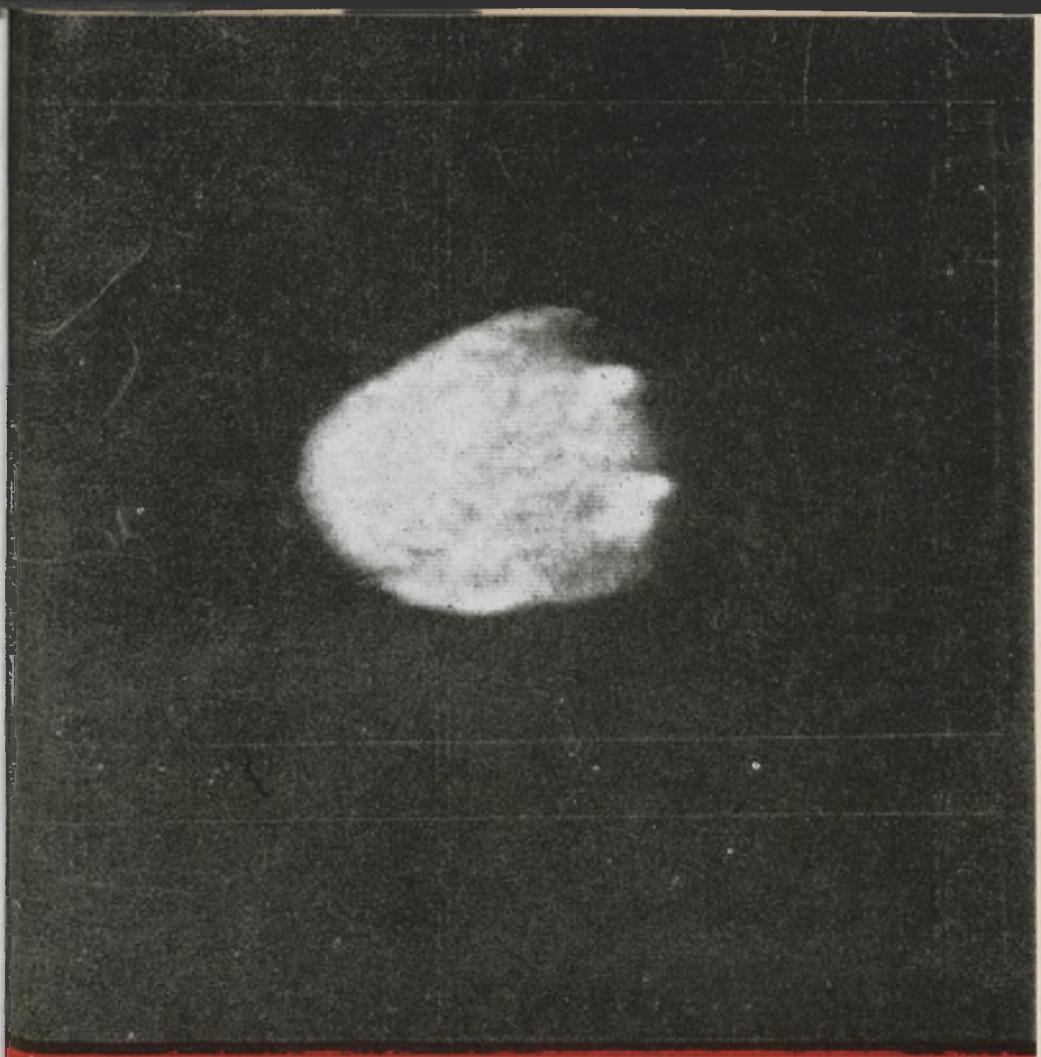
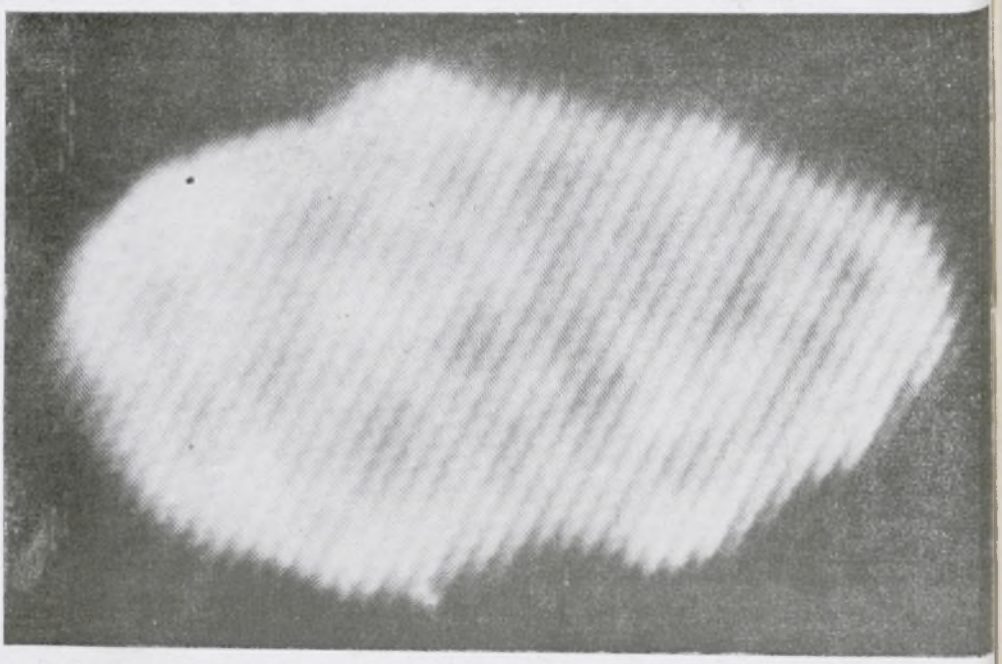


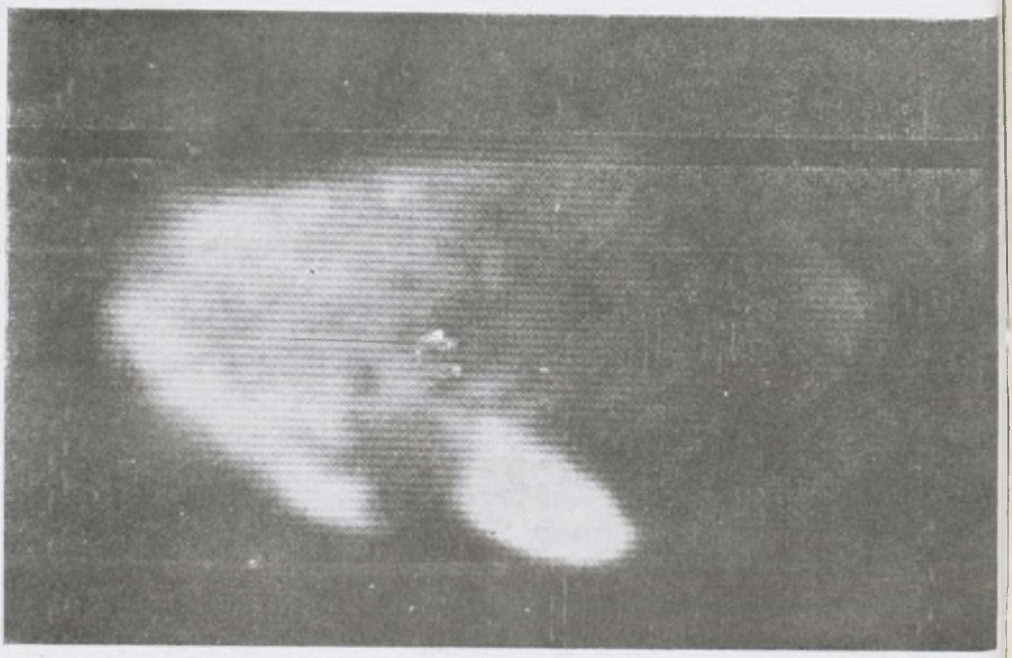
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LI LISTOPAD 1980 NR 11

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK





URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LI LISTOPAD 1980 Nr 11

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 R. W-WA 5. 11. 66).

ISSN-0042-07-94

SPIS TREŚCI

Mirosław Kubiak — Astronomiczne próby ustalenia wieku kręgów kamiennych w Odrach.

Ludwik Zajdler — Odry — tucholskie „Stonehenge" a Capella — — pomorski Syriusz.

Stanisław R. Brzostkiewicz — Jan Kepler.

Kronika: Amaltea — Jeszcze jeden satelita Jowisza — Czy średnica Słońca maleje? — Aktywność Słońca a życie na Ziemi — Atmosfery Tytana i Trytona — Muzyka sfer niebieskich — Teleskop biegunowy — Przenośne planetarium „Starlab".

Obserwacje: Raport VI 1980 o radiowym promieniowaniu Słońca — Komunikat Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 6/80.

Kalendarzyk astronomiczny.

Znaczną część niniejszego zeszytu zajmują dwa artykuły dotyczące stanowiska archeologicznego w Borach Tucholskich — Odry. Zagubione — jak gdyby — w terenie zalesionym, z dala od uczęszczanych szlaków turystycznych, stanowisko to pozostaje mało znane w kołach astronomicznych, choć wiele wskazuje, że była to pierwsza „gwiazdouważnia" na terenie Pojezierza Pomorskiego. Na teren ów, dotąd eksplorowany jedynie przez archeologów, wkroczyła grupa miłośników astronomii z Grudziądza, o czym donosiliśmy już w jednym z poprzednich n-rów „Uranii".

Z okazji przypadającej 350 rocznicy zgonu Jana Keplera zamieszczamy artykuł na temat życia i działalności wybitnego Prawodawcy Astronomii. Z osobą jego łączy się także jedna z notatek w naszej „Kronice".

W dniu 22 listopada około godziny 21 nastąpi zakrycie przez Księżyc Aldebarana, widoczne jedynie na Wybrzeżu — szczegóły patrz w numerze wrześniowym „Uranii".

Pierwsza i druga strona okładki: Zdjęcie piątego satelity Jowisza Amaltea wykonane 4 marca 1980 r. z odległości około 440 tys. km za pomocą sondy kosmicznej Voyager 1 (patrz notatka w Kronice).

Trzecia strona okładki: Pomnik Jana Keplera w Weil der Stadt.

Czwarta strona okładki: Fragment kręgów kamiennych w Odrach: „celownik" linii przesilenia letniego. Fot. Mirosław Kubiak, autor artykułu na str. 322.

MIROSŁAW KUBIAK — Grudziądz

ASTRONOMICZNE PRÓBY USTALENIA WIEKU KRĘGÓW KAMIENNYCH W ODRACH

1. Wprowadzenie

Nad brzegiem Wdy, około 2 km na północno-zachód od maleńkiej miejscowości Odry, znajduje się monumentalny zespół oryginalnej architektury grobowej — Kręgi Kamienne.

Rezerwat zajmujący obszar 16 ha składa się z 10 kręgów kamiennych — średnica największego wynosi ok. 33 m, najmniejszego ok. 15 m — oraz 27 kurhanów. Przez kręgi kamienne należy rozumieć zespół olbrzymich głazów ustawionych w kilkumetrowych odległościach na obwodach kół. W takim kręgu znajduje się z reguły jeden, największy, a w niektórych dwa głazy. Kręgi kamienne w Odrach przetrwanie do dzisiejszych czasów zawdzięczają nadleśniczemu Feussnerowi, który w drugiej połowie XIX w. ocalił cały kompleks przed zaoraniem i zasadziwszy drzewa zabronił okolicznym chłopom wybierać kamienie z kręgów i kurhanów.

W 1874 r. w Odrach rozpoczął dorywczo prace archeolog gdański dr A. Lissauer [1] wraz z malarzem Stryjowskim. Rozkopali oni części środkowe kilku kręgów, przewracając wielką część kamieni (dopiero po pięciu latach ustawiono je częściowo). Lissauer zbadał dodatkowo otoczenie kilku trylitów, tzn. grup kamieni ustawionych po trzy w rzędzie. Trylity tworzyły cały szereg złożony z 13 grup, ciągnący się w jednej linii na przestrzeni 140 metrów. Szereg ten przytykał do kręgów kamiennych. W każdej takiej trójce głazy boczne odległe były od środkowego o ok. 30 cm, wysokość środkowych głazów dochodziła do 1 m nad poziom gruntu. G. Ossowski, który opisał trójki w swojej pracy [2] twierdzi, że istniały one do roku 1877, a następnie zostały wykorzystane jako materiał budowlany.

Przekopując otoczenie kilku trylitów Lissauer natrafił na wschodniej stronie środkowego, najwyższego kamienia, na groby jamowe względnie popielnicowe zawierające spalone kości. Jedna z popielnic była ozdobiona rytymi kreskami, a obok innej słabo wypalonej urny leżał, w co powątpiewał prof. J. Kostrzewski [3], „niewykończony grocik kamienny". Fakt znalezienia „grocika" oraz kilku innych zabytków posłużył Lissauerowi za podstawę do przypuszczenia, że kręgi kamienne w Odrach pochodzą z epoki kamiennej.

