

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

ROCZNIK ASTRONOMICZNY

NA ROK 2023

LXXVIII



WARSZAWA 2022

Redaktor naukowy Rocznika Astronomicznego
Jan Kryński

Autorzy: Jan Kryński, Marcin Sękowski

Adres Redakcji:
Instytut Geodezji i Kartografii
02-679 Warszawa, ul. Modzelewskiego 27
email: msek@igik.edu.pl
http://www.igik.edu.pl

Prenumerata:
email: biblioteka@igik.edu.pl

Przy projektowaniu okładki wykorzystano atlas nieba Jana Heweliusza
JOHANNIS HEVELII, URANOGRAPHIA, TOTUM COELUM STELLATUM, 1690
reprint wydawnictwa Uzbeckiej Akademii Nauk, Taszkent, 1968

Copyright © Instytut Geodezji i Kartografii
ISSN 0209-0341
ISBN 978-83-60024-30-0

INSTYTUT GEODEZJI I KARTOGRAFII

Druk: POLIMAX R. Sulawa s-ka kom., ul. Nowoursynowska 161L, 02-787 Warszawa,
ze składu komputerowego przygotowanego w CGG IGiK.

SPIS TREŚCI

Skróty stosowane w Roczniku Astronomicznym	4
Przedmowa	5
Dni świąteczne, pory roku, stałe precesyjne, obserwatoria astronomiczne	7
Czas gwiazdowy Greenwich i Kąt Obrotu Ziemi	8÷11
Słońce, współrzędne równikowe, wschody i zachody w Warszawie	12÷19
Księżyc, współrzędne równikowe, wschody i zachody w Warszawie	20÷27
Momenty wejść Słońca w znaki Zodiaku	28
Planety, współrzędne równikowe	28
Fazy Księżyca, apogeum i perigeum	29
Tablice do obliczania czasu wschodu i zachodu Słońca i Księżyca poza Warszawą	30÷31
Wschód i zachód Słońca w niektórych miastach Polski	32÷33
Wschód i zachód Słońca w niektórych stolicach europejskich	34
Kalendarz astronomiczny — wschody i zachody Słońca oraz wybranych planet w Warszawie .	35
Zaćmienia Słońca i Księżyca	36÷37
Konfiguracje planet	38
Przybliżony azymut Biegunowej	39
Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej	40
Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej	41
Współrzędne bieguna <i>CIP</i> i poprawka do czasu uniwersalnego	42÷43
Refrakcja i ekstynkcja	44÷45
Zestawienie gwiazdozbiorów	46÷47
Mapa nieba gwiazdzistego	48÷51
Sygnały czasu	52
Mapa deklinacji magnetycznej	53
Niektóre stałe, definicje i wzory astronomiczne i geodezyjne	54÷59
Objaśnienia — część ogólna	60÷77
Objaśnienia — część szczegółowa	78÷89
Współczynniki do wzorów interpolacyjnych	90
Rezolucje XXXI ZG IAU	91÷92

SKRÓTY STOSOWANE W ROCZNIKU

BG	—	Borowa Góra
BIH	—	Bureau International de l'Heure (Międzynarodowe Biuro Czasu)
BIPM	—	Bureau International des Poids et Mesures (Międzynarodowe Biuro Wag i Miar)
BCRS	—	Barycentric Celestial Reference System (Barycentryczny Niebieski System Odniesienia)
CEO	—	Celestial Ephemeris Origin (Niebieski Efemerydalny Punkt Początkowy)
CEP	—	Celestial Ephemeris Pole (Efemerydalny Biegun Niebieski)
CIO	—	Celestial Intermediate Origin (Niebieski Pośredni Punkt Początkowy)
CIO*	—	Conventional International Origin (międzynarodowy umowny średni biegun północny Ziemi)
CIP	—	Celestial Intermediate Pole (Pośredni Biegun Niebieski)
CRP	—	Conventional Reference Pole (Konwencjonalny Biegun Odniesienia)
CSE	—	czas środkowoeuropejski (str. 74)
CTRS	—	Conventional Terrestrial Reference System (Konwencjonalny Ziemi System Odniesienia)
DORIS	—	Doppler Orbit Determination and Radio Positioning Integrated on Satellite (francuski globalny system nawigacyjny dla obiektów naziemnych i kosmicznych)
DUT1	—	różnica czasów <i>UT1</i> i <i>UTC</i>
EOP	—	Earth Orientation Parameters (parametry ruchu obrotowego Ziemi)
ERA	—	Earth Rotation Angle (Kąt Obrótu Ziemi) (str. 64)
ET	—	Czas Efemeryd (str. 75)
FK4	—	czwarty fundamentalny katalog gwiazd
FK5	—	piąty fundamentalny katalog gwiazd
FK6	—	szósty fundamentalny katalog gwiazd
GCRS	—	Geocentric Celestial Reference System (Geocentryczny Niebieski System Odniesienia)
GMT	—	czas słoneczny średni Greenwich (str. 71)
GMST	—	średni czas gwiazdowy Greenwich (str. 72)
GPS	—	Global Positioning System (Globalny System Nawigacyjny)
GPST	—	GPS Time (czas GPS)
GRS	—	Geodetic Reference System (Geodezyjny System Odniesienia)
GSD	—	patrz <i>JSD</i>
GST	—	prawdziwy czas gwiazdowy Greenwich (str. 72)
GTRS	—	Geocentric Terrestrial Reference System (Geocentryczny Ziemi System Odniesienia)
IAU	—	International Astronomical Union (Międzynarodowa Unia Astronomiczna)
ICRS	—	International Celestial Reference System (Międzynarodowy Niebieski System Odniesienia)
IERS	—	International Earth Rotation and Reference Systems Service (Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia)
ILS	—	International Latitude Service (Międzynarodowa Służba Szerokości)
IPMS	—	International Polar Motion Service (Międzynarodowa Służba Ruchu Bieguna)
IRM	—	IERS Reference Meridian (południk zerowy IERS)
IRP	—	IERS Reference Pole (biegun odniesienia IERS)
IRS	—	Intermediate Reference System (Pośredni System Odniesienia)
ITRS	—	International Terrestrial Reference System (Międzynarodowy Ziemi System Odniesienia)
IUGG	—	International Union of Geodesy and Geophysics (Międzynarodowa Unia Geodezji i Geofizyki)
JD	—	data juliańska odniesiona do czasu ziemskiego (<i>TT</i>) (str. 77)
JED	—	data juliańska odniesiona do skali Czasu Efemeryd (str. 77)
JPL	—	Jet Propulsion Laboratory
JSD	—	juliańska data gwiazdowa (str. 77)
LLR	—	Lunar Laser Ranging (laserowe pomiary odległości do Księżyca)
MJD	—	zmodyfikowana data juliańska (str. 77)
NRO	—	Non-Rotating Origin (Nieobracający się Punkt Początkowy)
RA	—	Rocznik Astronomiczny IGiK
SAO	—	Smithsonian Astrophysical Observatory
SDT	—	Dynamiczny Czas Gwiazdowy (str. 73)
SI	—	Système International d'Unités (międzynarodowy system jednostek)
SLR	—	Satellite Laser Ranging (laserowe pomiary odległości do sztucznych satelitów Ziemi)
TAI	—	Międzynarodowy Czas Atomowy (str. 69)
TCB	—	czas współrzędnych barycentrycznych (str. 70)
TCG	—	czas współrzędnych geocentrycznych (str. 70)
TDB	—	Barycentryczny Czas Dynamiczny (str. 70)
TDT	—	Ziemi Czas Dynamiczny (str. 76)
TEO	—	Terrestrial Ephemeris Origin (Ziemi Efemerydalny Punkt Początkowy)
TIO	—	Terrestrial Intermediate Origin (Ziemi Pośredni Punkt Początkowy)
TT	—	Czas Ziemi (str. 69)
USNO	—	US Naval Observatory
UT	—	czas uniwersalny (str. str. 71, 74)
UT0	—	czas uniwersalny prawdziwy (str. 74)
UT1	—	czas uniwersalny średni (str. str. 71, 74)
UT2	—	czas uniwersalny quasi-jednostajny (str. 74)
UTC	—	Czas Uniwersalny Koordynowany (str. 73)
VLBI	—	Very Long Baseline Interferometry (interferometria długich baz)
WGS	—	World Geodetic System (Światowy System Geodezyjny)
ZT	—	czas strefowy (str. 74)

PRZEDMOWA

Niniejszy, LXXVIII tom Rocznika Astronomicznego jest kontynuacją serii roczników astronomicznych opracowywanych i wydawanych nakładem Instytutu Geodezji i Kartografii w Warszawie od 1946 roku. Został on opracowany w ramach realizacji zadań statutowych Centrum Geodezji i Geodynamiki IGiK. Zespół autorski LXXVIII tomu Rocznika Astronomicznego stanowią: Jan Kryński i Marcin Sękowski.

Podobnie jak w latach 2002–2022 Rocznik Astronomiczny na rok 2023 obok wersji drukowanej został opracowany także w formie elektronicznej, w formacie *pdf*. Począwszy od Rocznika na 2015 rok obie wersje są jednak różne. Wersja elektroniczna pozostała w swojej strukturze niezmieniona natomiast wersja drukowana Rocznika jest istotnie skrócona w stosunku do wersji elektronicznej; ze względów edytorskich zmieniono w niej również układ tablic. Obie wersje Rocznika uzupełnia **Rocznik Astronomiczny „on–line”**.

Wprowadzone zmiany mają swe źródło, przede wszystkim, w dążeniu do zapewnienia największej możliwej spójności pomiędzy dokładnościami danych zawartych w Roczniku a ich możliwym do osiągnięcia poziomem, wynikającym z dokładności danych źródłowych oraz stosowanych wspólnie modeli obliczeniowych. Dotyczy to przede wszystkim pozycji pozornych gwiazd w Niebieskim Systemie Pośrednim (*IRS*) obliczanych przy wykorzystaniu tablic miejsc pozornych gwiazd w tym systemie. Dokładność wartości interpolowanych wewnątrz przedziału danych podawanych w tablicach przy przyjętym dla większości gwiazd 7-dniowym kroku tablicowania pozostawała na poziomie znacząco niższym od wartości możliwych do osiągnięcia na drodze bezpośrednich obliczeń na zadany moment. Naturalnym rozwiązaniem tego problemu była więc rezygnacja z dotychczasowego sposobu tabelarycznej prezentacji części danych w wersji drukowanej Rocznika i przeniesienie ich do Internetu — Rocznika Astronomicznego „on–line”.

W wersji drukowanej Rocznika, począwszy od wydania na 2015 rok, usunięto tablice miejsc pozornych gwiazd w systemie *IRS*, tablice miejsc pozornych gwiazd okołobiegunowych w systemie *IRS*, tablice pozycji gwiazd w systemie *ICRS* oraz tablice barycentrycznych i heliocentrycznych pozycji Ziemi. W wersji drukowanej Rocznika na 2017 rok usunięto dodatkowo tablice miejsc średnich gwiazd FK5, tablice wielkości redukcyjnych, tablice miejsc pozornych gwiazd w systemie FK5 oraz tablice miejsc pozornych gwiazd okołobiegunowych w systemie FK5. Usunięte tablice zastąpił **kalkulator pozycji pozornej gwiazd** zapewniający możliwość bezpośredniego obliczenia pozycji pozornej wybranej gwiazdy na dowolny zadany moment.

Zarówno wersja elektroniczna Rocznika (*pdf*), jak i Rocznik Astronomiczny „on–line” (kalkulator pozycji pozornej) są dostępne na stronach internetowych Centrum Geodezji i Geodynamiki IGiK (<http://www.igik.edu.pl>).

W kolejnych wydaniach Rocznika, począwszy od wydania na 2004 rok, uwzględniono zmiany definicji niebieskich systemów odniesienia, transformacji między tymi systemami oraz systemów czasu, dostosowujące je do precyzji współczesnych technik obserwacyjnych (poniżej mikrosekundy łuku). Zmiany te, przyjęte przez Międzynarodową Unię Astronomiczną (IAU) w 2000 r. oraz przez Międzynarodową Unię Geodezji i Geofizyki (IUGG) w 2003 r. obowiązują od 1 stycznia 2003 roku. Stosując się do zaleceń IAU i IUGG wprowadzono również dalsze zmiany wynikające z rezolucji kolejnych Zgromadzeń Generalnych IAU (Praga, 2006; Rio de Janeiro, 2009; Pekin, 2012; Honolulu, 2015; Wiedeń, 2018) i IUGG (Perugia, 2007; Melbourne, 2011; Montreal, 2019).

Zawarte w tablicach Rocznika na 2023 rok pozycje Słońca i Księżyca oraz pozycje gwiazd są wyrażone, zgodnie z zaleceniami IAU, zarówno w nowym Niebieskim Pośrednim Systemie Odniesienia o początku *CIO*, jak i w ujęciu „klasycznym” związanym z punktem równonocy wiosennej.

W pracach nad Rocznikiem Astronomicznym na 2023 rok korzystano z materiałów z kolejnych Zgromadzeń Generalnych IAU i IUGG, zbiorów opracowań: IERS Technical Note 29 (zawierającą publikacje z Workshopu IERS „Implementation of the New IAU Resolutions”), który się odbył w kwietniu 2002 roku w Paryżu, „IERS Conventions 1996”, „IERS Conventions 2003”, „IERS Conventions 2010”, opracowań Grup Roboczych Oddziału Astronomii Fundamentalnej IAU i szeregu publikacji, zaczerpniętych głównie z *Astronomy & Astrophysics*, a także z materiałów Workshopu Sekcji Dynamiki Ziemi Komitetu Geodezji PAN w Warszawie w maju 2004 roku.

Zawartość większości tablic w Roczniku stanowi wynik obliczeń wykonanych w Centrum Geodezji i Geodynamiki IGiK przy użyciu programów własnych, w których zostały wykorzystane procedury udostępnione przez IERS i SOFA — wszystkich opracowanych przez Marcina Sękowskiego. Do sporządzenia efemeryd Słońca, Księżyca i planet Układu Słonecznego posłużyły dane efemerydalne DE405/LE405.

Dane liczbowe dotyczące zaćmień Słońca i Księżyca zostały zaczerpnięte ze stron „NASA Eclipse Web Site”. Współrzędne bieguna północnego Ziemi *CIP* oraz różnice *UT1 – UTC* zaczerpnięto z wydawnictw Centralnego Biura Międzynarodowej Służby Ruchu Obrotowego Ziemi (IERS) w Paryżu. Dane do sporządzenia mapy izogon deklinacji magnetycznej na rok 2023 przygotowała Anna Ejsmont. Informacje o radiowych sygnałach czasu oparte są na corocznie uaktualnianych danych dostarczanych przez Bureau International des Poids et Mesures w Sèvres. W bieżącym wydaniu Rocznika zaktualizowano listę stacji nadawczych. Programy używane do tablicowania danych i formatowania Rocznika oraz skład całości Rocznika w systemie *TeX*, zarówno drukowanej wersji książkowej, jak i elektronicznej *pdf* zostały wykonane przez Marcina Sękowskiego. Obliczenia kontrolne

przykładów numerycznych zamieszczonych w części szczegółowej Rocznika wykonali Marcin Sękowski i Marek Dróżdż.

Definicje i wielkości stałych astronomicznych użyte w Roczniku odnoszą się do systemu IAU2009. Zostały one zaczerpnięte ze strony (<http://maia.usno.navy.mil/NSFA/CBE.html>). Dołączono również uzupełniającą listę stałych i wielkości pomocniczych — niektóre odniesione do poprzednio obowiązujących systemów, które mogą być stosowane w obliczeniach nie wymagających najwyższych dokładności, oraz zalecane przez Zgromadzenie Generalne IAU (Honolulu, 2015) nominalne stałe konwersji dla wybranych własności słonecznych i planetarnych.

W niniejszym wydaniu Rocznika Astronomicznego zamieszczono tekst Rezolucji B2 i B3 XXXI Zgromadzenia Generalnego IAU (Busan, 2022).

Algorytmy i programy opracowane do obliczania podanych w niniejszym Roczniku pozycji ciał niebieskich, wyrażonych w nowych systemach odniesienia, były poddane skrupulatnej kontroli wewnętrznej i weryfikacji. Ich poprawność została także potwierdzona zgodnością publikowanych danych z danymi zawartymi w innych wydawnictwach rocznikowych, w których w ostatnim okresie zostały wdrożone zalecenia IAU (Apparent Places of Fundamental Stars, Astronomisches Rechen-Institut, Heidelberg; Astronomičeskij Jeżegodnik, Institut Prikladnoj Astronomii RAN, St. Petersburg; The Astronomical Almanac, Waszyngton/Londyn).

Jan Kryński
Redaktor naukowy Rocznika Astronomicznego

ROK 2023

DNI ŚWIĄTECZNE

Nowy Rok	niedziela	1	stycznia	Boże Ciało	czwartek	8	czerwca
Trzech Króli	piątek	6	stycznia	Wniebowzięcie NMP	wtorek	15	sierpnia
Wielkanoc	niedziela	9	kwietnia	Wszystkich Świętych	środa	1	listopada
Pon. Wielk.	poniedziałek	10	kwietnia	Nar. Św. Niepodległości	sobota	11	listopada
Święto Pracy	poniedziałek	1	maja	Boże Narodzenie	poniedziałek	25	grudnia
Św. Narod. 3 Maja	środa	3	maja	Świętego Szczepana	wtorek	26	grudnia
Zielone Świątki	niedziela	28	maja				

PORY ROKU

Słońce wstępuje w znak Barana, początek wiosny astronomicznej	20	marca	21 ^h 24 ^m 4	UT
Słońce wstępuje w znak Raka, początek lata astronomicznego	21	czerwca	14 57.8	„
Słońce wstępuje w znak Wagi, początek jesieni astronomicznej	23	września	6 50.0	„
Słońce wstępuje w znak Koziorożca, początek zimy astronomicznej	22	grudnia	3 27.4	„
Ziemia w perihelium	4	stycznia	16 ^h 3	„
Ziemia w aphelium	6	lipca	20.1	„

STAŁE PRECESYJNE(2023.5)

IAU1976

IAU2006

Roczna precesja w długości	p	50 ^h 2962	50 ^h 2932
Roczna precesja równika	p_1	50.3889	50.3797
Roczna precesja ekliptyki	p_2	0.1011	0.0944
Roczna precesja w rektascensji	m	46.1309 = 3 ^s 07540	46.1282 = 3 ^s 07521
Roczna precesja w deklinacji	n	20.0411 = 1.33607	20.0398 = 1.33599
Średnie nachylenie ekliptyki do równika	ε	23°26'10 ^h .45	23°26'10 ^h .40