Opinię Lissauera ugruntował mierniczy poznański P. Stephan, który w 1914 r. sporządził szczegółowy plan cmentarzyska w Odrach, dopatrując się w kręgach zabytków o charakterze astronomicznym. Opiera się on na spostrzeżeniu, że linie łączące kamienie znajdujące się w środkach kręgów dają w przedłużeniu punkty na horyzoncie, w których wschodzi Słońce w najdłuższym i najkrótszym dniu w roku. Oddzielne kręgi uważa Stephan za rodzaj kalendarza przedhistorycznego, za czym przemawiać ma liczba kamieni na kręgach, odpowiadająca ilości dni i miesięcy w roku, liczącym 18 miesięcy po 20 dni (= 360 dni) lub też 12 miesięcy księżycowych po 29 dni (= 348 dni). Powstanie budowli datował on na 1760 r. p.n.e., a więc na schyłek neolitu, przyjmując, że wówczas „nastąpiła zgodność położenia gwiazdy Capella (α Aurigae) ze wschodem Słońca w dniu przesilenia letniego wzdłuż linii łączącej punkty środkowe kilku kręgów" [4]. Stephan miał na myśli zapewne heliakalny wschód Capelli, jednak piszącemu te słowa nie jest znane uzasadnienie, dlaczego heliakalny wschód Capelli w dniu letniego przesilenia na linii łączącej punkty środkowe kilku kręgów miał być zachętą dla ludności zamieszkującej tamtejsze tereny do budowy tego typu budowli *. Być może, będąc pod wpływem prac Lissauera, Stephan chciał koniecznie widzieć w Kręgach Kamiennych w Odrach miniaturkę Stonehenge — ową megalityczną dostrzegalnię z epoki neolitu.

Wydawać by się mogło, że zgodny wynik dwóch badaczy, otrzymany niezależną drogą, jest niepodważalny, jednakże w 1926 r. prof. J. Kostrzewski wraz z kilkoma słuchaczami Uniwersytetu Poznańskiego z ramienia Działu Przedhist. Muzeum Wielkopolskiego rozpoczyna czterotygodniowe wykopaliska. Po przekopaniu jednego kręgu i trzech mogił wynik był dość niespodziewany: nie znaleziono żadnych śladów świadczących o neolitycznym pochodzeniu cmentarzyska, a znalezione przedmioty pochodziły z okresu rzymskiego. Na podstawie zebranego materiału prof. J. Kostrzewski cmentarzysko w Odrach wiąże z liczną grupą, analogiczną pod względem budowy, kręgów z okresu przedrzymskiego i rzymskiego w zachodniej strefie Basenu Bałtyckiego, a w szczególności w północnej części NRD w obrębie przedrzymskiej kultury jastorfskiej (nazwa od cmentarzyska w Jastorf koło Hanoweru w RFN) oraz południowej

* Pewne uwagi na ten temat — patrz artykuł L. Zajdlera w nin. numerze Uranii (przyp. red.).

Skandynawii, gdzie przypisuje się im funkcje grobowców lub miejsc zgromadzeń — *thingów* — wzgl. też pierwotnie jedną a później drugą funkcję [4].

W 1934 r. berliński astronom R. Müller po szczegółowych pomiarach kręgów kamiennych zakwestionował hipotezę Stephana o neolitycznym sanktuarium, lecz utrzymał tezę o możliwości usytuowania ich na linii wschodu i zachodu Słońca w dniach letniego i zimowego przesilenia, i możliwości ustalenia owych dat w kamiennym obserwatorium w Odrach.

Na podstawie ostatnich badań J. Kmieciński datuje kręgi kamienne w Odrach na wczesny okres rzymski, tj. I—II w. naszej ery. Wg R. Wołągiewicza cmentarzysko w Odrach funkcjonowało od 70 do 230 r. n.e. [4].

Tak przedstawia się po krótce historia badań tej interesującej budowli. W dalszej części interesować nas będzie tylko astronomiczna interpretacja kręgów.

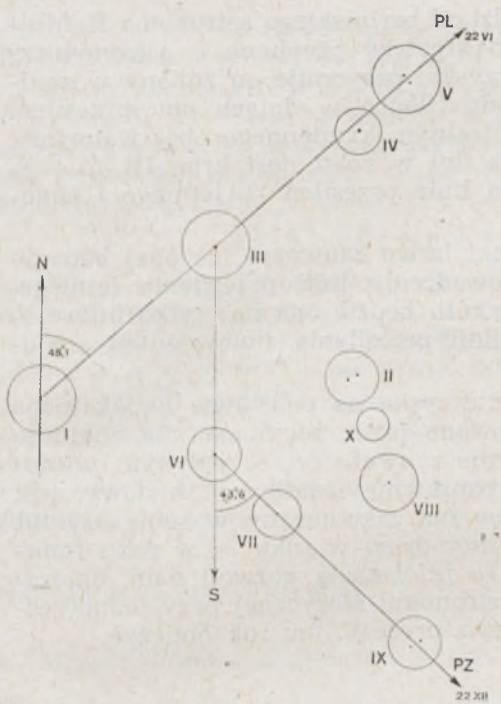
2. *Hipoteza Stephana i Müllera*

Hipoteza Stephana, upatrująca w kręgach zabytki o charakterze astronomicznym, opierała się na spostrzeżeniu, ze linie łączące kamienne stele znajdujące się w środkach kilku kręgów, dają w przedłużeniu do linii horyzontu punkty, w których wschodzi Słońce w najdłuższym i najkrótszym dniu roku (Rys. 1).

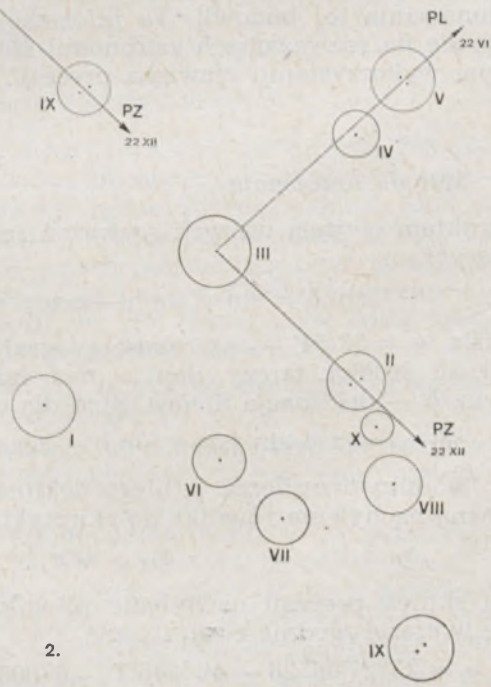
Pierwsza z nich — linia przesilenia letniego — ma swój początek w kręgu I; przechodzi przez środek kręgu III oraz parę stel w kręgu V. Po przedłużeniu jej do linii horyzontu da nam punkt wschodu Słońca w dniu 22 czerwca. Zatem obserwator stojący za stelą środkową w kręgu I, patrząc wzdłuż tej linii mógł zobaczyć przez „wizjer" utworzony przez parę stel w kręgu V tarczę wschodzącego Słońca w tym dniu. Szerokość rozstawu przy steli była tak dobrana, że mieściła się między nimi cała tarcza słoneczna.

Niech przez punkt wschodu Słońca przechodzi wertykał (w jego płaszczyźnie leży linia przesilenia letniego), wówczas kąt dwuścienny między płaszczyznami — wertykału i południka — jest azymutem wschodu Słońca w dniu przesilenia letniego. Stephan pomierzył ten azymut: $A_{22\,VI} = 228°1$. Pomierzył on również azymut wschodu Słońca w dniu przesilenia zimowego — $A_{22\,XII} = 316°4$.

Obecnie, na skutek precesji, azymuty wschodu Słońca w tych dwu interesujących nas dniach są inne.



Rys. 1. Kręgi kamienne w Odrach (szkic sytuacyjny). Linie przesilenia letniego (PL) i przesilenia zimowego (PZ) według hipotezy Stephana.



Rys. 2. Kręgi kamienne w Odrach. Linie PL i PZ według hipotezy Müllera.

2.

Druga hipoteza pochodzi od berlińskiego astronoma R. Müllera. Przychylając się do hipotezy Stephana o astronomicznym charakterze cmentarzyska, proponuje on zmiany w znajdowaniu punktów wschodu Słońca w dniach obu przesileń. Wg Müllera punktem centralnym kamiennego obserwatorium, pozwalającym ustalić owe dni w roku, jest krąg III. Z tego też kręgu wyprowadza on linie przesileń — letniego i zimowego (Rys. 2).

Porównując oba rysunki łatwo zauważyć, że obaj badacze są zgodni tylko w poprowadzeniu linii przesilenia letniego. W dalszej części tego artykułu będzie ona nas tylko interesowała — rozważania dla linii przesilenia zimowego są analogiczne.

Próby datowania cmentarzyska na podstawie heliakalnego wschodu Capelli, proponowane przez Stephana, nie znajdują poparcia u Müllera. Słusznie zauważa on, że jedynym założeniem, które pozwoliłoby poprawnie ustalić rok budowy, jest przyjęcie, że układ kręgów ma zakodowany w sobie azymut wschodu Słońca w najdłuższy dzień w roku — w roku funkcjonowania tej budowli. Ta informacja pozwoli nam, opierając się na rozważaniach astronomii sferycznej przy jednoczesnym wykorzystaniu zjawiska precesji, ów rok obliczyć.

3. *Metoda datowania*

Punktem wyjścia naszych rozważań jest wzór z trygonometrii sferycznej

$$\sin \delta = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos A \quad (1)$$

gdzie: $\varphi = 53°54'$ — szerokość geograficzna Odrów, h — wysokość środka tarczy Słońca nad horyzontem astronomicznym, δ — deklinacja Słońca. Stąd dla daty przesilenia letniego

$$\delta_{22\,VI} = \arcsin [\sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos A_{22\,VI}] \quad (2)$$

W dniu przesilenia letniego deklinacja Słońca ma wartość równą nachylenia równika do ekliptyki, czyli

$$\delta_{22\,VI} = \varepsilon \quad (3)$$

Na skutek precesji nachylenie równika do ekliptyki zmienia się w czasie zgodnie z zależnością

$$\varepsilon = 23°27'08''26 - 46''845\,T - 0''0059\,T^2 + 0''00181\,T^3 \quad (4)$$

gdzie T jest liczone od początku roku Bessela 1900,0 w stuleciach zwrotnikowych po 365,2422 d. ef.

Do wyznaczenia δ w równaniu (2) potrzebna jest również znajomość h. Ponieważ w momencie astronomicznego wschodu Słońca wysokość ta wynosi zero stopni, powstaje pytanie — jaką wysokość będzie ono miało w momencie widocznego wschodu. Otrzymamy ją z nast. zależnością:

$$h = h_s + R_o + \pi + k - \varrho , \qquad (5)$$

gdzie h_s — odległość kątowa między dwoma horyzontami — astronomicznym i pozornym, R_o — promień tarczy słonecznej, π — paralaksa horyzontalna Słońca, ϱ — refrakcja astronomiczna, k — obniżenie pozornego horyzontu w minutach łuku $k = 1{,}8\sqrt{H}$ (gdzie H w metrach). Znając h obliczymy deklinację, następnie po skorzystaniu z (3) rozwiązujemy równanie (4) względem T. Z trzech pierwiastków tego równania wybieramy jeden — posiadający interpretację (sens) archeologiczną. Zatem

$$t = T - 1900$$

jest rokiem budowy kręgów.

4. *Matematyczne modelowanie układu kręgów*

W swojej książce [5] W. Szafrański na stronie 295 pisze: „Oprócz święta plonów obchodzono najprawdopodobniej też przesilenie zimowe i letnie święcąc triumf Słońca. Specjalne kalendaria w postaci kręgów kamiennych służyły za swego rodzaju obserwatoria astronomiczne umożliwiające ustalenie dat owych świąt. Znamy je z Odry (Odrów — przyp. M. K.) koło Chojnic i z Trzebiatowa pod Szczecinem, gdzie kręgi kamienne zostały zastąpione przez koliste rowy...".

Niech Czytelnik jeszcze raz przeczyta ten cytat opuszczając w nim słowo „najprawdopodobniej".

Cytat w tej postaci był niejako natchnieniem do matematycznego modelowania układu kręgów. W tym celu przyjęto następujące założenia:

a) oba azymuty pomierzone przez Stephana są poprawne,

b) przyjęto, że $A_{22\,VI} = 228°10$ oraz $A_{22\,XII} = 316°40$,

c) poszukiwany wynik powinien znajdować się w przedziale od 300 r. n.e. do 200 r. p.n.e., a więc w pobliżu przedziału określonego na podstawie wykopalisk (np. Wołągiewicz — 70 do 230 r.). Rozszerzając przedział na lata przed naszą erą

kierowano się hipotezą o pierwotnie sakralnym charakterze kręgów, zaś później — sepulkralnym.

Przebieg modelowania był następujący: Dla zadanej wysokości h środka Słońca nad horyzontem astronomicznym zmieniano T co 100 lat. Następnie zmieniano wysokość h o 1 minutę łuku i postępowano analogicznie. Modelowanie wykonano przy pomocy kalkulatora T1-57. Program składał się z 49 kroków i był realizowany dla danego h i T w ciągu 12 sekund. Wyniki — w poniższej tabeli:

Azymuty wschodu Słońca podczas letniego i zimowego przesilenia w Odrach w okresie od —200 do +300 oraz w r. 1980

h \ T	+300	+200	+100	0	—100	—200	1980
			przesilenie letnie				
33′	228°0928	228°06669	228·04058	228°01458	227°9887	227°9629	228°54318
34	228.1234	228.09726	228.07116	228.04518	228.0193	227.9936	228.57353
35	228.1540	228.12781	**228.10173**	228.07575	228.0499	228.0242	228.60386
36	228.1845	228.15834	228.13227	**228.10631**	228.0805	228.0548	228.63417
37	228.2150	228.18886	228.16280	228.13685	228.1110	228.0853	228.66446
38	228.2465	228.21935	228.19336	228.16737	228.1416	228.1159	228.69473
			przesilenie zimowe				
1°43′	316°2582	316°28646	316°31458	316°34258	316°3705	316°3982	315°77378
1 44	316.2918	316.32006	316.34820	316.37620	**316.4041**	316.4319	315.80708
1 45	316.3254	316.35370	316.38186	**316.40989**	316.4378	316.4655	315.84040
1 46	316.3591	316.38736	316.41553	316.44369	316.4715	316.4993	315.87374
1 57	316.3927	316.42105	316.44924	316.47731	316.5053	316.5331	315.90711

Wyniki, które spełniały założenia, wyróżniono tłustym drukiem.