Współrzędne geograficzne Obserwatoriów w Polsce

Miejscowość	Nazwa	Punkt	φ	λ
Belsk	Centralne Obs. Geofizyczne IGF PAN		+51°50'12 ^h	+1 ^h 23 ^m 10 ^s
Białków	Filia Obserw. Inst. Astr. UW	śłup pawil. wyższego	+51 28 32	+1 06 38.38
Borowa Góra	Obserw. Geod.-Geofiz. IGIK	instr. przejściowy	+52 28 34	+1 24 08.914
Borowiec	Astrogeodyn. Obserw. CBK PAN	dawny instr. przejśc. I	+52 16 38	+1 08 18.437
Chorzów	Obserwatorium Astronomiczne	refraktor	+50 17 31.8	+1 15 58.52
Fort Skala	Filia Obserw. Astr. UJ	radioteleskop	+50 03 15	+1 19 18.5
Grybów	Filia Obserw. Astr.-Geod. PW	śłup centralny	+49 37 48.5	+1 23 48.28
Hel	Obserw. Geofizyczne IGF PAN		+54 36 24	+1 15 17.2
Józefosław	Obserw. Astr.-Geod. PW	instr. przejściowy	+52 05 54	+1 24 08.600
Kraków	Obserwatorium Astronomiczne UJ	koło południkowe	+50 03 51.9	+1 19 50.28
Książ	Dolnośl. Obs. Geofizyczne IGF PAN	stan. wahadeł pływ.	+50 50 41	+1 05 11
Lankówko	Obserwatorium Satelitarne UWM	śłup stacji perm. GNSS	+53 53 32.631	+1 22 40.785
Ostrowik	Filia Obserw. Astr. UW	refraktor	+52 05 23	+1 25 40.8
Piwnice	Obserwatorium Astronomiczne UMK	śłup centralny	+53 05 48	+1 14 13.1
Poznań	Obserwatorium Astronomiczne UAM	dawny instr. przejśc.	+52 23 53.0	+1 07 30.99
Suhora	Obserw. Astr. UP w Krakowie		+49 34 09	+1 20 16.2
Świder	Obserw. Geofizyczne IGF PAN		+52 06.9	+1 25 01
Warszawa	Obserwatorium Astronomiczne PW	śłup centralny	+52 13 21.0	+1 24 02.36
Warszawa	Obserwatorium Astronomiczne UW	dawne koło połudn.	+52 13 04.6	+1 24 07.25
Warszawa	Stacja Pływowa CBK PAN	śłup grawimetryczny	+52 12 52	+1 20 17
Wrocław	Obserw. Inst. Astr. UW	instr. przejściowy	+51 06 42.1	+1 08 21.22

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2023

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Styczeń	0	6 ^h 37 ^m 37.3628 ^s	0 ^s .0001	36 ^s .7176	6 ^h 36 ^m 26.6477 ^s	Luty	15	9 ^h 38 ^m 58.9098 ^s	0 ^s .0001	58 ^s .3433	9 ^h 37 ^m 47.8074 ^s
	1	6 41 33.9182	−6452	33.2718	6 40 23.1947		16	9 42 55.4651	−5664	54.9066	9 41 44.3543
	2	6 45 30.4735	−6464	29.8286	6 44 19.7416		17	9 46 52.0205	−5585	51.4712	9 45 40.9013
	3	6 49 27.0289	−6450	26.3880	6 48 16.2886		18	9 50 48.5759	−5493	48.0349	9 49 37.4482
	4	6 53 23.5843	−6409	22.9498	6 52 12.8355		19	9 54 45.1312	−5410	44.5952	9 53 33.9952
	5	6 57 20.1397	−6345	19.5132	6 56 09.3825		20	9 58 41.6866	−5360	41.1510	9 57 30.5421
	6	7 01 16.6950	−6265	16.0771	7 00 05.9294		21	10 02 38.2420	−5356	37.7021	10 01 27.0891
	7	7 05 13.2504	−6179	12.6407	7 04 02.4764		22	10 06 34.7973	−5399	34.2501	10 05 23.6360
	8	7 09 09.8058	−6097	12.6407	7 07 59.0233		23	10 10 31.3527	−5473	30.7972	10 09 20.1830
	9	7 13 06.3611	−6028	09.2029	7 11 55.5703		24	10 14 27.9081	−5555	27.3455	10 13 16.7299
	10	7 17 02.9165	−5980	05.7631	7 15 52.1172		25	10 18 24.4635	−5626	23.8963	10 17 13.2769
	11	7 20 59.4719	−5957	02.3208	7 19 48.6642		26	10 22 21.0188	−5672	20.4500	10 21 09.8238
	12	7 24 56.0272	−5959	58.8760	7 23 45.2111		27	10 26 17.5742	−5688	17.0064	10 25 06.3708
	13	7 28 52.5826	−5982	55.4291	7 27 41.7581		28	10 30 14.1296	−5678	13.5648	10 29 02.9177
	14	7 32 49.1380	−6020	51.9806	7 31 38.3050	Marzec	1	10 34 10.6849	−5648	10.1241	10 32 59.4647
Luty	15	7 36 45.6933	−6063	48.5317	7 35 34.8520		2	10 38 07.2403	−5608	06.6834	10 36 56.0116
	16	7 40 42.2487	−6098	45.0835	7 39 31.3989		3	10 42 03.7957	−5568	03.2418	10 40 52.5586
	17	7 44 38.8041	−6113	41.6374	7 43 27.9459		4	10 45 59.7984	−5539	00.3426	10 44 49.1055
	18	7 48 35.3594	−6095	38.1945	7 47 24.4928		5	10 49 56.9064	−5527	59.7984	10 48 45.6525
	19	7 52 31.9148	−6038	34.7556	7 51 21.0398		6	10 53 53.4618	−5538	56.3526	10 52 42.1994
	20	7 56 28.4702	−5943	31.3206	7 55 17.5867		7	10 57 50.0171	−5574	52.9044	10 56 38.7464
	21	8 00 25.0256	−5821	27.8881	7 59 14.1337		8	11 01 46.5725	−5635	49.4537	11 00 35.2933
	22	8 04 21.5809	−5696	24.4559	8 03 10.6806		9	11 05 43.1279	−5714	46.0011	11 04 31.8403
	23	8 08 18.1363	−5595	21.0215	8 07 07.2276		10	11 09 39.6832	−5803	42.5476	11 08 28.3872
	24	8 12 14.6917	−5537	17.5826	8 11 03.7745		11	11 13 36.2386	−5890	39.0942	11 12 24.9342
	25	8 16 11.2470	−5530	14.1387	8 15 00.3214		12	11 17 32.7940	−5963	35.6423	11 16 21.4811
	26	8 20 07.8024	−5562	10.6908	8 18 56.8684		13	11 21 29.3493	−6010	32.1930	11 20 18.0281
	27	8 24 04.3578	−5615	07.2409	8 22 53.4153		14	11 25 25.9047	−6023	28.7470	11 24 14.5750
	28	8 28 00.9131	−5668	03.7909	8 26 49.9623		15	11 29 22.4601	−6001	25.3046	11 28 11.1220
	29	8 31 57.4685	−5705	00.3426	8 30 46.5092		16	11 33 19.0155	−5950	21.8651	11 32 07.6689
	30	8 35 54.0239	−5882	18.4272	8 34 43.0562		17	11 37 15.5708	−5882	18.4272	11 36 04.2159
	31	8 39 50.5792	−5817	14.9891	8 38 39.6031		18	11 41 12.1262	−5817	14.9891	11 40 00.7628
	1	8 43 47.1346	−5774	11.5488	8 42 36.1501		19	11 45 08.6816	−5774	11.5488	11 43 57.3098
	2	8 47 43.6900	−5769	08.1046	8 46 32.6970		20	11 49 05.2369	−5769	08.1046	11 47 53.8567
	3	8 51 40.2453	−5808	04.6561	8 50 29.2440		21	11 53 01.7923	−5808	04.6561	11 51 50.4037
	4	8 55 36.8007	−5883	01.2040	8 54 25.7909		22	11 56 58.3477	−5883	01.2040	11 55 46.9506
	5	8 59 33.3561	−5976	57.7500	8 58 22.3379		23	12 00 54.9030	−5976	57.7500	11 59 43.4975
	6	9 03 29.9114	−6065	54.2965	9 02 18.8848		24	12 04 51.4584	−6065	54.2965	12 03 40.0445
	7	9 07 26.4668	−6132	50.8452	9 06 15.4318		25	12 08 48.0138	−6132	50.8452	12 07 36.5914
	8	9 11 23.0222	−6168	47.3970	9 10 11.9787		26	12 12 44.5691	−6168	47.3970	12 11 33.1384
	9	9 15 19.5776	−6172	43.9519	9 14 08.5257		27	12 16 41.1245	−6172	43.9519	12 15 29.6853
	10	9 19 16.1329	−6152	40.5094	9 18 05.0726		28	12 20 37.6799	−6152	40.5094	12 19 26.2323
	11	9 23 12.6883	−6116	37.0682	9 22 01.6196		29	12 24 34.2352	−6116	37.0682	12 23 22.7792
	12	9 27 09.2437	−6078	33.6274	9 25 58.1665		30	12 28 30.7906	−6078	33.6274	12 27 19.3262
	13	9 31 05.7990	−6047	30.1859	9 29 54.7135		31	12 32 27.3460	−6047	30.1859	12 31 15.8731
	14	9 35 02.3544	−6031	26.7429	9 33 51.2604	Kwiecień	1	12 36 23.9014	−6031	26.7429	12 35 12.4201
	15	9 38 58.9098	−5715	01.7829	9 37 47.8074		2	12 40 20.4567	−6037	23.2977	12 39 08.9670

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2023

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Kwiecień	1	12 ^h 36 ^m 23. ^s 9014	−037	23. ^s 2977	12 ^h 35 ^m 12. ^s 4201	Maj	17	15 ^h 37 ^m 45. ^s 4483	−6357	44. ^s 8126	15 ^h 36 ^m 33. ^s 5798
	2	12 40 20.4567	−6067	19.8500	12 39 08.9670		18	15 41 42.0037	−6380	41.3656	15 40 30.1267
	3	12 44 17.0121	−6121	16.4000	12 43 05.5140		19	15 45 38.5590	−6372	37.9219	15 44 26.6737
	4	12 48 13.5675	−6196	12.9479	12 47 02.0609		20	15 49 35.1144	−6331	34.4813	15 48 23.2206
	5	12 52 10.1228	−6282	09.4946	12 50 58.6079		21	15 53 31.6698	−6266	31.0432	15 52 19.7675
	6	12 56 06.6782	−6370	06.0412	12 54 55.1548		22	15 57 28.2251	−6187	27.6065	15 56 16.3145
	7	13 00 03.2336	−6445	02.5890	12 58 51.7018		23	16 01 24.7805	−6107	24.1698	16 00 12.8614
	8	13 03 59.7889	−6496	59.1394	13 02 48.2487		24	16 05 21.3359	−6038	20.7321	16 04 09.4084
	9	13 07 56.3443	−6512	55.6931	13 06 44.7957		25	16 09 17.8913	−5987	17.2926	16 08 05.9553
	10	13 11 52.8997	−6492	52.2505	13 10 41.3426		26	16 13 14.4466	−5959	13.8507	16 12 02.5023
	11	13 15 49.4550	−6440	48.8110	13 14 37.8896		27	16 17 11.0020	−5957	10.4063	16 15 59.0492
	12	13 19 46.0104	−6369	45.3735	13 18 34.4365		28	16 21 07.5574	−5977	06.9597	16 19 55.5962
	13	13 23 42.5658	−6297	41.9361	13 22 30.9835		29	16 25 04.1127	−6015	03.5113	16 23 52.1431
	14	13 27 39.1211	−6242	38.4969	13 26 27.5304		30	16 29 00.6681	−6061	00.0620	16 27 48.6901
	15	13 31 35.6765	−6221	35.0544	13 30 24.0774		31	16 32 57.2235	−6104	56.6130	16 31 45.2370
	16	13 35 32.2319	−6239	31.6080	13 34 20.6243	Czerwiec	1	16 36 53.7788	−6132	53.1657	16 35 41.7840
	17	13 39 28.7872	−6293	28.1579	13 38 17.1713		2	16 40 50.3342	−6130	49.7212	16 39 38.3309
	18	13 43 25.3426	−6371	24.7055	13 42 13.7182		3	16 44 46.8896	−6090	46.2806	16 43 34.8779
	19	13 47 21.8980	−6452	21.2528	13 46 10.2652		4	16 48 43.4449	−6010	42.8439	16 47 31.4248
	20	13 51 18.4534	−6517	17.8017	13 50 06.8121		5	16 52 40.0003	−5899	39.4104	16 51 27.9718
	21	13 55 15.0087	−6552	14.3535	13 54 03.3591		6	16 56 36.5557	−5774	35.9783	16 55 24.5187
	22	13 59 11.5641	−6554	10.9087	13 57 59.9060		7	17 00 33.1110	−5659	32.5452	16 59 21.0657
	23	14 03 08.1195	−6526	07.4669	14 01 56.4530		8	17 04 29.6664	−5574	29.1090	17 03 17.6126
	24	14 07 04.6748	−6477	04.0271	14 05 52.9999		9	17 08 26.2218	−5532	25.6686	17 07 14.1596
	25	14 11 01.2302	−6420	00.5882	14 09 49.5469		10	17 12 22.7772	−5531	22.2241	17 11 10.7065
	26	14 14 57.7856	−6366	57.1489	14 13 46.0938		11	17 16 19.3325	−5560	18.7765	17 15 07.2535
	27	14 18 54.3409	−6326	53.7084	14 17 42.6408		12	17 20 15.8879	−5602	15.3277	17 19 03.8004
	28	14 22 50.8963	−6305	50.2658	14 21 39.1877		13	17 24 12.4433	−5638	11.8794	17 23 00.3474
	29	14 26 47.4517	−6308	46.8208	14 25 35.7347		14	17 28 08.9986	−5654	08.4332	17 26 56.8943
	30	14 30 44.0070	−6336	43.3734	14 29 32.2816		15	17 32 05.5540	−5641	04.9899	17 30 53.4413
Maj	1	14 34 40.5624	−6385	39.9239	14 33 28.8286	16	17 36 02.1094	−5596	01.5497	17 34 49.9882	
	2	14 38 37.1178	−6449	36.4729	14 37 25.3755	17	17 39 58.6647	−5526	58.1121	17 38 46.5352	
	3	14 42 33.6731	−6517	33.0214	14 41 21.9225	18	17 43 55.2201	−5440	54.6761	17 42 43.0821	
	4	14 46 30.2285	−6578	29.5707	14 45 18.4694	19	17 47 51.7755	−5348	51.2406	17 46 39.6291	
	5	14 50 26.7839	−6617	26.1222	14 49 15.0164	20	17 51 48.3308	−5264	47.8044	17 50 36.1760	
	6	14 54 23.3393	−6622	22.6770	14 53 11.5633	21	17 55 44.8862	−5197	44.3665	17 54 32.7230	
	7	14 58 19.8946	−6589	19.2358	14 57 08.1103	22	17 59 41.4416	−5153	40.9263	17 58 29.2699	
	8	15 02 16.4500	−6519	15.7981	15 01 04.6572	23	18 03 37.9969	−5134	37.4835	18 02 25.8169	
	9	15 06 13.0054	−6425	12.3628	15 05 01.2042	24	18 07 34.5523	−5140	34.0383	18 06 22.3638	
	10	15 10 09.5607	−6326	08.9281	15 08 57.7511	25	18 11 31.1077	−5165	30.5911	18 10 18.9108	
	11	15 14 06.1161	−6242	05.4919	15 12 54.2981	26	18 15 27.6631	−5203	27.1428	18 14 15.4577	
	12	15 18 02.6715	−6189	02.0526	15 16 50.8450	27	18 19 24.2184	−5242	23.6942	18 18 12.0047	
	13	15 21 59.2268	−6176	58.6092	15 20 47.3920	28	18 23 20.7738	−5271	20.2467	18 22 08.5516	
	14	15 25 55.7822	−6200	55.1622	15 24 43.9389	29	18 27 17.3292	−5278	16.8014	18 26 05.0986	
	15	15 29 52.3376	−6250	51.7125	15 28 40.4859	30	18 31 13.8845	−5250	13.3595	18 30 01.6455	
	16	15 33 48.8929	−6309	48.2621	15 32 37.0328	Lipiec	1	18 35 10.4399	−5184	09.9215	18 33 58.1925
	17	15 37 45.4483	−6357	44.8126	15 36 33.5798		2	18 39 06.9953	−5080	06.4872	18 37 54.7394