Literatura

[1] Lissauer A. „Die Prähistorischen Denkmäler der Provinz Westpreussen und der Angrenzenden Gebiete", Leipzig 1887 r.

[2] Ossowski G. „Zabytki przedhistoryczne ziem polskich", Kraków 1879 r.

[3] Kostrzewski J. „Kurhany i kręgi kamienne w Odrach w powiecie chojnickim na Pomorzu", Poznań 1928 r.

[4] Wołągiewicz R. „Kręgi kamienne w Grzybnicy", Koszalin 1977 r.

[5] Szafrański Wł. „Pradzieje religii w Polsce", Iskry, Warszawa 1979 r.

LUDWIK ZAJDLER — Warszawa

ODRY — TUCHOLSKIE „STONEHENGE" A CAPELLA — POMORSKI SYRIUSZ

Hipoteza P. Stephana o obserwacjach α Aurigae (Capella czyli Koza) przez twórców megalitycznych budowli w Borach Tucholskich, o czym pisze Mirosław Kubiak a także S. R. Brzostkiewicz (Urania, maj 1963), nie jest bezpodstawna.

Capella, jedna z najjaśniejszych gwiazd nieba północnego, jasnością ustępująca tylko Syriuszowi a dorównująca Arkturowi i Wedze, dziś w naszych szerokościach geograficznych przebywa stale nad horyzontem, osiągając w górnej kulminacji odległość zenitalną ok. 8° na południe od zenitu, natomiast w czasie dolnej kulminacji zbliża się na ok. 10° do północnego horyzontu. Jednak w czasach, na które datowana bywa budowa kręgów kamiennych w Odrach, Capella w dolnej kulminacji osiągała horyzont, a nawet przebywała pod horyzontem. To znaczy wschodziła i zachodziła. Fakt ten nie mógł ujść uwagi przedhistorycznych obserwatorów nieba, tym bardziej że w czasie kulminacji spełniała ona także rolę gwiazdy biegunowej. Łatwo to stwierdzić z danych w Tab. 1, gdzie zestawione są współrzędne α Aurigae dla różnych epok po roku —3000 (dla okresu po roku —2000 w odstępach co 100 lat).

W miejscowości Odry ($\varphi = 53°54'$) dopiero ok. roku —1083, kiedy deklinacja α Aur osiągnęła wartość $\delta = 36°06'$, zaczęła się ona zanurzać pod horyzont na głębokość h uwidocznioną w Tab. 1. Chodzi tu oczywiście o horyzont astronomiczny, bez uwzględnienia wpływu refrakcji, która przy horyzoncie wynosi ok. 35′. Na skutek refrakcji rzeczywisty wschód gwiazdy następuje wcześniej a zachód później, co stanowi przedłużenie czasu przebywania ciała niebieskiego nad horyzontem z równoczesnym zmniejszaniem się głębokości zanurzania się pod horyzont. Uwzględniając to należałoby krytyczną datę —1083 cofnąć o około 100 lat (w ciągu stu lat o 35′ zmienia się właśnie deklinacja Capelli), tzn. w pobliże roku 1200 p.n.e. A zatem — jeśli domniemani obserwatorzy gwiazd podczas budowy kręgów kamiennych w Odrach mieli zaznaczyć kierunki wschodu i zachodu Capelli, to musiało to nastąpić nie później niż na przełomie XIII i XII wieku przed naszą erą. Na okres ten wskazuje i inna okoliczność, o czym będzie jednak mowa później.

Tab. 1. Współrzędne równikowe i horyzontalne α Aurigae

Epoka	α	δ	h	t	dt	A_1	A_2
—3000	0^h07^m6	25°50′	10°16′	3^h13^m6	5^m9	222°18′	137°42′
—2000	0 59.3	31 22	4 43	2 13.2	8.4	207 57	152 03
—1900	1 04.7	31 55	4 11	2 05.4	9.0	206 13	153 47
—1800	1 10.2	32 28	3 38	1 57.1	9.5	204 39	155 21
—1700	1 15.7	32 59	3 07	1 48.6	10.4	202 30	157 30
—1600	1 21.2	33 30	2 36	1 39.3	11.3	200 30	159 30
—1500	1 26.8	34 00	2 06	1 29.3	12.6	198 22	161 38
—1400	1 32.4	34 30	1 36	1 18.2	14.3	196 01	163 59
—1300	1 38.1	35 00	1 06	1 04.8	17.6	193 14	166 46
—1200	1 43.8	35 31	0 35	0 47.4	23.6	189 38	170 22
—1100	1 49.6	36 01	0 05	0 18.3	62.6	183 42	176 18

Współrzędne α i δ wg F. K. Ginzel „Handb. der mathem. und techn. Chronologie" t. I, s. 543. h — wysokość w dolnej kulminacji poniżej horyzontu astronomicznego. Pozostałe wartości obliczone wg wzorów: $\cos t = -\mathrm{tg}\,\delta\,\mathrm{tg}\,\varphi$, $\cos A = -\sin\delta\sec\varphi$, $-dt = r\sec\varphi\sec\delta\,\mathrm{cosec}\,t$ (gdzie $r = 2^m33$ — refrakcja na horyzoncie). A_1 i A_2 — azymuty wschodów oraz zachodów Capelli.

W Tab. 1 podane są również wartości „połowy łuków dziennych" (t), tzn. kątów godzinnych wschodów i zachodów α Aur, co odpowiada odstępom czasu między momentem dolnej kulminacji a chwilami pojawienia się gwiazdy lub znikania pod horyzontem astronomicznym, a w sąsiedniej kolumnie — poprawki na wpływ refrakcji *dt*. Podano tu także azymuty wschodów i zachodów Capelli, liczone od południa ku zachodowi. Oczywiście azymut Capelli w dolnej kulminacji jest stale A = 180°.

Chwila dolnej kulminacji przypada na moment czasu gwiazdowego $\alpha - 12^h$, to jest wartości wzniesienia prostego zmniejszonej o 12 godzin. W Tab. 2 podano dla wybranych dat roku momenty wschodu i zachodu Capelli w czasie prawdziwym (lokalnym słonecznym) dla epok —2000, —1700, —1100, a także dolnej kulminacji dla 1950 r. oraz azymuty wschodów i zachodów Słońca, a to dla zorientowania w jakiej porze dnia Capella przebywa nad horyzontem dziennym lub nocnym. Datą wyjściową jest równonoc jesienna, pozostałe daty — w odstępach miesięcznych. I tu także momenty obarczone są wpływem refrakcji, a w przypadku Słońca dotyczą one środka tarczy słonecznej.

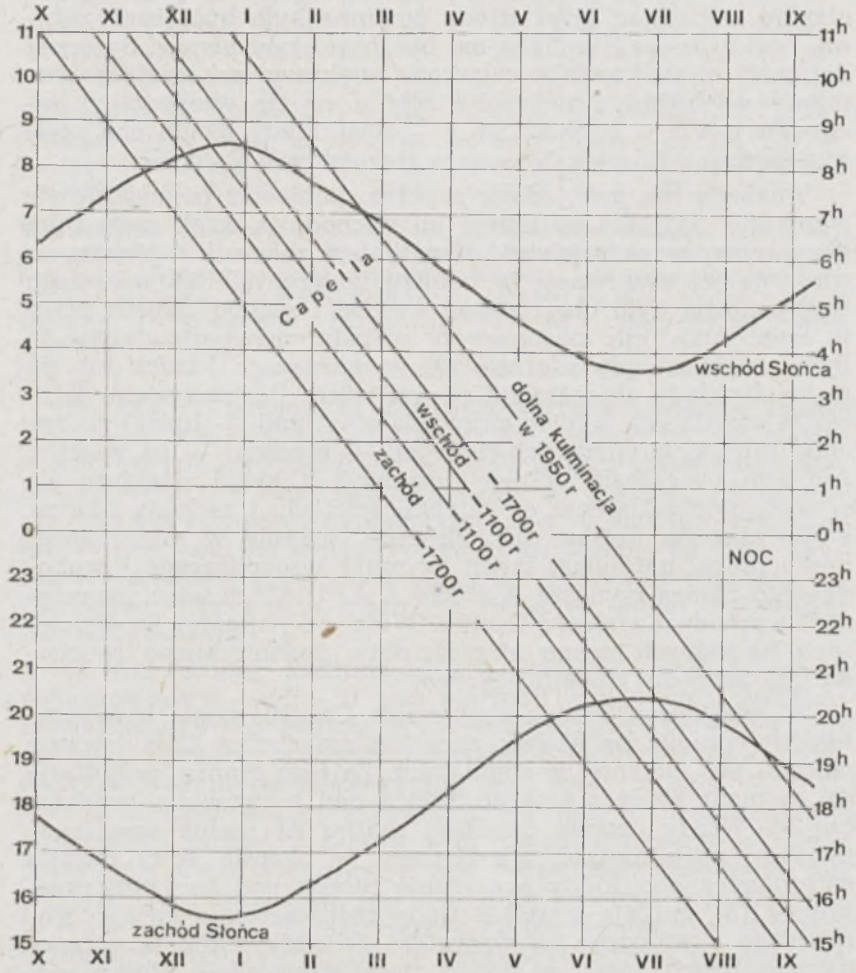
Z danych tych łatwo widzieć jakim zmianom ulegały okresy widzialności Capelli w ciągu minionych tysiącleci. Dziś

można ją obserwować całą noc o każdej porze roku — gdy Słońce jest pod horyzontem — w okresie przed datą „krytyczną" —1083 (właściwie przed „poprawniejszą" —1200) Capella widoczna była jedynie od jej wschodu do zachodu, co przypadało w różnych porach dnia, zależnie od pory roku. Nas oczywiście interesuje przede wszystkim pora wschodów i zachodów α Aurigae, gdyż wtedy powinna była być obserwowana, jeśli hipoteza Stephana ma być brana pod uwagę. Sytuację najlepiej przedstawiają załączone wykresy zawierające momenty wschodów i zachodów Słońca na tle wschodów i zachodów α Aur w epokach po r. —2000, kiedy mogła ona spełniać podobną rolę jak Syriusz w starożytnym Egipcie.

Analogia nie jest jednak zupełna, ponieważ pojawianie się i znikanie Syriusza następuje na wschodnim wzgl. zachodnim horyzoncie, a także jasność Capelli jest znacznie mniejsza, co utrudnia jej obserwację w pobliżu horyzontu. Bez większego trudu można było obserwować wschód i zachód Capelli przez tę część roku, gdy następowały w pełni nocy, utrudnione to było natomiast gdy zdarzało się w miesiącach letnich lub zimowych, kiedy zbiegało się ze wschodem lub zachodem Słońca. W miesiącach letnich przypadało to (maj — lipiec) na zachód Słońca, w zimowych (listopad — styczeń) — na wschód. Ale zimą w czasie dolnej kulminacji Capella znajduje się w większym oddaleniu od miejsca wschodu i zachodu Słońca, które zakreśla krótsze łuki dzienne, jedynie w południowej części nieba; natomiast latem azymuty wschodzącego i zachodzącego Słońca wynoszą A = 228° i A = 132°, a więc „w rejonie" wschodu i zachodu Capelli. Widać to najlepiej na wykresach, na których można odnaleźć daty „jednoczesnego" wschodu (czy zachodu) Capelli i Słońca.

W miesiącach letnich obserwacja Capelli mogła być pozatem utrudniona na skutek zjawiska zmierzchu. Czas trwania zmroku jest zmienny w ciągu roku. Za jego granicę przyjmuje się moment kiedy wysokość Słońca pod horyzontem przekracza 6°. Wtedy (zmrok cywilny) można na niebie dostrzegać gwiazdy najjaśniejsze, ale dopiero w okresie tzw. zmroku astronomicznego, kiedy zanurzenie Słońca pod horyzont przekroczy 18°, znikają wszelkie ślady rozproszonego światła słonecznego i widoczne są wszystkie gwiazdy. Otóż w północnych rejonach Polski w końcu czerwca wysokość Słońca wynosi ok. —12°, występują więc wtedy tzw. białe noce astronomiczne. Przejawiają się one tym, że ponad pozycją Słońca w okresie od zachodu do wschodu widoczna jest rozciągająca

się wszerz na kilkanaście stopni poświata, przesuwająca się stopniowo od zachodniej ku wschodniej części horyzontu. Dziś w czasie dolnej kulminacji Capella przebywa wysoko (ok. 10°) ponad poświatą, nie czyniąc już tak silnego wrażenia jak nie-



Rys. 1. Wschody i zachody Słońca oraz Capelli w ciągu roku. Liniami prostymi zaznaczono wschody i zachody Capelli w epokach 1700 i 1100 r. p.n.e. oraz momenty dolnej kulminacji w epoce 1950.

gdyś. Jak to wyglądało w minionych epokach możemy sobie tylko wyobrazić.

Oto w okresie letniego przesilenia, gdy nad północnym horyzontem unosiła się zorza o zabarwieniu czerwonozłocistym, przy sprzyjającej pogodzie widać było przenikającą ją jasną gwiazdę. Z przebiegu zmian azymutów Capelli (Tab. 1) oraz z azymutów Słońca (Tab. 2) widać, że zjawisko musiało wyglądać jeszcze bardziej efektownie we wcześniejszych epokach, np. ok. —3000, kiedy Capella i Słońce wschodziły wzgl. zachodziły w tym samym punkcie horyzontu.