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2023

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Lipiec	1	18 ^h 35 ^m 10. ^s 4399	0 ^s .0001 −5184	09. ^s 9215	18 ^h 33 ^m 58. ^s 1925	Sierpień	16	21 ^h 36 ^m 31. ^s 9868	0 ^s .0001 −4018	31. ^s 5851	21 ^h 35 ^m 19. ^s 3521
	2	18 39 06.9953	−5080	06.4872	18 37 54.7394		17	21 40 28.5422	−4046	28.1377	21 39 15.8991
	3	18 43 03.5506	−4954	03.0552	18 41 51.2864		18	21 44 25.0976	−4097	24.6879	21 43 12.4460
	4	18 46 60.1060	−4827	59.6233	18 45 47.8333		19	21 48 21.6530	−4165	21.2365	21 47 08.9930
	5	18 50 56.6614	−4724	56.1890	18 49 44.3803		20	21 52 18.2083	−4240	17.7843	21 51 05.5399
	6	18 54 53.2167	−4663	52.7505	18 53 40.9272		21	21 56 14.7637	−4313	14.3324	21 55 02.0869
	7	18 58 49.7721	−4649	49.3072	18 57 37.4742		22	22 00 11.3191	−4371	10.8820	21 58 58.6338
	8	19 02 46.3275	−4673	45.8602	19 01 34.0211		23	22 04 07.8744	−4405	07.4339	22 02 55.1808
	9	19 06 42.8828	−4716	42.4112	19 05 30.5681		24	22 08 04.4298	−4407	03.9891	22 06 51.7277
	10	19 10 39.4382	−4759	38.9623	19 09 27.1150		25	22 12 00.9852	−4376	00.5476	22 10 48.2747
	11	19 14 35.9936	−4784	35.5152	19 13 23.6620		26	22 15 57.5405	−4314	57.1092	22 14 44.8216
	12	19 18 32.5489	−4782	32.0708	19 17 20.2089		27	22 19 54.0959	−4233	53.6726	22 18 41.3686
	13	19 22 29.1043	−4750	28.6293	19 21 16.7559		28	22 23 50.6513	−4154	50.2359	22 22 37.9155
	14	19 26 25.6597	−4692	25.1905	19 25 13.3028		29	22 27 47.2066	−4096	46.7970	22 26 34.4625
	15	19 30 22.2151	−4617	21.7534	19 29 09.8498		30	22 31 43.7620	−4080	43.3540	22 30 31.0094
	16	19 34 18.7704	−4535	18.3170	19 33 06.3967	Wrzesień	31	22 35 40.3174	−4112	39.9062	22 34 27.5564
	17	19 38 15.3258	−4457	14.8801	19 37 02.9436		1	22 39 36.8727	−4182	36.4545	22 38 24.1033
	18	19 42 11.8812	−4395	11.4417	19 40 59.4906		2	22 43 33.4281	−4269	33.0012	22 42 20.6503
	19	19 46 08.4365	−4355	08.0011	19 44 56.0375		3	22 47 29.9835	−4349	29.5486	22 46 17.1972
	20	19 50 04.9919	−4340	04.5579	19 48 52.5845		4	22 51 26.5389	−4404	26.0985	22 50 13.7442
	21	19 54 01.5473	−4351	01.1121	19 52 49.1314		5	22 55 23.0942	−4425	22.6517	22 54 10.2911
	22	19 57 58.1026	−4384	57.6642	19 56 45.6784		6	22 59 19.6496	−4415	19.2081	22 58 06.8381
	23	20 01 54.6580	−4432	54.2148	20 00 42.2253		7	23 03 16.2050	−4383	15.7667	23 02 03.3850
	24	20 05 51.2134	−4485	50.7649	20 04 38.7723		8	23 07 12.7603	−4339	12.3264	23 05 59.9320
	25	20 09 47.7687	−4532	47.3155	20 08 35.3192		9	23 11 09.3157	−4296	08.8861	23 09 56.4789
	26	20 13 44.3241	−4562	43.8679	20 12 31.8662		10	23 15 05.8711	−4265	05.4446	23 13 53.0259
	27	20 17 40.8795	−4563	40.4231	20 16 28.4131		11	23 19 02.4264	−4253	02.0011	23 17 49.5728
	28	20 21 37.4348	−4530	36.9819	20 20 24.9601		12	23 22 58.9818	−4266	58.5552	23 21 46.1198
	29	20 25 33.9902	−4459	33.5443	20 24 21.5070		13	23 26 55.5372	−4304	55.1068	23 25 42.6667
	30	20 29 30.5456	−4360	30.1096	20 28 18.0540		14	23 30 52.0925	−4366	51.6559	23 29 39.2136
Sierpień	31	20 33 27.1010	−4248	26.6761	20 32 14.6009		15	23 34 48.6479	−4447	48.2032	23 33 35.7606
	1	20 37 23.6563	−4148	23.2415	20 36 11.1479		16	23 38 45.2033	−4537	44.7495	23 37 32.3075
	2	20 41 20.2117	−4084	19.8033	20 40 07.6948		17	23 42 41.7586	−4627	41.2960	23 41 28.8545
	3	20 45 16.7671	−4067	16.3604	20 44 04.2418		18	23 46 38.3140	−4703	37.8437	23 45 25.4014
	4	20 49 13.3224	−4096	12.9128	20 48 00.7887		19	23 50 34.8694	−4758	34.3936	23 49 21.9484
	5	20 53 09.8778	−4154	09.4623	20 51 57.3357		20	23 54 31.4248	−4782	30.9466	23 53 18.4953
	6	20 57 06.4332	−4219	06.0112	20 55 53.8826		21	23 58 27.9801	−4773	27.5028	23 57 15.0423
	7	21 01 02.9885	−4271	02.5615	20 59 50.4296		22	0 02 24.5355	−4734	24.0621	0 01 11.5892
	8	21 04 59.5439	−4295	59.1144	21 03 46.9765		23	0 06 21.0909	−4675	20.6234	0 05 08.1362
	9	21 08 56.0993	−4288	55.6704	21 07 43.5235		24	0 10 17.6462	−4610	17.1852	0 09 04.6831
	10	21 12 52.6546	−4255	52.2291	21 11 40.0704		25	0 14 14.2016	−4559	13.7457	0 13 01.2301
	11	21 16 49.2100	−4202	48.7898	21 15 36.6174		26	0 18 10.7570	−4539	10.3031	0 16 57.7770
	12	21 20 45.7654	−4142	45.3512	21 19 33.1643		27	0 22 07.3123	−4561	06.8562	0 20 54.3240
	13	21 24 42.3207	−4084	41.9123	21 23 29.7113		28	0 26 03.8677	−4624	03.4053	0 24 50.8709
	14	21 28 38.8761	−4040	38.4721	21 27 26.2582		29	0 29 60.4231	−4713	59.9517	0 28 47.4179
	15	21 32 35.4315	−4016	35.0299	21 31 22.8052	Październik	30	0 33 56.9784	−4805	56.4979	0 32 43.9648
	16	21 36 31.9868	−4018	31.5851	21 35 19.3521		1	0 37 53.5338	−4878	53.0460	0 36 40.5118

CZAS GWIAZDOWY GREENWICH I KĄT OBROTU ZIEMI 2023

Data		0 ^h UT1				Data		0 ^h UT1			
		GMST	Eq	GST	θ			GMST	Eq	GST	θ
Październik	1	0 ^h 37 ^m 53. ^s 5338	0 ^s 0001	53. ^s 0460	0 ^h 36 ^m 40. ^s 5118	Listopad	16	3 ^h 39 ^m 15. ^s 0808	0 ^s 0001	14. ^s 5826	3 ^h 38 ^m 01. ^s 6714
	2	0 41 50.0892	−4878	49.5976	0 40 37.0587		17	3 43 11.6361	−4982	11.1481	3 41 58.2184
	3	0 45 46.6445	−4916	46.1528	0 44 33.6057		18	3 47 08.1915	−4881	07.7129	3 41 58.2184
	4	0 49 43.1999	−4918	46.1528	0 44 33.6057		19	3 51 04.7469	−4786	07.7129	3 45 54.7653
	5	0 53 39.7553	−4890	42.7109	0 48 30.1526		20	3 55 01.3022	−4715	04.2753	3 49 51.3123
	6	0 57 36.3106	−4846	39.2707	0 52 26.6996		21	3 58 57.8576	−4680	00.8343	3 53 47.8592
	7	1 01 32.8660	−4798	35.8308	0 56 23.2465		22	4 02 54.4130	−4683	57.3893	3 57 44.4062
	8	1 05 29.4214	−4760	32.3901	1 00 19.7935		23	4 06 50.9683	−4716	53.9413	4 01 40.9531
	9	1 09 25.9768	−4739	28.9475	1 04 16.3404		24	4 10 47.5237	−4766	50.4918	4 05 37.5001
	10	1 13 22.5321	−4741	25.5026	1 08 12.8874		25	4 14 44.0791	−4811	47.0426	4 09 34.0470
	11	1 17 19.0875	−4770	22.0552	1 12 09.4343		26	4 18 40.6344	−4834	43.5957	4 13 30.5940
	12	1 21 15.6429	−4822	18.6053	1 16 05.9813		27	4 22 37.1898	−4822	40.1523	4 17 27.1409
	13	1 25 12.1982	−4894	15.1534	1 20 02.5282		28	4 26 33.7452	−4773	36.7125	4 21 23.6879
	14	1 29 08.7536	−4978	11.7004	1 23 59.0752		29	4 30 30.3006	−4694	33.2757	4 25 20.2348
	15	1 33 05.3090	−5063	08.2473	1 27 55.6221		30	4 34 26.8559	−4599	29.8407	4 29 16.7818
	16	1 37 01.8643	−5138	04.7952	1 31 52.1691		1	4 38 23.4113	−4501	26.4058	4 33 13.3287
	17	1 40 58.4197	−5191	01.3453	1 35 48.7160	Grudzień	2	4 42 19.9667	−4415	22.9698	4 37 09.8757
	18	1 44 54.9751	−5213	57.8984	1 39 45.2630		3	4 46 16.5220	−4351	19.5316	4 41 06.4226
	19	1 48 51.5304	−5203	54.4548	1 43 41.8099		4	4 50 13.0774	−4313	16.0907	4 45 02.9696
	20	1 52 48.0858	−5160	51.0144	1 47 38.3569		5	4 54 09.6328	−4302	12.6472	4 48 59.5165
	21	1 56 44.6412	−5095	47.5763	1 51 34.9038		6	4 58 06.1881	−4315	09.2013	4 52 56.0635
	22	2 00 41.1965	−5022	44.1390	1 55 31.4508		7	5 02 02.7435	−4344	05.7537	4 56 52.6104
	23	2 04 37.7519	−4958	40.7007	1 59 27.9977		8	5 05 59.2989	−4382	02.3053	5 00 49.1574
	24	2 08 34.3073	−4920	37.2599	2 03 24.5447		9	5 09 55.8542	−4417	58.8572	5 04 45.7043
	25	2 12 30.8627	−4918	33.8155	2 07 21.0916		10	5 13 52.4096	−4438	55.4104	5 08 42.2513
	26	2 16 27.4180	−4955	30.3671	2 11 17.6386		11	5 17 48.9650	−4435	51.9661	5 12 38.7982
	27	2 20 23.9734	−5022	26.9158	2 15 14.1855		12	5 21 45.5203	−4397	48.5252	5 16 35.3452
	28	2 24 20.5288	−5099	23.4635	2 19 10.7325		13	5 25 42.0757	−4324	45.0880	5 20 31.8921
	29	2 28 17.0841	−5165	20.0122	2 23 07.2794		14	5 29 38.6311	−4219	41.6538	5 24 28.4391
	30	2 32 13.6395	−5202	16.5639	2 27 03.8264		15	5 33 35.1865	−4095	38.2216	5 28 24.9860
Listopad	31	2 36 10.1949	−5201	13.1194	2 31 00.3733		16	5 37 31.7418	−3972	34.7892	5 32 21.5330
	1	2 40 06.7502	−5164	09.6785	2 34 56.9203		17	5 41 28.2972	−3871	31.3547	5 36 18.0799
	2	2 44 03.3056	−5102	06.2400	2 38 53.4672		18	5 45 24.8526	−3806	27.9166	5 40 14.6269
	3	2 47 59.8610	−5031	02.8025	2 42 50.0142		19	5 49 21.4079	−3783	24.4742	5 44 11.1738
	4	2 51 56.4163	−4964	59.3646	2 46 46.5611		20	5 53 17.9633	−3795	21.0284	5 48 07.7208
	5	2 55 52.9717	−4912	55.9251	2 50 43.1081		21	5 57 14.5187	−3828	17.5805	5 52 04.2677
	6	2 59 49.5271	−4883	52.4834	2 54 39.6550		22	6 01 11.0740	−3861	14.1326	5 56 00.8147
	7	3 03 46.0824	−4880	49.0391	2 58 36.2020		23	6 05 07.6294	−3877	10.6863	5 59 57.3616
	8	3 07 42.6378	−4902	45.5922	3 02 32.7489		24	6 09 04.1848	−3864	07.2430	6 03 53.9086
	9	3 11 39.1932	−4946	42.1432	3 06 29.2959		25	6 13 00.7401	−3816	03.8032	6 07 50.4555
	10	3 15 35.7485	−5003	38.6929	3 10 25.8428		26	6 16 57.2955	−3737	00.3664	6 11 47.0025
	11	3 19 32.3039	−5065	35.2421	3 14 22.3898		27	6 20 53.8509	−3638	56.9317	6 15 43.5494
	12	3 23 28.8593	−5119	31.7920	3 18 18.9367		28	6 24 50.4062	−3533	53.4976	6 19 40.0964
	13	3 27 25.4147	−5155	28.3438	3 22 15.4836		29	6 28 46.9616	−3434	50.0628	6 23 36.6433
	14	3 31 21.9700	−5162	24.8985	3 26 12.0306		30	6 32 43.5170	−3355	46.6261	6 27 33.1903
	15	3 35 18.5254	−5134	21.4566	3 30 08.5775		31	6 36 40.0723	−3301	43.1868	6 31 29.7372
	16	3 39 15.0808	−5071	18.0183	3 34 05.1245		32	6 40 36.6277	−3276	39.7447	6 35 26.2842
			−4982	14.5826	3 38 01.6714				−3277	36.3000	6 39 22.8311

SŁOŃCE 2023, STYCZEŃ – LUTY

Data		JD	0 ^h TT							CSE		
			α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π	E + 12 ^h	V _E /1 ^h	w Warszawie wsch.	zach.
Styczeń	0	2459 944.5	18 ^h 39 ^m 09. ^s 308	79. ^s 378	−23°06′52″.64	+10″.647	15″.88	8″.94	11 ^h 57 ^m 17. ^s 340	−1. ^s 1967	7 ^h 45 ^m	15 ^h 33 ^m
	1	945.5	18 43 34.427	104.504	−23 02 23.25	+11.799	15.90	8.94	11 56 48.767	−1.1840	7 45	15 34
	2	946.5	18 47 59.227	129.314	−22 57 26.26	+12.945	15.92	8.94	11 56 20.514	−1.1701	7 45	15 35
	3	947.5	18 52 23.680	93.779	−22 52 01.85	+14.084	15.93	8.94	11 55 52.609	−1.1550	7 45	15 36
	4	948.5	18 56 47.756	117.870	−22 46 10.19	+15.216	15.94	8.94	11 55 25.079	−1.1388	7 45	15 37
	5	949.5	19 01 11.431	81.562	−22 39 51.46	+16.340	15.94	8.94	11 54 57.951	−1.1215	7 44	15 38
	6	950.5	19 05 34.679	104.827	−22 33 05.85	+17.457	15.94	8.94	11 54 31.250	−1.1032	7 44	15 40
	7	951.5	19 09 57.475	127.639	−22 25 53.57	+18.565	15.93	8.94	11 54 05.002	−1.0838	7 44	15 41
	8	952.5	19 14 19.795	89.975	−22 18 14.81	+19.664	15.91	8.94	11 53 39.229	−1.0635	7 43	15 42
	9	953.5	19 18 41.616	111.809	−22 10 09.80	+20.754	15.89	8.94	11 53 13.954	−1.0423	7 43	15 44
	10	954.5	19 23 02.916	73.120	−22 01 38.76	+21.834	15.86	8.94	11 52 49.201	−1.0202	7 42	15 45
	11	955.5	19 27 23.674	93.886	−21 52 41.91	+22.904	15.82	8.94	11 52 24.990	−0.9971	7 41	15 46
	12	956.5	19 31 43.869	114.087	−21 43 19.51	+23.964	15.78	8.94	11 52 01.342	−0.9733	7 41	15 48
	13	957.5	19 36 03.481	73.704	−21 33 31.79	+25.013	15.73	8.94	11 51 38.277	−0.9486	7 40	15 49
	14	958.5	19 40 22.491	92.718	−21 23 19.02	+26.050	15.68	8.94	11 51 15.814	−0.9231	7 39	15 51
	15	959.5	19 44 40.880	111.112	−21 12 41.47	+27.076	15.62	8.94	11 50 53.972	−0.8969	7 38	15 53
	16	960.5	19 48 58.629	128.868	−21 01 39.42	+28.090	15.55	8.94	11 50 32.770	−0.8698	7 37	15 54
	17	961.5	19 53 15.722	85.971	−20 50 13.17	+29.091	15.49	8.94	11 50 12.224	−0.8421	7 36	15 56
	18	962.5	19 57 32.140	102.403	−20 38 23.03	+30.079	15.41	8.94	11 49 52.353	−0.8136	7 36	15 57
	19	963.5	20 01 47.865	118.146	−20 26 09.34	+31.054	15.34	8.94	11 49 33.175	−0.7843	7 34	15 59
	20	964.5	20 06 02.879	73.180	−20 13 32.42	+32.015	15.26	8.94	11 49 14.708	−0.7543	7 33	16 01
	21	965.5	20 10 17.164	87.486	−20 00 32.65	+32.961	15.17	8.94	11 48 56.970	−0.7235	7 32	16 03
	22	966.5	20 14 30.700	101.041	−19 47 10.38	+33.892	15.09	8.94	11 48 39.980	−0.6919	7 31	16 04
	23	967.5	20 18 43.471	113.826	−19 33 26.00	+34.807	15.00	8.93	11 48 23.757	−0.6597	7 30	16 06
	24	968.5	20 22 55.460	125.824	−19 19 19.85	+35.706	14.90	8.93	11 48 08.315	−0.6268	7 29	16 08
	25	969.5	20 27 06.651	77.020	−19 04 52.33	+36.588	14.81	8.93	11 47 53.670	−0.5934	7 27	16 10
	26	970.5	20 31 17.035	87.407	−18 50 03.81	+37.454	14.71	8.93	11 47 39.833	−0.5595	7 26	16 11
	27	971.5	20 35 26.601	96.977	−18 34 54.68	+38.303	14.60	8.93	11 47 26.814	−0.5253	7 25	16 13
	28	972.5	20 39 35.344	105.724	−18 19 25.35	+39.136	14.49	8.93	11 47 14.619	−0.4909	7 23	16 15
	29	973.5	20 43 43.258	113.646	−18 03 36.22	+39.952	14.38	8.93	11 47 03.252	−0.4563	7 22	16 17
Luty	30	974.5	20 47 50.340	120.738	−17 47 27.70	+40.751	14.26	8.93	11 46 52.716	−0.4216	7 20	16 19
	31	975.5	20 51 56.591	127.001	−17 31 00.20	+41.533	14.14	8.93	11 46 43.012	−0.3869	7 19	16 21
	1	976.5	20 56 02.011	72.435	−17 14 14.12	+42.299	14.01	8.93	11 46 34.139	−0.3523	7 17	16 22
	2	977.5	21 00 06.601	77.040	−16 57 09.87	+43.048	13.88	8.92	11 46 26.096	−0.3178	7 16	16 24
	3	978.5	21 04 10.364	80.817	−16 39 47.86	+43.780	13.75	8.92	11 46 18.880	−0.2835	7 14	16 26
	4	979.5	21 08 13.306	83.772	−16 22 08.49	+44.496	13.60	8.92	11 46 12.485	−0.2493	7 12	16 28
	5	980.5	21 12 15.432	85.910	−16 04 12.16	+45.195	13.45	8.92	11 46 06.906	−0.2155	7 11	16 30
	6	981.5	21 16 16.748	87.235	−15 45 59.26	+45.877	13.30	8.92	11 46 02.137	−0.1819	7 09	16 32
	7	982.5	21 20 17.261	87.754	−15 27 30.19	+46.543	13.14	8.92	11 45 58.170	−0.1486	7 07	16 34
	8	983.5	21 24 16.981	87.478	−15 08 45.34	+47.193	12.98	8.92	11 45 54.998	−0.1157	7 05	16 36
	9	984.5	21 28 15.916	86.415	−14 49 45.10	+47.826	12.81	8.91	11 45 52.610	−0.0833	7 04	16 37
	10	985.5	21 32 14.076	84.577	−14 30 29.85	+48.442	12.63	8.91	11 45 50.996	−0.0512	7 02	16 39
	11	986.5	21 36 11.472	81.975	−14 11 00.00	+49.042	12.45	8.91	11 45 50.148	−0.0196	7 00	16 41
	12	987.5	21 40 08.114	78.620	−13 51 15.92	+49.626	12.27	8.91	11 45 50.053	+0.0116	6 58	16 43
	13	988.5	21 44 04.013	74.526	−13 31 18.02	+50.193	12.08	8.91	11 45 50.700	+0.0423	6 56	16 45
	14	989.5	21 47 59.182	129.704	−13 11 06.69	+50.743	11.89	8.91	11 45 52.079	+0.0725	6 54	16 47
15	990.5	21 51 53.630	124.166	−12 50 42.35	+51.276	11.70	8.90	11 45 54.178	+0.1023	6 52	16 49	