Tab. 2. Wschody i zachody Capelli w epokach —2000, —1700, —1100 i dolna kulminacja w epoce 1950 oraz azymuty wschodów i zachodów Słońca w ciągu roku w dniu 21 każdego miesiąca w czasie miejscowym słonecznym dla $\varphi = 54°$.

Epoka:	—2000		—1700		—1100		1950	Słońce	
	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	kulm.	A_1	A_2
IX	15^h12^m	10^h46^m	15^h05^m	11^h27^m	14^h08^m	13^h32^m	17^h13^m	270°	90°
X	13 12	8 46	13 05	9 27	12 08	11 32	15 13	288	72
XI	11 12	6 46	11 05	7 27	10 08	9 32	13 13	306	54
XII	9 12	4 46	9 05	5 27	8 08	7 32	11 13	312	48
I	7 12	2 46	7 05	3 27	6 08	5 32	9 13	306	54
II	5 12	0 46	5 05	1 27	4 08	3 32	7 13	288	72
III	3 12	22 46	3 05	23 27	2 08	1 32	5 13	270	90
IV	1 12	20 46	1 05	21 27	0 08	23 32	3 13	250	110
V	23 12	18 46	23 05	19 27	22 08	21 32	1 13	234	126
VI	21 12	16 46	21 05	17 27	20 08	19 32	23 13	228	132
VII	19 12	14 46	19 05	15 27	18 08	17 32	21 13	234	126
VIII	17 12	12 46	17 05	13 27	16 08	15 32	19 13	238	112
dt	4^h26^m		3^h38^m		0^h36^m				

Azymuty wschodu (A_1) i zachodu (A_2) Słońca liczone od południa. dt — czas przebywania Capelli pod horyzontem czyli odstęp czasu od zachodu do wschodu.

Trudno dziś orzec, czy w okresie neolitu obserwowano gwiazdy na ziemiach polskich. W każdym razie pojawienie się tak jasnej gwiazdy w bliskości wschodzącego lub zachodzącego Słońca nie mogło być niezauważone. A więc głównie w czasie letniego przesilenia, kiedy Capella wschodziła (czerwiec — lipiec) lub zachodziła (kwiecień — maj), szczególnie — gdy zachodziła na tle poświaty. Trudno również stwierdzić, czy jej jasność była wystarczająca, by rozróżnić ją od blasku tła.

„Astroarcheolodzy" — badacze posługujący się metodami lub zjawiskami astronomicznymi dla celów prehistorycznych — na podstawie różnych zapisów, m. in. Ptolemeusza, który odnotował dane dotyczące wschodów heliakalnych Syriusza, oceniają, że można gwiazdy pierwszej wielkości dostrzec gdy *arcus visionis* Słońca wynosi 10 do 12 stopni. Przez *arcus visionis* rozumiemy tu wysokość Słońca pod horyzontem (10° — dla Syriusza, 10° — 11°,5 dla Aldebarana, dla Regulusa — 12°, dla Plejad — ok. 16°). Dla Capelli *arcus visionis* wynosiłby zatem ok. 11° — 12°, to jest tyle, na ile zanurza się Słońce w okresie letniego stanowiska poniżej horyzontu. Ale tu odgrywa dodatkową rolę poświata. Ocena widoczności Capelli wymagałaby zatem „wizji lokalnej", czego niestety dokonać dziś nie możemy. Starożytni Egipcjanie nie mieli tego kłopotu z Syriuszem, ponieważ azymuty Syriusza nie pokrywały się z azymutami Słońca. Ale i w tym przypadku obserwacje wykazują błędy daty o co najmniej 4 dni. W przypadku Capelli błędy powinny by osiągać dwa tygodnie.

Nie ma dziś celu ustalać, czy „odrzańczycy" obserwowali heliakalne wschody i zachody Capelli, ani wnioskować z tego na jaką epokę przypadają ewentualne obserwacje. Już ustaliliśmy wyżej, że wschody i zachody Capelli mogły być obserwowane nie później niż w XIII wieku p.n.e., a jeśli na tle zorzy słonecznej — to o około dwóch tysięcy lat wcześniej. Wydaje się, że tradycja obserwacji Capelli (jako „odrzańskiego Syriusza") liczy sobie kilka tysięcy lat, ale kręgi kamienne mogły być zbudowane niedawno.

Ustalenie daty budowy na podstawie zmian azymutów Słońca (podane w Tab. 2 azymuty mają charakter orientacyjny) jest tematem pracy Mirosława Kubiaka i nie dotyczy bezpośrednio Capelli. Natomiast Stanisław R. Brzostkiewicz w cytowanej już pracy zwraca uwagę na kierunek o azymucie A = 157°12′, który można uznać za kierunek zachodu Capelli.* Z ostatniej kolumny liczb Tab. 1 wynika, że azymut A = = 157°12′ odpowiada epoce roku —1740. Data ta nie jest nieprawdopodobnie odległa, jeśli przypomnimy, że angielski astronom Norman Lockyer na podstawie azymutu punktu wschodu Słońca obliczył rok budowy Stonehenge na 1840 p.n.e., co potwierdzone zostało także badaniami metodą węgla

---

* Kierunek ten odpowiada linii przeprowadzonej przez środki kręgów IX—VIII—II (patrz rysunek w artykule M. Kubiaka).

promieniotwórczego. Można by więc snuć różne wnioski na temat pochodzenia twórców megalitów w Odrach...

Inna rzecz, że azymut 157°12′, czyli kierunek zaznaczony w terenie, nie musi przecież koniecznie dotyczyć punktu, w którym Capella znika pod horyzontem.* Budowniczowie kręgów mogli równie dobrze zaznaczyć kierunek, w którym dostrzec się daje Capellę przed jej zachodem, na pewien również czas przed zachodem Słońca — jako pierwszą gwiazdę wieczornego nieba. Ukazania się pierwszych gwiazd oczekiwali — jak wiadomo także Żydzi i Babilończycy — pomocne to było przy ustalaniu początku rachuby dni w miesiącu księżycowym.** Capella mogła się wówczas znajdować kilka stopni nad horyzontem. A w takim przypadku gruntownej zmianie musi ulec system datowania.

Tabl. 3. Capella w azymucie A = 157°12′ na różnych wysokościach nad horyzontem h w latach 1750 p.n.e. do 400 n.e.

h	δ	epoka	h	δ	epoka	h	δ	epoka
0°	32°9	—1750	4°	36°8	—940	8°	40°8	—180
1	33.9	—1530	5	37.7	—750	9	41.5	10
2	34.8	—1330	6	38.7	—560	10	42.5	200
3	35.8	—1140	7	39.6	—370	11	43.4	390

Dla danego A = 157°12′ oraz różnych wysokości h obliczono δ: $\sin\delta = \sin\varphi \sin h - \cos\varphi \cos h \cos A$; poszukiwana epoka wynika z Tab. 1.

W Tab. 3 dla zadanego azymutu Capelli A = 157°12′ oraz szerokości geograficznej Odrów podane są obliczone według wzoru $\sin\delta = \sin\varphi \sin h - \cos\varphi \cos h \cos A$ epoki, w których Capella zajmuje wysokości od 0 do 11°.

A jeśli tak, to nie byłoby to sprzeczne z badaniami archeologicznymi ustalającymi datę powstania kręgów na pierwsze stulecia naszej ery.

---

* Jest to o tyle słuszniejsze przypuszczenie, że w chwili zachodu Capella byłaby trudno dostrzegalna z powodu osłabienia jej blasku przez ekstynkcję! (przypis redakcji).

** Patrz L. Zajdler „Dzieje zegara" wyd. II, 1977, str. 41—42.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

JAN KEPLER

Mierzyłem niebiosa, teraz badam Ziemi cienie,
Ku niebu uleciał duch mój, ciało tu spoczywa.

Autorem słów użytych jako motto niniejszego artykułu jest Jan Kepler. Wyryto je na nagrobku wielkiego uczonego, który 350 lat temu zmarł w Regensburgu (Ratyzbonie) i pochowany został na tamtejszym cmentarzu protestanckim. Niestety, były to czasy wojny trzydziestoletniej i w roku 1634 nagrobek niszczą wojska szwedzkiego króla Gustawa II Adolfa. Do naszych czasów nie pozostało z niego najmniejszego śladu i dziś nawet nie wiadomo, gdzie dokładnie spoczywają doczesne szczątki kontynuatora dzieła Mikołaja Kopernika. Jedynie w zbiorach Germańskiego Muzeum w Norymberdze znajduje się pożółkła już kartka papieru z odpisanym przez przyjaciela tekstem tablicy nagrobnej Keplera, który przez całe życie był biedny, a mimo to pozostawił nam w spadku wielkie bogactwo swego ducha.

Kepler urodził się 27 grudnia 1571 roku w wolnym mieście cesarskim Wyl (obecnie Weil der Stadt) pod Stuttgartem (Wirtembergia). Pochodził ze szlacheckiej lecz zubożałej rodziny. Jego ojciec początkowo zajmował się drobnym handlem, później zaś wyszynkiem wiejskim. Gdy jednak zbankrutował, zaciągnął się w charakterze najemnika do wojska hiszpańskiego w Niderlandach. Po kilku latach wrócił do rodzinnego miasta i wraz z rodziną przeniósł się do pobliskiego Leonbergu, gdzie zamierzał ponownie zająć się handlem lub wyszynkiem. W roku 1579 w niedalekim Elmerdingu wynajął karczmę o wymownej nazwie *Zur Sonne* (Ku Słońcu), ale i tym razem mu się nie powiodło. Po pięciu latach znowu opuścił żonę i dzieci (których w międzyczasie przybyło) i znowu powędrował do obcych krajów. Pociągało go widocznie niemoralne i awanturnicze życie najemnego żołnierza, a niezależnie od tego musiało mu mocno dać się we znaki towarzystwo gderliwej małżonki (matka Keplera uchodziła za kobietę kłótliwą). O ostatnich chwilach jego życia mamy nadzwyczaj skąpe i przy tym sprzeczne informacje. Według jednych miał dotrzeć do Neapolu i zginąć tam w jakiejś bójce ulicznej, według drugich zaciągnął się do floty weneckiej i poległ w walce z Turkami.

Faktem jest, że około roku 1584 lekkomyślny ojciec porzucił rodzinę i na matkę spadł cały ciężar wychowywania dzieci. A było ich aż siedmioro, lecz troje zmarło we wczesnym dzieciństwie. Z pozostałych przy życiu czworga rodzeństwa tylko Jan zdobył wykształcenie i mimo niełatwego życia dokonał doniosłych dla nauki o niebie odkryć. Młodszy od niego o trzy lata brat Henryk nie ukończył nawet szkoły początkowej, nie wyuczył się też żadnego rzemiosła. Poszedł w ślady ojca i przez wiele lat włóczył się po obcych krajach. Był pułkowym doboszem, śpiewakiem ulicznym, piekarzem i lokajem, a w końcu został strażnikiem miejskim. Wreszcie wrócił do Leonbergu i po krótkim czasie tam zmarł, przeżywszy zaledwie 42 lata. O wiele lepiej powiodło się młodszemu bratu Krzysztofowi, który nauczył się pokrywać metalowe przedmioty cienką warstwą cynku i parając się tym rzemiosłem żył w rodzinnym mieście. Natomiast siostrę Margeritę poślubił pastor luterański Georg Binder i chyba też nie najgorzej im się wiodło.

Trudno powiedzieć, jak potoczyłyby się losy Jana, gdyby urodził się w normalnym czasie (Kepler był siedmiomiesięcznym dzieckiem)

i gdyby od pierwszych chwil życia nie trapiły go przeróżne choroby. Wyrósłby zapewne na zdrowego, silnego młodzieńca, który być może podjąłby pracę w wynajętej przez ojca karczmie? Ale ponieważ był dzieckiem słabowitym, matka podjęła rozsądną decyzję (dzięki jej za to!): chłopiec do niczego się nie nadaje i dlatego niech się uczy na księdza. Tak więc Kepler po ukończeniu trzyletniej szkoły w Leonbergu podjął naukę w dwuletniej szkole klasztornej w Adelbergu, a następnie kontynuował ją w seminarium duchownym w Maulbronn, które ukończył w roku 1588 jako rokujący „specjalne nadzieje". Rok później rozpoczął studia w tybingańskiej akademii protestanckiej. Znamienne jest przy tym to, że tak samo jak przed stu laty Kopernik w Krakowie, tak i on w Tybindze zapisał się na wydział sztuk wyzwolonych. Uczył się zatem filozofii, matematyki i astronomii, ale studia te traktował jako przygotowanie do stanu duchownego. Po ich ukończeniu zamierzał poświęcić się studiom teologicznym, by potem osiąść jako pastor w którymś z protestanckich kościołów.

Było niezwykle pomyślą okolicznością, że w tym czasie w Tybindze astronomię i matematykę wykładał Michał Mästlin (1550—1631). Od dawna należał on do gorących zwolenników teorii heliocentrycznej, chociaż nie mógł jej głosić w akademii, ponieważ teoria ta spotkała się z bardzo nieprzychylną reakcją ze strony kół luterańskich. Wprawdzie genialne dzieło Kopernika zostało wydane w protestanckiej Norymberdze, lecz przywódcy reformacji — Filip Melanchton i Marcin Luter — potępili je jeszcze za życia polskiego astronoma. Nie było zatem bezpiecznie wypowiadać publicznie swe poglądy i dlatego Mästlin w akademii wykładał teorię geocentryczną Ptolemeusza. Jednak skupionym wokół siebie studentom, do których miał szczególne zaufanie i z którymi spotykał się poza murami uczelni, wyjaśnił podstawy heliocentryzmu. Te właśnie wykłady wywarły głęboki wpływ na chłonny umysł Keplera i zdecydowały o jego dalszym losie.