SŁOŃCE 2023, LUTY – MARZEC

Data		JD	0 ^h TT							CSE		
			α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π	E + 12 ^h	V _E /1 ^h	w Warszawie wsch.	zach.
Luty	15	$\frac{2459}{2460}$ 990.5	21 ^h 51 ^m 53 ^s .630	124 ^s .166	−12°50′42″.35	+51″.276	11″.70	8″.90	11 ^h 45 ^m 54 ^s .178	+0 ^s .1023	6 ^h 52 ^m	16 ^h 49 ^m
	16	991.5	21 55 47.368	117.920	−12 30 05.40	+51.792	11.50	8.90	11 45 56.986	+0.1317	6 50	16 51
	17	992.5	21 59 40.408	110.978	−12 09 16.28	+52.291	11.30	8.90	11 46 00.493	+0.1606	6 48	16 52
	18	993.5	22 03 32.758	103.345	−11 48 15.41	+52.772	11.09	8.90	11 46 04.690	+0.1892	6 46	16 54
	19	994.5	22 07 24.428	95.028	−11 27 03.25	+53.235	10.89	8.90	11 46 09.567	+0.2173	6 44	16 56
	20	995.5	22 11 15.425	86.034	−11 05 40.22	+53.680	10.68	8.90	11 46 15.117	+0.2452	6 42	16 58
	21	996.5	22 15 05.760	76.373	−10 44 06.76	+54.106	10.47	8.89	11 46 21.329	+0.2726	6 40	17 00
	22	997.5	22 18 55.440	126.054	−10 22 23.30	+54.513	10.26	8.89	11 46 28.196	+0.2996	6 38	17 02
	23	998.5	22 22 44.477	115.091	−10 00 30.28	+54.903	10.05	8.89	11 46 35.706	+0.3262	6 36	17 04
	24	999.5	22 26 32.883	103.499	− 9 38 28.12	+55.273	9.83	8.89	11 46 43.847	+0.3522	6 34	17 05
Marzec	25	000.5	22 30 20.672	91.291	− 9 16 17.26	+55.626	9.61	8.89	11 46 52.605	+0.3776	6 32	17 07
	26	001.5	22 34 07.859	78.485	− 8 53 58.11	+55.962	9.40	8.88	11 47 01.965	+0.4023	6 29	17 09
	27	002.5	22 37 54.460	125.096	− 8 31 31.10	+56.280	9.17	8.88	11 47 11.911	+0.4264	6 27	17 11
	28	003.5	22 41 40.492	111.139	− 8 08 56.65	+56.582	8.95	8.88	11 47 22.426	+0.4497	6 25	17 13
	1	004.5	22 45 25.975	96.634	− 7 46 15.17	+56.866	8.72	8.88	11 47 33.490	+0.4722	6 23	17 15
	2	005.5	22 49 10.927	81.599	− 7 23 27.05	+57.135	8.49	8.88	11 47 45.085	+0.4939	6 21	17 16
	3	006.5	22 52 55.368	126.051	− 7 00 32.70	+57.387	8.26	8.87	11 47 57.190	+0.5148	6 18	17 18
	4	007.5	22 56 39.319	110.012	− 6 37 32.51	+57.623	8.02	8.87	11 48 09.787	+0.5348	6 16	17 20
	5	008.5	23 00 22.800	93.500	− 6 14 26.85	+57.843	7.78	8.87	11 48 22.853	+0.5539	6 14	17 22
	6	009.5	23 04 05.832	76.537	− 5 51 16.10	+58.048	7.54	8.87	11 48 36.367	+0.5721	6 12	17 24
	7	010.5	23 07 48.439	119.146	− 5 28 00.62	+58.238	7.29	8.86	11 48 50.308	+0.5894	6 10	17 25
	8	011.5	23 11 30.641	101.349	− 5 04 40.79	+58.412	7.05	8.86	11 49 04.652	+0.6058	6 07	17 27
	9	012.5	23 15 12.462	83.169	− 4 41 16.96	+58.572	6.79	8.86	11 49 19.378	+0.6212	6 05	17 29
	10	013.5	23 18 53.925	124.632	− 4 17 49.47	+58.716	6.54	8.86	11 49 34.463	+0.6357	6 03	17 31
	11	014.5	23 22 35.052	105.760	− 3 54 18.68	+58.846	6.28	8.85	11 49 49.882	+0.6492	6 00	17 33
	12	015.5	23 26 15.866	86.578	− 3 30 44.93	+58.961	6.02	8.85	11 50 05.615	+0.6617	5 58	17 34
	13	016.5	23 29 56.391	127.110	− 3 07 08.57	+59.062	5.75	8.85	11 50 21.637	+0.6733	5 56	17 36
	14	017.5	23 33 36.648	107.378	− 2 43 29.96	+59.147	5.48	8.85	11 50 37.927	+0.6840	5 53	17 38
	15	018.5	23 37 16.660	87.403	− 2 19 49.46	+59.218	5.22	8.85	11 50 54.462	+0.6938	5 51	17 40
	16	019.5	23 40 56.447	127.205	− 1 56 07.43	+59.274	4.95	8.84	11 51 11.222	+0.7027	5 49	17 41
	17	020.5	23 44 36.030	106.803	− 1 32 24.26	+59.314	4.67	8.84	11 51 28.186	+0.7108	5 47	17 43
	18	021.5	23 48 15.428	86.214	− 1 08 40.33	+59.338	4.40	8.84	11 51 45.335	+0.7182	5 44	17 45
	19	022.5	23 51 54.658	125.453	− 0 44 56.02	+59.346	4.13	8.84	11 52 02.652	+0.7248	5 42	17 47
	20	023.5	23 55 33.739	104.538	− 0 21 11.74	+59.338	3.86	8.83	11 52 20.118	+0.7307	5 40	17 48
	21	024.5	23 59 12.686	83.486	+ 0 02 32.12	+59.314	3.59	8.83	11 52 37.718	+0.7359	5 37	17 50
	22	025.5	0 02 51.515	122.314	+ 0 26 15.19	+59.272	3.32	8.83	11 52 55.436	+0.7405	5 35	17 52
	23	026.5	0 06 30.242	101.041	+ 0 49 57.06	+59.214	3.04	8.83	11 53 13.255	+0.7444	5 33	17 54
24	027.5	0 10 08.884	79.685	+ 1 13 37.36	+59.140	2.77	8.82	11 53 31.160	+0.7476	5 30	17 55	
25	028.5	0 13 47.457	118.263	+ 1 37 15.69	+59.049	2.51	8.82	11 53 49.134	+0.7501	5 28	17 57	
26	029.5	0 17 25.979	96.793	+ 2 00 51.68	+58.943	2.24	8.82	11 54 07.160	+0.7519	5 26	17 59	
27	030.5	0 21 04.467	75.291	+ 2 24 24.94	+58.821	1.97	8.82	11 54 25.218	+0.7529	5 23	18 01	
28	031.5	0 24 42.942	113.778	+ 2 47 55.11	+58.684	1.70	8.81	11 54 43.291	+0.7531	5 21	18 02	
29	032.5	0 28 21.421	92.269	+ 3 11 21.80	+58.532	1.43	8.81	11 55 01.358	+0.7524	5 19	18 04	
30	033.5	0 31 59.925	130.785	+ 3 34 44.67	+58.365	1.16	8.81	11 55 19.401	+0.7510	5 16	18 06	
31	034.5	0 35 38.475	109.345	+ 3 58 03.36	+58.184	0.89	8.81	11 55 37.398	+0.7487	5 14	18 08	
Kwiecień	1	035.5	0 39 17.090	87.968	+ 4 21 17.52	+57.988	0.62	8.80	11 55 55.330	+0.7455	5 12	18 09
	2	036.5	0 42 55.791	126.674	+ 4 44 26.80	+57.779	0.35	8.80	11 56 13.176	+0.7415	5 09	18 11