Po dwóch latach nauki w tybingańskiej akademii Kepler z wyróżnieniem kończy wydział sztuk wyzwolonych i 11 sierpnia 1591 roku pomyślnie zdaje egzamin magisterski. W następnym roku rozpoczyna studia na wydziale teologicznym, których jednak nie kończy. Gdy bowiem w roku 1594 kierownictwo protestanckiego seminarium w Grazu zwróciło się do senatu akademii w Tybindze o zarekomendowanie jakiegoś zdolnego wychowanka na wakujące stanowisko nauczyciela matematyki, wybór padł właśnie na Keplera. Przyczynił się do tego niewątpliwie Mästlin, który w swym najlepszym uczniu widział zapewne kontynuatora dzieła Kopernika. Nie było więc sądzone Keplerowi zostać luterańskim pastorem, o czym przecież marzył i czego prawdopodobnie tak łatwo się nie wyrzekł. W jednym z listów wysłanych z Grazu do Mästlina pisał: *Chciałem zostać teologiem i długo dręczył mnie niepokój. Jednakże teraz widzę, że oddając się pilnie astronomii też mogę głosić chwałę Boga.*

Działalność pedagogiczna Keplera zyskała pochlebną ocenę kierownictwa seminarium w Grazu. Duży rozgłos przyniósł mu także prognostyk astrologiczny, który dołączył do opracowanego przez siebie kalendarza na rok 1595. Nic więc dziwnego, że społeczeństwo Grazu i kierownictwo tamtejszego seminarium protestanckiego było zainteresowane tym, by zatrzymać nauczyciela o tak rozległej erudycji, by go na stałe związać z miastem. Postanowiono ożenić Keplera ze stałą mieszkanką Grazu i w ten prosty sposób osiągnąć zamierzony cel. W tym też czasie, gdy pracował nad swym pierwszym dziełem astronomicz-

nym, koledzy z seminarium szukali mu odpowiedniej kandydatki na żonę. Ich wybór padł na córkę Josta Müllera, młynarza i właściciela leżącej w pobliżu Grazu posiadłości ziemskiej. Młodzi przypadli sobie do gustu i ich ślub odbył się 27 kwietnia 1597 roku. Jan miał wtedy 26 lat, a Barbara — bo takie imię nosiła wybranka jego serca — 24 lata. O ile jednak ona była dla niego pierwszą żoną, to on dla niej już trzecim mężem. Z pierwszego małżeństwa Barbara miała siedmioletnią córkę Reginę.

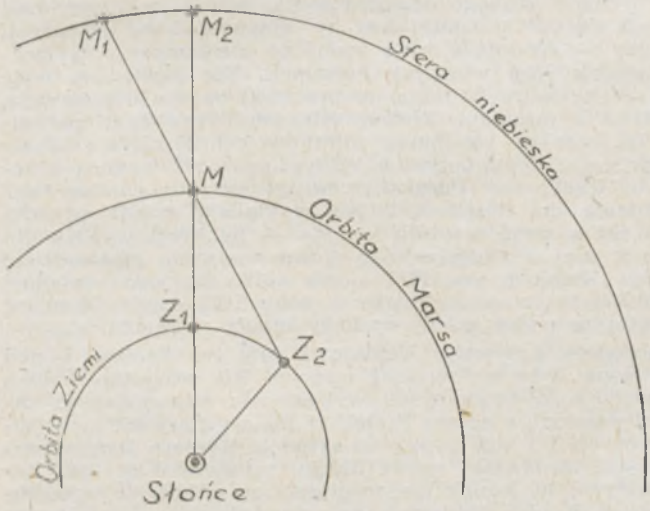
Szczęście choć na krótko uśmiechnęło się do Keplera. Sprawy finansowe nie najgorzej mu się układały, miał młodą i ładną żonę, posiadającą przy tym niewielki domek w Grazu, gdzie postanowili zamieszkać na stałe. Jego pierwsze dzieło naukowe *Prodromus dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium Cosmographicum* (Rozprawa wstępna do prac poświęconych budowie świata, traktująca o Tajemnicy Kosmosu) w roku 1596 ukazało się drukiem. W tym właśnie dziele, znanym pod skróconym tytułem *Mysterium Cosmographicum* (Tajemnice Kosmosu), układ planetarny został przez Keplera przedstawiony w postaci popularnego „kubka kosmograficznego". Jako punkt wyjścia dla swych rozważań przyjął oczywiście układ heliocentryczny Kopernika, zamieniając go jednak w zawiłą kombinację kul i foremnych wielościanów. Słońce znajdowało się pośrodku kuli, której powierzchnię stanowiła sfera Merkurego. Na sferze tej został z kolei opisany ośmiościan foremny, a na nim nowa kula — sfera Wenus. Na niej znowu był opisany dwudziestościan foremny, na którym umieszczono sferę Ziemi. W podobny sposób Kepler wprowadził dwunastościan i sferę Marsa, czworościan i sferę Jowisza, na końcu zaś sześcian i sferę Saturna.

W opisanym wyżej modelu budowy układu planetarnego Kepler dostrzegał wiele luk i niedociągnięć. Dlatego bardzo zależało mu na zbliżeniu do Tychona Brahego (1546—1601), pełniącego w tym czasie funkcję nadwornego astronoma cesarza Rudolfa II w Pradze. W swym słynnym obserwatorium na wyspie Hven zebrał on wiele obserwacji dotyczących położeń planet na niebie, które — jak Kepler słusznie sądził — byłyby przydatne do sprawdzenia koncepcji przedstawionych w „Tajemnicach Kosmosu". Do spotkania będącego u szczytu sławy astronoma duńskiego i stojącego dopiero na progu kariery naukowej niemieckiego matematyka doszło 4 lutego 1600 roku na zamku w Benatkach pod Pragą. Kepler naocznie się wówczas przekonał, że Tycho Brahe faktycznie rozporządza bardzo dobrym materiałem obserwacyjnym, w oparciu o który można zbudować nowy gmach astronomii. Zapragnął tego dokonać, co — jak wiemy z historii nauki o niebie — w pełni mu się udało. Nie było to jednak takie proste, bo Tycho Brahe zazdrośnie strzegł długoletniego dorobku obserwacyjnego. Chciał nim zresztą przebudować własną teorię budowy układu planetarnego i chociaż Kepler odnosił się do niej krytycznie, to jednak przyjął zaproszenie duńskiego astronoma. Ze względu bowiem na swe przekonania religijne musiał opuścić Graz.

Po śmierci Tychona Brahego cesarz Rudolf II mianował Keplera swym nadwornym matematykiem i zlecił mu kontynuowanie rozpoczętych prac. Uczony niemiecki objął więc stanowisko, o którym skrycie marzył już chyba wcześniej, choć nie rozwiązywało ono całkowicie jego problemów życiowych. Otrzymał wprawdzie odpowiednią pensję, ale była ona dużo niższa od uposażenia, jakie cesarz wypłacał Tychonowi Brahemu. Pomimo to Kepler miał powód do zadowolenia, gdyż nomi-

nacja cesarska otwierała przed nim jakże wspaniałą perspektywę. Nieczęsto się przecież zdarza, by dzieło całego życia wielkiego obserwatora, a takim bez wątpienia był Tycho Brahe, przeszło w ręce dobrego teoretyka, jakim z kolei miał się wkrótce okazać Kepler. I w pełni wykorzystał daną mu przez los szansę osiągnięcia, które miało mu zapewnić poczesne miejsce w panteonie ludzi nauki. Sprzyjały zaś temu jego umiejętności rachunkowe, dobre opanowanie geometrii i trygonometrii.

Mając do dyspozycji tak bogaty materiał obserwacyjny Kepler mógł się pokusić o dalszy rozwój myśli Kopernika. Wielki astronom polski dokonał przecież jedynie tyle, ile dokonać mogła myśl geniusza w ciągu jednego życia ludzkiego. Uczynił więc olbrzymi krok, przyznając wirowy i okołosłoneczny ruch Ziemi. Należało uczynić krok następny i wykazać, że ruch ten nie jest równomierny i nie odbywa się po orbicie kołowej. Stwierdzenie powyższe stanowi treść dwóch pierwszych praw Keplera, ogłoszonych przez niego w dziele *Astronomia nova sive physica coelestis tradita commentariis de motibus stellae Martis ex observationibus Tychonis Brahe* (Nowa astronomia czyli fizyka nieba wyłożona w badaniach ruchu gwiazdy Marsa podług obserwacji Tychona Brahego), zwanego krótko *Astronomia nova* (Nowa astronomia). W pracy tej historyk astronomii znajduje piękny przykład poszukiwań takiej teorii budowy świata, aby pozostawała w najlepszej zgodzie z obserwacjami. Należy bowiem zaznaczyć, że Kepler nie miał zamiaru tworzyć jeszcze jednej teorii ruchu planet, by — jak mówiono w średniowieczu — „ratować" obserwowane na niebie zjawiska. On



Rys. 1. Schemat metody zastosowanej przez Keplera przy wyznaczaniu kształtu orbity Marsa (M_1 i M_2 — pozorne położenia Marsa na sferze niebieskiej, Z_1 i Z_2 — położenia Ziemi na orbicie podczas opozycji i po upływie 687 dni, M — rzeczywiste położenie Marsa w przestrzeni).

szukał teorii pokrywającej się z rzeczywistością i dlatego Słońce było dla niego fizycznym, a nie tylko geometrycznym środkiem układu. Swoją teorię budował w oparciu o olbrzymi materiał obserwacyjny Tychona Brahego, słynącego zarówno ze swej iście benedyktyńskiej pracowitości, jak i z doprowadzenia pomiarów położeń planet i innych ciał na sferze niebieskiej do dokładności jednej minuty łuku. W owych czasach było to podziwiane do tego stopnia, iż wzmianka o tym została uwidoczniona na nagrobku duńskiego astronoma.

Do odkrycia swych praw Kepler doszedł na podstawie analizy ruchu Marsa. Przy wyznaczeniu kształtu jego orbity posłużył się pracochłonną, ale stosunkowo prostą metodą. Opierała się ona na obserwacjach opozycji planety, kiedy to wraz z Ziemią leży na jednej linii po tej samej stronie Słońca. Na jego pełne obiegnięcie Mars potrzebuje 687 dni, po czym wraca do tego samego miejsca w przestrzeni. W tym czasie Ziemia zdąży nie tylko okrążyć Słońce (zużywa na to jedynie 365 dni), ale dodatkowo przebiegnie jeszcze więcej niż pięć szóstych swej orbity (jej promień wodzący zakreśli kąt równy 318°). Na skutek tego ziemski obserwator w odstępie czasu 687 dni widzi Marsa w dwóch różnych punktach sfery niebieskiej. Są to oczywiście położenia pozorne, bo faktycznie w obu przypadkach znajduje się on w miejscu przecięcia linii łączącej jego pozorne położenia na niebie z odpowiednimi położeniami Ziemi na orbicie. A ponieważ podczas kolejnych opozycji Mars zajmuje coraz to inne miejsce na swej orbicie, Kepler w oparciu o długoletni materiał obserwacyjny Tychona Brahego mógł wyznaczyć jej kształt.

Dociekania te pochłonęły Keplerowi prawie pięć lat życia. Ostatecznie swe dzieło ukończył w roku 1605, lecz ze względu na sprzeciw spadkobierców Tychona Brahego drukiem wydał je dopiero cztery lata później. Domagali się oni kategorycznie, by oddane mu do dyspozycji obserwacje służyły — zgodnie z wolą zmarłego astronoma — wyłącznie do podbudowania jego własnych koncepcji. Nie brakowało więc Keplerowi różnych kłopotów, a mimo to pracował bardzo intensywnie. Przecież równolegle z pisaniem „Nowej astronomii' pracował nad innymi dziełami. W szerokim wachlarzu zainteresowań Keplera znalazły się między innymi zagadnienia optyczne, którym poświęcił wydaną w roku 1604 pracę *Ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae Pars Optica* (Uzupełnienia do Witelona, które wykładają część optyczną astronomii). Jak już z samego tytułu wynika — punktem wyjścia dla przedstawionych w niej problemów było głośne w swoim czasie dzieło śląskiego uczonego Witelona (ok. 1230 — ok. 1314). Do jego poglądów Kepler odwołuje się także w wydanym w roku 1611 dziele *Dioptrice* (Dioptryka), w którym podał zasady budowy lunety astronomicznej.

Bardzo pracowicie upływały Keplerowi lata w Pradze i pod względem naukowym były nadzwyczaj owocne. Nie wszystko jednak szło po jego myśli, żona bowiem nie wykazywała najmniejszych zainteresowań tymi pracami, a cesarz Rudolf II nie wywiązywał się z zobowiązań finansowych. Po jego abdykacji sytuacja Keplera jeszcze bardziej się pogorszyła, bo chociaż cesarz Maciej zatwierdził go jako cesarskiego matematyka, to jednak nie wypłacał mu należnego uposażenia. W tej sytuacji Kepler zmuszony był przyjąć wysuniętą jeszcze przed abdykacją Rudolfa II propozycję władz Górnej Austrii, by objął stanowisko matematyka okręgowego w Linzu. Nowy cesarz nie zobowiązywał go zresztą do stałego przebywania na swym dworze, wzywając go tam jedynie od czasu do czasu. Nic więc nie stało na przeszko-

dzie, aby Kepler zamieszkał w Linzu i tam kontynuował pracę nad zleconymi mu przez Rudolfa II tablicami planetarnymi.

W kwietniu 1612 roku Kepler opuścił Pragę i w maju tegoż roku zjawił się w Linzu. Przybył sam, bo żona zmarła mu w roku 1611, a osierocone dzieci umieścił chwilowo u krewnych na Morawach. Jego warunki finansowe znacznie się poprawiły, bo chociaż zaległości z dworu cesarskiego nadal wzrastały, ale za to władze Linzu wypłacały mu pobory regularnie. Czuł się tu jednak bardzo samotnie i zaczął rozmyślać o małżeństwie, o czym nawet napisał swej pasierbicy Reginie. Niestety, sprawy matrymonialne musiały chwilowo zejść na dalszy plan ze względu na zatarg z głównym pastorem luterańskim na Górną Austrię, który uważał go za odszczepieńca religijnego i nie chciał przyjąć do tamtejszej gminy protestanckiej. Ale udało się Keplerowi sprawę tę jakoś załatwić i 30 października 1613 roku mógł w swym diariuszu zanotować, że „poślubił niezamożną pannę Zuzannę Reuttinger". Według opinii ówczesnych mieszkańców Linzu była ładną, dwudziestoczteroletnią zaledwie niewiastą. Jej rodzice od dawna nie żyli i dlatego długo przebywała na dworze baronowej Starhemberg, gdzie otrzymała bardzo staranne wychowanie. W liście do jednego z przyjaciół Kepler swą młodą małżonkę określił jako kobietę „miłą, dobrą, pracowitą i wykształconą".

Kepler miał znowu dom i mógł oddawać się swej życiowej pasji. Nie trwało to jednak długo, bo już w roku 1615 niezbędny w pracy naukowej spokój został mu brutalnie zakłócony. Siostra powiadomiła go o tym, że ich stara matka Katarzyna została oskarżona o czary. Musiał to być wielki wstrząs dla uczonego, gdyż doskonale zdawał sobie sprawę z niebezpieczeństwa, w jakim znalazła się ich matka. Obwinione o uprawianie czarnoksięstwa niewiasty jakże często kończyły życie na stosie. Na przykład w Leonbergu w ciągu kilku zaledwie miesięcy na przełomie 1615 i 1616 roku zostało straconych aż sześć kobiet, a w Wyl, rodzinnym mieście Keplera, w którym ogółem za jego czasów mieszkało tylko kilkaset niewiast, w latach 1615—1629 straszliwą śmierć na stosie poniosło 38 rzekomych czarownic. Oskarżenie o obcowanie z diabłami, o uprawianie czarnoksięstwa, było w tym czasie bardzo pospolite w Niemczech. Kepler jednak nie wierzył w czary ani w moc diabłów i postanowił bronić matki wszelkimi sposobami. Po sześciu niezwykle dramatycznych latach mógł wreszcie w swym notatniku napisać: Bóg ocalił życie matce i proces sądowy zakończył.

W roku 1619, a więc w jakże ciężkim okresie swego życia Kepler opublikował znakomite dzieło *Harmonices Mundi libri V* (Harmonia świata w pięciu księgach) i ogłosił w nim trzecie prawo ruchu planet. Wtedy również opracował największe pod względem objętościowym dzieło *Epitome Astronomiae Copernicanae* (Skrót astronomii kopernikowskiej), które w siedmiu tomach ukazało się w latach 1617—1621 we Frankfurcie nad Menem. Ukończył wreszcie tablice planetarne, na cześć cesarza nazwane *Tabulae Rudolphinae* (Tablice Rudolfińskie). Uważał je za najważniejsze dzieło swego życia i pragnął je jak najszybciej wydać. Miał z tym jednak wiele kłopotu, gdyż do tablic planetarnych pretensje rościli spadkobiercy Tychona Brahego, z całą stanowczością domagając się, aby były obliczone zgodnie z wolą duńskiego astronoma i Kepler — wbrew własnym poglądom — musiał się tym wymaganiom podporządkować. W tablicach planetarnych nie ma zatem mowy o ruchu Ziemi dokoła Słońca, lecz mówi się o ruchu Słońca i obiegających go planet dokoła Ziemi.

Podporządkowanie się woli spadkobierców Tychona Brahego nie rozwiązywało problemów Keplera. Tablice planetarne zostały przecież opracowane na zlecenie cesarza i tylko za jego zgodą mogły być drukowane. Tymczasem cesarz Ferdynand II długo się upierał, aby je wydać drukiem w katolickiej Austrii, gdzie Kepler po procesie matki czuł się źle. Katoliccy mieszkańcy Linzu zaczęli go obdarzać takimi epitetami, jak „heretyk" i „syn czarownicy". Po wybuchu wojny trzydziestoletniej stało się to wprost nie do wytrzymania i w końcu uczony musiał opuścić miasto. Po usilnych staraniach cesarz Ferdynand II wyraził wreszcie zgodę na druk tablic planetarnych w protestanckim Ulm, dokąd Kepler przybył 9 listopada 1626 roku i niezwłocznie oddał do druku swe dzieło, które w następnym roku miało opuścić prasę drukarską. Czekając na tę chwilę uczony na prośbę ojców miasta opracował znajdujący się dziś w tamtejszym muzeum kocioł mierniczy, zwany „kotłem Keplera". W oryginalny sposób określa on miary długości, objętości i masy.

W grudniu 1627 roku Kepler przybył do Pragi, chcąc ofiarować przebywającemu tam cesarzowi Ferdynandowi II egzemplarz dopiero co wydanych „Tablic Rudolfińskich" i przy tej okazji załatwić dla siebie miejsce stałego pobytu. Za ofiarowane dzieło otrzymał nagrodę w wysokości 4 tysięcy guldenów, które z polecenia cesarza miały mu po połowie wypłacić władze Ulm i Norymbergi. Nadal miał piastować stanowisko cesarskiego matematyka, ale na zamieszkanie w jednym z głównych miast cesarstwa zgodzono się jedynie pod tym warunkiem, że przejdzie na katolicyzm. Na zmianę zaś wyznania Kepler nie chciał się zgodzić, skutkiem czego znalazł się w bardzo trudnej sytuacji. I wtedy z pomocą przyszedł mu nie mający obiekcji wyznaniowych książę Albrecht Wallenstein (1583—1634). Zaprosił uczonego i jego rodzinę do osiedlenia się w księstwie żagańskim, które otrzymał od cesarza jako nagrodę za swe wojenne czyny.

Kepler przybył do Żagania 25 lipca 1628 roku i spędził tu dwa ostatnie lata swego pracowitego życia. Tu wydał drukiem efemerydy na lata 1616—1620 i tu też przystąpił do druku swego dzieła fantastyczno-naukowego *Somnium seu Astronomia Lunaris* (Sen czyli astronomia księżycowa). Podnietę do opracowania tego dzieła dała Keplerowi młodzieńcza dysertacja, napisana przez niego podczas studiów w Tybindze. Już wtedy bowiem zajmował się obroną teorii Kopernika i swe prokopernikowskie stanowisko chciał podbudować opisem zjawisk oglądanych z Księżyca. Chciał po prostu w swej pracy wykazać niedowiarkom, że zamieszkujące glob księżycowy istoty rozumne byłyby skłonne na podstawie swych obserwacji uważać go za ciało nieruchome, dokoła którego krąży Słońce i planety. W ten sposób Kepler pragnął ułatwić ludziom oswobodzenie się od tradycyjnego sposobu myślenia i przybliżyć im podstawy teorii heliocentrycznej. Jednak do obrony dysertacji wtedy nie doszło ze względu na sprzeciw profesorów akademii w Tybindze. Nikt nie chciał narażać się na przykrości ze strony kościoła protestanckiego, od początku wrogo odnoszącego się do teorii Kopernika. Z tego powodu Kepler musiał na jakiś czas odłożyć swą młodzieńczą pracę i powrócił do niej dopiero w roku 1609, czyli w okresie swego największego rozkwitu naukowego. Wtedy też nadał jej formę „snu", chcąc w ten sposób uniknąć oskarżeń władz kościelnych.

Niestety, w księstwie żagańskim również nie było swobód religijnych, a w dodatku daleko stąd znajdowały się większe ośrodki naukowe. Już z tego względu Kepler chętnie zapewne skorzystałby z zapro-

szenia władz uniwersytetu w Rostocku, które z polecenia księcia Wallensteina zaproponowały mu katedrę matematyki. Jednak w warunkach szalejącej wojny nie kwapił się z przyjęciem tego zaproszenia i wolał zostać w Żaganiu. Lecz wkrótce jego możny opiekun został zdymisjonowany przez cesarza i przestał płacić swemu nadwornemu astrologowi, skutkiem czego do domu Keplera wkradła się bieda. W tej sytuacji zmuszony był jesienią 1630 roku udać się do Regensburga (Ratyzbony), aby obradującemu tam zjazdowi elektorów przedstawić swoją krytyczną sytuację i — jak niektórzy sądzą — upomnieć się o zaległą pensję „cesarskiego matematyka".

Droga do Bawarii była długa, pora niezbyt korzystna do podróży, a stan zdrowia Keplera pozostawiał dużo do życzenia. Po przeszło trzech tygodniach dotarł do Regensburga, ale już śmiertelnie chory. Zamieszkał u przyjaciół, którzy troskliwie zaopiekowali się wielkim uczonym. Jednak wycieńczony organizm nie wytrzymał trudów podróży i po krótkiej, ale ciężkiej chorobie serce Keplera bić przestało. Zmarł 15 listopada 1630 roku w Regensburgu, a trzy dni później został pochowany na miejscowym cmentarzu protestanckim. Lecz nawet po śmierci los nie był dla niego łaskawy. O ile bowiem ciało Kopernika złożono w podziemiach katedry we Fromborku, Tychona Brahego — w tyńskim kościele w Pradze, a Galileusza — w kościele Santa Croce we Florencji, to miejsce wiecznego spoczynku prawodawcy astronomii jest nieznane. Za to każdy maturzysta zna dziś jego trzy prawa, które unowocześniły układ heliocentryczny Kopernika i nadały mu właściwą formę. Polski astronom przeniósł bowiem środek układu planetarnego z Ziemi na Słońce, a na Keplera spadł obowiązek wyznaczyć, po jakich krzywych planety się poruszają i jakie prawa rządzą ich ruchami. Nie ma zatem najmniejszej przesady w twierdzeniu, że odziedziczony przez naukę nowożytną układ heliocentryczny jest dziełem obu uczonych.

Bez układu heliocentrycznego Kopernika nie byłoby praw Keplera, a bez nich nie byłoby współczesnej astronomii ani wieku, dumnie przez nas zwanego „wiekiem kosmicznym". Od śmierci tego wielkiego człowieka upłynęło właśnie trzy i pół stulecia, w ciągu których nauka astronomii zrobiła olbrzymi krok do przodu. Odkryto nowe planety i księżyce, zmierzono bezdenną głębię dzielącą nas od gwiazd, dopatrzono się w nich tysięcy słońc, granice Wszechświata odsunięto niewyobrażalnie daleko. Ale prawa keplerowskie wiążą to wszystko razem, księżyce z planetami, planety ze Słońcem, Słońce z gwiazdami Galaktyki, a ją z kolei z innymi galaktykami. Krótko mówiąc — prace Keplera to jeden z ważniejszych etapów drogi, po której kroczy myśl ludzka w swym odwiecznym dążeniu do poznania prawdy naukowej.

KRONIKA

Amaltea

Dopiero 282 lata pod odkryciu przez Galileusza czterech największych satelitów Jowisza, 9 września 1892 roku Edward E. Barnard po raz pierwszy zaobserwował, za pomocą 36 calowego teleskopu w Obserwatorium Licka w Kaliforni (USA), piątego satelitę największej planety Układu Słonecznego. Nazwano go imieniem nimfy greckiej Amaltei, której powierzono wychowanie młodego Zeusa. Amaltea jest ostatnim

spośród satelitów Jowisza, który został odkryty wizualnie; wszystkie następne były już odkrywane fotograficznie. Ogromne trudności w dostrzeżeniu Amaltei nawet przez największe teleskopy biorą się stąd, że ów słaby obiekt o jasności około 14 wielkości gwiazdowej znajduje się bardzo blisko jasnego Jowisza. Według oszacowań Barnarda Amaltea okrąża Jowisza w ciągu około 12 godzin w odległości około 180 tys. km od środka planety, niemal dokładnie w płaszczyźnie jej równika.

Reprodukowane na pierwszej i drugiej stronie okładki zdjęcia Amaltei wykonane zostały za pomocą sondy kosmicznej Voyager 1, która 4 marca 1979 roku zbliżyła się do satelity na odległość około 440 tys. km. Okazało się, że Amaltea jest wydłużoną bryłą o nieregularnych kształtach i rozmiarach 269 × 164 × 153 km. Największa oś satelity jest stale skierowana ku środkowi planety, czyli — podobnie jak w przypadku Księżyca — okres obrotu Amaltei jest równy okresowi obiegu wokół Jowisza. Warto tu zauważyć, że każdy z naturalnych satelitów Układu Słonecznego, którego okres obrotu udało się wyznaczyć, obiega swą macierzystą planetę w ten sposób, że zawsze jest do niej zwrócony tą samą stroną.

Powierzchnia Amaltei jest ciemna o czerwonym zabarwieniu. Komputerowa analiza zdjęć wskazuje na istnienie licznych kraterów. Widmo promieniowania odbitego od powierzchni wskazuje na podobieństwo do chondrytów węglowych.

Wg *Griffith Observer*, 1980, Vol. 44, No. 2.

K. ZIOŁKOWSKI

Jeszcze jeden satelita Jowisza

W tegorocznym numerze lipcowym *Uranii* donosiliśmy o odkryciu na jednym ze zdjęć przekazanych na Ziemię za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2 nowego satelity Jowisza oznaczanego 1979 J 1. Poszukując jego śladów na zdjęciach Voyagera 1 Stephana P. Synott (Jet Propulsion Laboratory, USA) odkrył jeszcze jednego satelitę największej planety Układu Słonecznego, który otrzymał oznaczenie 1979 J 2. Satelita ten okrąża planetę w ciągu 16 godzin i 16 minut w odległości około 151 tys. km od powierzchni Jowisza czyli promień jego orbity jest równy około 223 tys. km. 1979 J 2 porusza się więc między orbitami Amaltei i Io. Średnica nowego satelity jest oceniana na około 70—80 km czyli jest on mniej więcej dwukrotnie większy od satelity 1979 J 1. Tak więc znamy obecnie 15 satelitów Jowisza nie uwzględniając satelity odkrytego w 1975 roku przez Ch. Kowala, gdyż odkrycie to nie zostało dotychczas potwierdzone.

Wg *Sky and Telescope*, 1980, Vol. 60, No. 1.

K. ZIOŁKOWSKI

Czy średnica Słońca maleje?

Ożywione dyskusje wywołało niedawne doniesienie J. Eddy'ego i A. Boornaziana o zauważonym przez nich stopniowym zmniejszaniu się średnicy Słońca o wielkość rzędu 0,1% na wiek. Podany wynik jest jednym z rezultatów prac nad historycznymi dowodami długookresowej zmienności naszej gwiazdy dziennej. Zmniejszanie się średnicy Słońca odkryto analizując obserwacje południkowe wykonane w Obserwatorium

Greenwich w latach 1836—1953. Według wspomnianych badaczy horyzontalna (E—W) średnica Słońca maleje o 2″,25 na wiek, zaś średnica wertykalna (N—S) o 0″,75 na wiek. Większą wagę przywiązuje się do pierwszej wielkości ponieważ na jej ustalenie nie wpływa refrakcja atmosferyczna. Podobna, wykonana również przez Eddy'ego i Boornaziana, analiza obserwacji z lat 1894—1950 prowadzonych w Obserwatorium Morskim USA, potwierdziła przytoczone wyżej rezultaty. Dodatkowym argumentem za słusznością ich hipotezy jest fakt, że zaćmienie słoneczne z 9 kwietnia 1567 roku obserwowane w Rzymie przez Klawiusza, opisane zostało jako obrączkowe chociaż teoretycznie powinno być całkowite. Hipoteza zmniejszania się rozmiarów Słońca została poddana w wątpliwość przez I. Shapiro, opierającego swój wywód na obserwacjach przejść Merkurego na tle tarczy słonecznej. Z przeanalizowanych 23 przejść z lat 1736—1973 wynika, że prędkość zmiany średnicy Słońca wynosi 0″,05 ± 0″,10 na stulecie, czyli że średnica jest stała w granicy błędu obserwacyjnego. Do podobnego wniosku doszedł L. V. Morrison, analizując przejścia Merkurego z okresu 1723—1973. Niezgodność konkluzji tych ostatnich badaczy z wynikami Eddy'ego i Boornaziana tłumaczy się z jednej strony stopniowo pogarszającą się od połowy ubiegłego wieku przezroczystością atmosfery w Londynie w rezultacie rosnącego zużycia węgla opałowego, z drugiej zaś niedoskonałością wczesnych technik obserwacyjnych a przede wszystkim instrumentu przejściowego w Greenwich, służącego do pomiarów wykorzystanych w opisanej pracy.

Sky and Telescope, **60**, 10 (1980).

ZBIGNIEW PAPROTNY

Aktywność Słońca a życie na Ziemi

Intensywne strumienie cząstek naładowanych, emitowanych w trakcie szczególnie potężnych rozbłysków słonecznych, mogą w znacznym stopniu naruszyć chroniącą Ziemię warstwę ozonu (ozonosferę). To w rezultacie mogłoby wywołać katastrofalne zmiany w rozwoju życia ziemskiego. Szacując na 10^{10} ergów/cm^2 strumień energii generowany przez podobne rozbłyski, niektórzy badacze konkludują, że mogą one zdarzać się raz na 100 tysięcy lat. Szeroko zakrojone badania nad aktywnością Słońca, a szczególnie jej prognozowaniem dla celów lotnictwa i astronautyki prowadzi amerykańska agencja NOAA w swoim ośrodku w Boulder, Colorado. Z jej prac wynika między innymi, że promieniowanie pochodzące z intensywnych wybuchów na Słońcu może być niebezpieczne dla pasażerów samolotów poruszających się na dużych wysokościach, szczególnie jeśli trasy przelotów wiodą nad rejonami biegunów ziemskich. Ilustracją wagi prac nad prognozowaniem podobnych zjawisk jest fakt, że wybuchy obserwowane na Słońcu w sierpniu 1972 roku byłyby śmiertelne dla astronautów misji Apollo — gdyby wtedy wysłano taką na Księżyc.

Science News, **114**, 423 (1978).

ZBIGNIEW PAPROTNY

Atmosfery Tytana i Trytona

Podolak i współpracująca z nim grupa analizowali właściwości optyczne produktów fotopolimeryzacji C_2H_2, C_2H_4 oraz HCN (1). Określoną w trakcie badań zdolność rozpraszania światła oraz albedo otrzyma-

nych polimerów zestawiono, tworząc teoretyczne widmo Tytana. Okazało się, że zadowalająca zgodność widma teoretycznego z obserwowanym dotyczy jedynie produkcji polimeryzacji etylenu C_2H_4.

Rezultaty obserwacji Trytona w zakresie podczerwonym (1,4—1,6 mkm), wykonanych w kwietniu 1978 roku za pomocą 4-metrowego teleskopu Kitt Peak, przedstawione zostały w artykule Cruikshanka (2). W widmie refleksyjnym odkryto szerokie pasmo absorpcyjne wycentrowane na fali 2,3 mkm, za które odpowiadać może gazowy metan. Jego ciśnienie w punkcie podsłonecznym oceniono na $(1 \pm 0{,}5) \times 10^{-4}$ bara, (tj. $0{,}1 \pm 0{,}05$ hPa), przy założeniu równowagi par metanu nad powierzchnią z metanu zestalonego. Trzeba jednak dodać, że w widmie Trytona nie obserwowano pasma absorpcyjnego na fali 1,7 mkm, które powinno by wystąpić, gdyby ten księżyc pokryty był stałym metanem. Obserwowane przez Cruikshanka widmo nadfioletowe Trytona świadczy raczej na rzecz kamiennej lub pyłowej powierzchni księżyca, niż o obecności pokrywy z lodu lub szronu metanowego. Ponieważ temperatura w punkcie podsłonecznym sięgać może 53—57 kelwinów (przy albedo geometrycznym 0,2—0,4), metan w postaci szronu kondensować może na nocnej półkuli Trytona.

(1) Podolak M. i in., *Icarus*, **40**, 193 (1979).
(2) Cruikshank D. P. i in., *Astrophys. J.*, **233**, 1016 (1979).

ZBIGNIEW PAPROTNY

Muzyka sfer niebieskich

Regularność ruchów planetarnych z dawien dawna próbowano tłumaczyć jakąś mistyczną harmonią niebios. Nie inaczej interpretował je Kepler, sam zresztą uprawiający muzykę. Analogie między orbitami planet a muzyką były przedmiotem jego rozważań w wydanym w 1619 roku dziele „Harmonices Mundi". Podstawą wyobrażeń Keplera w tym względzie były odkryte przezeń prawa rządzące ruchami planet a także założenie, że wysokość dźwięku właściwego danej planecie jest proporcjonalna do prędkości kątowej jej ruchu orbitalnego. Zmiany tej prędkości dla każdej z planet od Merkurego do Saturna Kepler wyraził serią nut, powtarzającą się przy każdym obiegu planety wokół Słońca. Ponieważ w czasie jednego obiegu Saturna Merkury zdąży obiec Słońce aż 122 razy, na jeden motyw muzyczny Saturna nakładają się 122 motywy Merkurego. Ruch wszystkich planet tworzy w ten sposób złożoną i zmienną konstrukcję dźwiękową. Owa muzyka sfer niebieskich, dostępna Keplerowi tylko w formie wyobrażenia, zrealizowana została jako nagranie muzyczne przez naukowców z uniwersytetów Yale i Princeton (1, 2). Trzy i pół wieku po ukazaniu się w Linzu „Harmonices Mundi" umożliwił to komputer sprzężony z syntezatorem. Do znanych Keplerowi sześciu planet dodano ruchy Urana, Neptuna i Plutona, tworząc 40-minutowy zapis płytowy, obejmujący 264 lata ruchów planetarnych (od urodzin Keplera w 1571 roku do końca 1835), a w nim 1100 obiegów Merkurego i jeden Plutona. Zdaniem znanego krytyka muzycznego Harolda Schonberga, nagranie bardzo przypomina awangardową muzykę elektroniczną z przełomu lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych (3).

(1) Rodgers J. i in., *American Scientist*, **67**, 286 (1979).
(2) *Sky and Telescope*, **58**, 124 (1979).
(3) Schonberg H. C., *New York Times* z 24 kwietnia 1979 roku.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Teleskop biegunowy

Mało znany jest fakt, że w swoim czasie odlane zostały dwa bloki pyreksowe, przeznaczone do wykonania z nich zwierciadła 6-metrowego Wielkiego Teleskopu Azymutalnego w ZSRR. Pierwsze lustro zainstalowano w roku 1976. Wykorzystując drugi blok, wyszlifowano z niego niedawno analogiczne zwierciadło 6-metrowe. Ponieważ okazało się ono lepsze od poprzedniego pod względem precyzji wykonania powierzchni czynnej, dokonano wymiany zwierciadeł, zakończonej we wrześniu 1979 roku. Zbyteczne lustro proponuje się wykorzystać w charakterze teleskopu biegunowego. Ustawione na stoku górskim w pobliżu kopuły 6 m teleskopu, skierowane ono byłoby stale ku północnemu biegunowi nieba. Dobowy ruch sfery niebieskiej kompensowany byłby odpowiednią rotacją kasety z materiałami światłoczułymi. Realizacja tego projektu pozwoliłaby na znaczne rozszerzenie zbioru standardów fotometrycznych, przedłużając w stronę słabych źródeł promieniowania takie standardy jak na przykład znany wszystkim miłośnikom astronomii Północny Ciąg Biegunowy.

Karaczencew I. D., *Priroda*, 1980, nr 6, 67.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Przenośne planetarium „Starlab"

Użyteczność aparatury planetarium w nauczaniu astronomii, a zwłaszcza orientacji na niebie, skłania konstruktorów do poszukiwania nowych, prostych rozwiązań technicznych w dziedzinie budowy takiej aparatury. W efekcie tych prac pojawiło się ostatnio przenośne planetarium „Starlab" (SL-200), skonstruowane w Learning Technologies Inc., w stanie Massachussetts. Cała aparatura, wraz z namiotem spełniającym rolę sali z półkulistym ekranem, mieści się w kilku walizkach i waży łącznie około 30 kilogramów. Kopułę planetarium, o średnicy około 5 m, mieszczącą 30 osób, można zmontować na dowolnie płaskim podłożu. Uzyskuje się to w ciągu trzech minut, nadmuchując namiot wykonany z nylonowej tkaniny, odpowiednio wzmocnionej. Do namiotu wchodzi się przez dość niską specjalną „śluzę" w kształcie jakby rękawa.

Na ekranie planetarium SL-200 otrzymuje się obrazy około trzech tysięcy gwiazd jaśniejszych od $5^{m}5$ — rzutowanych z cylindra, na powierzchni którego znajdują się otwory o średnicach kilku setnych milimetra. Wewnętrz cylindra znajduje się żarówka, której światło przechodzi przez otwory w ścianach cylindra — nie stosuje się tu specjalnej optyki. Pozycje gwiazd są odtwarzane na półkulistym ekranie z dokładnością do jednej minuty w rektascensji i sześciu minut kątowych w deklinacji.

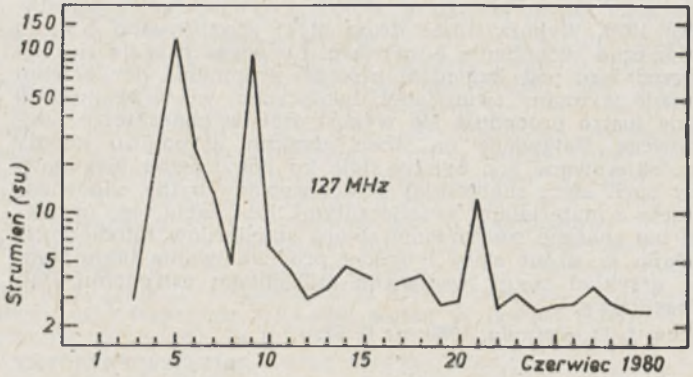
Za pomocą omawianej aparatury można pokazać niebo nocne oglądane w dowolnej porze roku i z dowolnego punktu północnej półkuli Ziemi. Łącznie można tu pokazać 48 gwiazdozbiorów. Dodatkowe projektory rzutują na ekran mapy Ziemi i linie ułatwiające określenie współrzędnych gwiazd.

Obecnie w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie podróżuje już około stu planetariów SL-200.

MARIA PAŃKÓW

OBSERWACJE

Raport VI o radiowym promieniowaniu Słońca



Średni strumień miesiąca: 13,5 su (127 MHz, 27 dni obserwacji). Średnia miesięczna wskaźników zmienności: 0,3.

Na częstotliwości 127 MHz zaobserwowano 16 zjawisk niezwykłych (w tym 8 burz szumowych). Największy strumień — około 11 000 su — zarejestrowano dnia 9 VI o godz. 1132,1 UT podczas burzy szumowej. Spośród pozostałych zjawisk warto wyróżnić dnia 8 VI wybuch typu 42 SER, którego strumień o godz. 1041,2 UT wynosił 5200 su, dnia 6 VI wybuch o godz. 0857,7 UT podczas burzy szumowej (4300 su) oraz dnia 29 VI wybuch typu 49 GB z maksimum o godz. 1042 UT (3800 su).

Na częstotliwości 2800 MHz brak obserwacji z powodu awarii odbiornika.

Toruń, 4 lipca 1980 r.

GRAŻYNA GAWROŃSKA, HENRYK WEŁNOWSKI

Komunikat Centralnej Sekcji Obserwatorów Słońca nr 6/80

Aktywność plamotwórcza Słońca w czerwcu 1980 r. była wysoka choć nieco zmniejszyła się w stosunku do miesiąca poprzedniego. Średnia miesięczna względna liczba plamowa *(month mean Wolf Number)* za

czerwiec 1980 r. . . . . R = 182,3

W ciągu czerwca odnotowano na widocznej tarczy Słońca powstanie 38 nowych grup plam słonecznych. W większości były to grupy niewielkie lub średniej wielkości. Odnotowano tylko jedną dużą grupę nr 1090, która przeszła przez południk środkowy w dniu 2 czerwca. Na uwagę zasługuje bardzo rozbudowana grupa nr 1066 z b. dużą liczbą niewielkich plam, dochodzącą do 65. Grupa ta przeszła przez południk środkowy w dniu 8 czerwca. Warto również wyróżnić dwie średniej wielkości grupy nr nr 1074 i 1077 praktycznie na tej samej długości heliograficznej i w niewielkiej, bo zaledwie 6° odległości w szerokości. Przeszły one przez południk środkowy 14 czerwca. Szacunkowa średnia miesięczna powierzchnia plam *(month mean Area of Sunspots)* za miesiąc.

czerwiec 1980 r. . . . . S = 1496 · 10^{-6} p.p.s.

Wskaźnik zmienności plamowej cyklu (*Solar Variability Index*) do grudnia 1979 r.: Z = 9,7. Średnia miesięczna konsekutywna liczba plamowa z 13 miesięcy za grudzień 1979 r. wyniosła R = 162,5.

Dzienne liczby plamowe (*Daily Wolf Numbers*) za VI 1980 r.: 178, 175, —, 173, 182, 174, 178, 178, 213, 194, 227, 201, 202, 179, 160, 155, 158, 152, —, 201, 205, 203, 207, 214, 198, 188, 193, 186, 143, 100.

Wykorzystano: 179 obserwacji 20 obserwatorów w 28 dniach obserwacyjnych. Obserwatorzy: P. Altermatt, M. Biesiada, J. Brylski, U. Bendel, A. Lazar, D. Lis, S. Lis, P. Machata, R. Miglus, L. Nowak, A. Pilski, Z. Rzepka, M. Siemieniako, B. Szewczyk, J. Sztajnykier, Ł. Szymańska, W. Szymański, P. Urbański, W. Zbłowski, Z. Ziółkowski.

Dąbrowa Górnicza, 7 lipca 1980 r.

WACŁAW SZYMAŃSKI

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Grudzień 1980 r.**

Słońce

W tym miesiącu osiąga najniższy punkt ekliptyki pod równikiem niebieskim wstępując 21 grudnia w znak Koziorożca. Mamy wtedy początek zimy astronomicznej oraz najdłuższą noc i najkrótszy dzień na naszej półkuli. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 7^h22^m, zachodzi o 15^h27^m, 21 grudnia wsch. o 7^h43^m, zach. o 15^h26^m, a 31 grudnia wsch. o 7^h45^m, ale zach. o 15^h33^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 13^h czasu środk.-europ.)

Data 1980	P	B_0	L_0	Data 1980	P	B_0	L_0
XII 1	+15°86	+0°76	196°28	XII 17	+8°99	—1°28	345°46
3	+15.07	+0.50	169.92	19	+8.06	—1.54	319.11
5	+14.26	+0.24	143.57	21	+7.62	—1.78	292.76
7	+13.42	—0.00	117.21	23	+6.17	—2.04	266.42
9	+12.58	—0.26	90.86	25	+5.21	—2.28	240.07
11	+11.70	—0.52	64.51	27	+4.25	—2.52	213.72
13	+10.82	—0.78	38.16	29	+3.28	—2.76	187.38
15	+ 9.90	—1.03	11.81	31	+2.30	—3.00	161.04

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; L_0, B_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$16^d10^h36^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

W pierwszej połowie miesiąca będziemy mieli ciemne, bezksiężycowe noce, bowiem kolejność faz Księżyca jest w grudniu następująca: nów 7^d16^h, pierwsza kwadra 15^d3^h, pełnia 21^d19^h, ostatnia kwadra 29^d8^h.

W perygeum Księżyc znajdzie się 19 grudnia, a w apogeum dwukrotnie, 3 i 30 grudnia. W grudniu tarcza Księżyca zakryje dwie jasne gwiazdy, Aldebarana i Regulusa, ale zjawiska te będą u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

W pierwszych dniach miesiąca możemy dostrzec Merkurego, świecącego rankiem nisko nad wschodnim horyzontem jak gwiazda —0.6 wielkości. Natomiast przez cały miesiąc nad wschodnim horyzontem błyszczy Wenus jako Gwiazda Poranna —3.4 wielkości. W drugiej połowie nocy możemy też obserwować nad południowo-wschodnim horyzontem świecących blisko siebie Jowisza i Saturna: Jowisz błyszczy jak jasna gwiazda —1.6 wielkości, a znacznie słabszy Saturn jak gwiazda +1.1 wielkości. Przez lunety możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech najjaśniejszych księżyców Jowisza. Pozostałe planety są niewidoczne.

Za pomocą lunety możemy też poszukiwać planetoidę Pallas, widoczną w pierwszej połowie nocy wśród gwiazd 8 wielk. Dla łatwiejszego odnalezienia planetoidy na niebie podajemy jej współrzędne równikowe dla kilku dat: 1^d rekt. 1^h57^m3, dekl. —26°5′; 11^d rekt. 1^h54^m7, dekl. —25°48′; 21^d rekt. 1^h54^m9, dekl. —25°2′; 31^d rekt. 1^h57^m6, dekl. —23°54′.

Meteory

W grudniu promieniują dwa stałe roje meteorów: Geminidy i Ursydy. Geminidy promieniują od 7 do 15 grudnia, przy czym maksimum przypada 14 grudnia nad ranem: rekt. 7^h28^m, dekl. +32° (współrzędne radiantu). Ursydy mają radiant w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy (rekt. 14^h28^m, dekl. +78°), promieniują od 17 do 24 grudnia, a maksimum przypada 22 grudnia. Warunki obserwacji Geminidów są w tym roku dobre, Ursydów mniej korzystne (Księżyc bliski pełni), ale istnieje pilna potrzeba obserwowania tego roju.

* *
*

1^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy koniec przejścia: cienia o 2^h47^m, księżyca 1 o 3^h53^m. Wieczorem Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z dwiema planetami: o 18^h z Jowiszem w odl. 3°, o 22^h z Saturnem w odl. 2°.

2^d Księżyc 2 wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy Jowisza, a księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy (z lewej strony w lunecie odwracającej). O 2^h54^m obserwujemy początek zaćmienia 3 księżyca. Koniec przejścia księżyca 2 nastąpi o 4^h9^m. O 6^h4^m księżyc 3 pojawi się nagle blisko brzegu tarczy (koniec zaćmienia), by o 7^h26^m skryć się za tarczą planety.

3^d15^h Złączenie Merkurego z Uranem w odl. 1°.

4^d22^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

6^d1^h Złączenie Księżyca z Uranem w odl. 5°.

8^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. O 2^h26^m pojawia się cień księżyca 1 na tarczy planety, a o 3^h35^m księżyc 1 roz-

poczyna przejście na jej tle. Koniec przejścia cienia nastąpi o 4^h41^m, a księżyca 1 o 5^h49^m.

9^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza, a na tarczy planety widoczny jest cień księżyca 2. O 3^h0^m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 1. O 4^h8^m księżyc 2 rozpoczyna przejście na tle tarczy, a jego cień kończy swoje przejście o 4^h33^m. Księżyc 2 kończy przejście o 6^h47^m i pojawia się w polu widzenia lunety, ale o 6^h51^m księżyc 3 znika nagle w cieniu planety (początek zaćmienia) i już do wschodu Słońca nie będzie widoczny.

11^d14^h Złączenie Merkurego z Antaresem (w odl. 5°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka).

$14^d/^h$ Złączenie Neptuna ze Słońcem.

15^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy początek przejścia: cienia o 4^h20^m, księżyca 1 o 5^h31^m. 0 15^h planetoida Pallas nieruchoma w rektascensji.

16^d3^h Wenus w złączeniu z Uranem w odl. 1°. Księżyc 1 Jowisza ukryty jest za tarczą planety, a księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy: o 4^h24^m cień tego księżyca pojawi się na tarczy Jowisza. Koniec zakrycia księżyca 1 obserwujemy o 4^h55^m, początek przejścia księżyca 2 o 6^h46^m, a cień tego księżyca będzie widoczny do 7^h7^m.

18^d Księżyc 2 ukryty jest za tarczą Jowisza; koniec zakrycia obserwujemy o 4^h26^m.

20^d Do 3^h52^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 3 księżyca, a sam księżyc o 5^h48^m dopiero rozpocznie swoje przejście. O 9^h bliskie złączenie Księżyca z Aldebaranem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Byka; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w północno-wschodniej Azji, w północnej części Ameryki Północnej i na Grenlandii.

$21^d17^h56^m4$ Słońce wstępuje w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270°; mamy początek zimy astronomicznej.

23^d Księżyc 1 zbliża się do lewego brzegu tarczy Jowisza (w lunecie odwracającej) i o 3^h24^m znika nagle w cieniu planety (początek zaćmienia), wędruje dalej przez strefę cienia i za tarczą planety, by ukazać sie spoza niej o 6^h50^m (koniec zakrycia). O 6^h57^m na tarczy Jowisza pojawi się cień księżyca 2.

24^d Obserwujemy koniec przejścia cienia 1 księżyca (o 2^h56^m) i samego księżyca 1 (o 4^h8^m) na tle tarczy Jowisza.

25^d Od 4^h10^m do 5^h31^m po górnym brzegu (w lunecie odwracającej) tarczy Jowisza wędruje wolno plamka cienia księżyca 4.

26^d4^h Bliskie złączenie Księżyca z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie tylko na północnej Syberii.

27^d Od 4^h46^m do 7^h50^m na tle tarczy Jowisza przechodzi cień jego księżyca 3, a sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy.

29^d Po raz drugi w tym miesiącu Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno o 8^h z Jowiszem (w odl. 3°) i o 9^h z Saturnem (w odl. 2°).

31^d Księżyc 3 Jowisza ukryty jest za tarczą planety. O 2^h35^m na tarczy Jowisza pojawi się cień księżyca 1, a o 2^h39^m ukaże się spoza niej księżyc 3 (koniec zakrycia). O 3^h49^m księżyc 1 rozpocznie przejście na tle tarczy. Koniec przejścia cienia obserwujemy o 4^h49^m, koniec przejścia księżyca 1 nastąpi o 6^h2^m.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

M. Kubiak — Astronomical tests for the determination of the age of megalithic circles at Odry.

L. Zajdler — Odry — Tucholian „Stonehenge" and Capella — Pomeranian Sirius.

S. R. Brzostkiewicz — Johann Kepler.

Chronicle: Amaltea — one more satellite of Jupiter — Does the diameter of the Sun decrease? — The Solar activity and the life on the Earth — Atmospheres of Titan and Triton — The music of the celestial spheres — A polar telescope — The removal planetarium „Starlab".

Observations.

Astronomical calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Кубяк — Астрономические попытки определения возраста каменных кругов в Одрах.

Л. Зайдлер — Одры — тухольский „Stonehenge" а Капелла — поморский Сириус.

С. Т. Бжосткович — Иоганн Кеплер.

Хроника: Амальтеа — Ещё один спутник Юпитера — Уменшается ли диаметр Солнца? — Солнечная активность а жизнь на Земле — Атмосферы Титана и Тритона — Музика небесных сфер — Телескоп в полярной установке — Переносной планетарий „Starlab".

Наблюдения.

Астрономический календарь.

Redakcja i Administracja: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Gł., 31-027 Kraków, Solskiego 30/8, tel. 238-92; Nr k-ta PKO I OM 35510-16391-132. Red. nacz.: L. Zajdler, 02-590 Warszawa, ul. Drużynowa 3, tel. 44 49 35. Sekr. red.: K. Ziołkowski. Red. tech.: Z. Korczyńska. Przewodn. Rady Redakcyjnej: S. Piotrowski. Warunki prenumeraty dla członków PTMA (25% zniżki) — zł 72.— (bez składki członkowskiej), cena 1 egzemplarza — zł 8.—. Zgłoszenia w Redakcji, adres jak wyżej.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie. 1980. Nakład 3300 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 4441/80 — H-17 — 3.300

Cena zł 8.—

deks 38001