SŁOŃCE 2023, KWIECIEŃ – MAJ

Data	JD	$0^h TT$								CSE	
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.
Kwiecień	2460					15'					
	1 035.5	$0^h 39^m 17.090^s$	$87^s 968$	$+ 4^{\circ} 21' 17.52''$	$+57.988$	60.62	8.80	$11^h 55^m 55.330^s$	$+0.7455$	$5^h 12^m$	$18^h 09^m$
	2 036.5	0 42 55.791	126.674	$+ 4 44 26.80$	$+57.779$	60.35	8.80	11 56 13.176	$+0.7415$	5 09	18 11
	3 037.5	0 46 34.599	105.485	$+ 5 07 30.86$	$+57.556$	60.08	8.80	11 56 30.915	$+0.7366$	5 07	18 13
	4 038.5	0 50 13.535	84.422	$+ 5 30 29.39$	$+57.318$	59.80	8.80	11 56 48.526	$+0.7308$	5 05	18 14
	5 039.5	0 53 52.620	123.507	$+ 5 53 22.06$	$+57.068$	59.53	8.79	11 57 05.988	$+0.7242$	5 02	18 16
	6 040.5	0 57 31.876	102.762	$+ 6 16 08.54$	$+56.804$	59.26	8.79	11 57 23.279	$+0.7166$	5 00	18 18
	7 041.5	1 01 11.325	82.212	$+ 6 38 48.53$	$+56.527$	58.98	8.79	11 57 40.377	$+0.7081$	4 58	18 20
	8 042.5	1 04 50.987	121.878	$+ 7 01 21.72$	$+56.237$	58.70	8.79	11 57 57.261	$+0.6988$	4 56	18 21
	9 043.5	1 08 30.885	101.782	$+ 7 23 47.81$	$+55.933$	58.43	8.78	11 58 13.910	$+0.6885$	4 53	18 23
	10 044.5	1 12 11.039	81.947	$+ 7 46 06.48$	$+55.617$	58.15	8.78	11 58 30.303	$+0.6774$	4 51	18 25
	11 045.5	1 15 51.470	122.391	$+ 8 08 17.42$	$+55.287$	57.87	8.78	11 58 46.420	$+0.6655$	4 49	18 27
	12 046.5	1 19 32.197	103.134	$+ 8 30 20.31$	$+54.944$	57.59	8.78	11 59 02.240	$+0.6528$	4 46	18 28
	13 047.5	1 23 13.238	84.191	$+ 8 52 14.81$	$+54.587$	57.32	8.77	11 59 17.745	$+0.6393$	4 44	18 30
	14 048.5	1 26 54.611	125.577	$+ 9 14 00.58$	$+54.217$	57.04	8.77	11 59 32.919	$+0.6251$	4 42	18 32
	15 049.5	1 30 36.333	107.310	$+ 9 35 37.28$	$+53.832$	56.76	8.77	11 59 47.744	$+0.6102$	4 40	18 33
	16 050.5	1 34 18.418	89.402	$+ 9 57 04.53$	$+53.432$	56.49	8.77	12 00 02.207	$+0.5948$	4 38	18 35
	17 051.5	1 38 00.878	71.865	$+10 18 22.00$	$+53.018$	56.22	8.76	12 00 16.293	$+0.5789$	4 35	18 37
	18 052.5	1 41 43.728	114.715	$+10 39 29.31$	$+52.588$	55.95	8.76	12 00 29.990	$+0.5625$	4 33	18 39
	19 053.5	1 45 26.976	97.964	$+11 00 26.12$	$+52.144$	55.68	8.76	12 00 43.289	$+0.5456$	4 31	18 40
	20 054.5	1 49 10.634	81.624	$+11 21 12.06$	$+51.683$	55.42	8.76	12 00 56.178	$+0.5284$	4 29	18 42
	21 055.5	1 52 54.711	125.705	$+11 41 46.79$	$+51.208$	55.16	8.75	12 01 08.648	$+0.5108$	4 27	18 44
	22 056.5	1 56 39.215	110.218	$+12 02 09.95$	$+50.718$	54.90	8.75	12 01 20.691	$+0.4928$	4 25	18 46
	23 057.5	2 00 24.156	95.170	$+12 22 21.17$	$+50.213$	54.64	8.75	12 01 32.297	$+0.4744$	4 23	18 47
	24 058.5	2 04 09.542	80.569	$+12 42 20.12$	$+49.693$	54.39	8.75	12 01 43.458	$+0.4557$	4 20	18 49
	25 059.5	2 07 55.382	126.423	$+13 02 06.43$	$+49.159$	54.14	8.74	12 01 54.165	$+0.4366$	4 18	18 51
	26 060.5	2 11 41.686	112.741	$+13 21 39.78$	$+48.611$	53.89	8.74	12 02 04.408	$+0.4170$	4 16	18 52
	27 061.5	2 15 28.463	99.531	$+13 40 59.81$	$+48.050$	53.64	8.74	12 02 14.178	$+0.3971$	4 14	18 54
	28 062.5	2 19 15.722	86.800	$+14 00 06.20$	$+47.475$	53.40	8.74	12 02 23.465	$+0.3768$	4 12	18 56
	29 063.5	2 23 03.473	74.559	$+14 18 58.62$	$+46.886$	53.16	8.73	12 02 32.261	$+0.3561$	4 10	18 58
	30 064.5	2 26 51.725	122.817	$+14 37 36.74$	$+46.285$	52.92	8.73	12 02 40.557	$+0.3351$	4 08	18 59
Maj	1 065.5	2 30 40.486	111.581	$+14 56 00.27$	$+45.671$	52.68	8.73	12 02 48.343	$+0.3137$	4 06	19 01
	2 066.5	2 34 29.765	100.862	$+15 14 08.88$	$+45.044$	52.44	8.73	12 02 55.610	$+0.2919$	4 04	19 03
	3 067.5	2 38 19.573	90.672	$+15 32 02.28$	$+44.404$	52.21	8.73	12 03 02.350	$+0.2697$	4 03	19 04
	4 068.5	2 42 09.916	81.017	$+15 49 40.18$	$+43.753$	51.97	8.72	12 03 08.553	$+0.2472$	4 01	19 06
	5 069.5	2 46 00.805	71.911	$+16 07 02.30$	$+43.089$	51.74	8.72	12 03 14.212	$+0.2243$	3 59	19 08
	6 070.5	2 49 52.247	123.361	$+16 24 08.36$	$+42.414$	51.51	8.72	12 03 19.316	$+0.2011$	3 57	19 09
	7 071.5	2 53 44.252	115.377	$+16 40 58.08$	$+41.727$	51.28	8.72	12 03 23.858	$+0.1775$	3 55	19 11
	8 072.5	2 57 36.826	107.967	$+16 57 31.20$	$+41.028$	51.05	8.72	12 03 27.831	$+0.1536$	3 53	19 13
	9 073.5	3 01 29.978	101.137	$+17 13 47.44$	$+40.318$	50.82	8.71	12 03 31.226	$+0.1294$	3 52	19 14
	10 074.5	3 05 23.713	94.890	$+17 29 46.51$	$+39.596$	50.59	8.71	12 03 34.039	$+0.1050$	3 50	19 16
	11 075.5	3 09 18.035	89.229	$+17 45 28.13$	$+38.862$	50.37	8.71	12 03 36.263	$+0.0804$	3 48	19 17
	12 076.5	3 13 12.948	84.156	$+18 00 51.98$	$+38.116$	50.15	8.71	12 03 37.897	$+0.0558$	3 47	19 19
	13 077.5	3 17 08.454	79.671	$+18 15 57.77$	$+37.358$	49.93	8.70	12 03 38.938	$+0.0311$	3 45	19 21
	14 078.5	3 21 04.551	75.774	$+18 30 45.20$	$+36.588$	49.71	8.70	12 03 39.388	$+0.0064$	3 43	19 22
	15 079.5	3 25 01.238	72.465	$+18 45 13.97$	$+35.805$	49.50	8.70	12 03 39.247	-0.0181	3 42	19 24
	16 080.5	3 28 58.511	129.740	$+18 59 23.77$	$+35.010$	49.29	8.70	12 03 38.521	-0.0424	3 40	19 25
	17 081.5	3 32 56.364	127.597	$+19 13 14.32$	$+34.202$	49.08	8.70	12 03 37.215	-0.0663	3 39	19 27

SŁOŃCE 2023, MAJ – CZERWIEC

Data		JD	0 ^h TT							CSE		
			α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π	E + 12 ^h	V _E /1 ^h	w Warszawie wsch.	zach.
Maj		2460					15'					
	17	081.5	3 ^h 32 ^m 56.364	127. ^s 597	+19°13'14".32	+34".202	49".08	8".70	12 ^h 03 ^m 37. ^s 215	−0. ^s 0663	3 ^h 39 ^m	19 ^h 27 ^m
	18	082.5	3 36 54.790	126.029	+19 26 45.33	+33.382	48.88	8.70	12 03 35.337	−0.0900	3 37	19 28
	19	083.5	3 40 53.778	125.026	+19 39 56.52	+32.550	48.69	8.69	12 03 32.895	−0.1132	3 36	19 30
	20	084.5	3 44 53.320	124.581	+19 52 47.62	+31.707	48.50	8.69	12 03 29.900	−0.1361	3 35	19 31
	21	085.5	3 48 53.405	124.681	+20 05 18.35	+30.851	48.31	8.69	12 03 26.362	−0.1585	3 33	19 33
	22	086.5	3 52 54.022	125.314	+20 17 28.44	+29.985	48.13	8.69	12 03 22.293	−0.1804	3 32	19 34
	23	087.5	3 56 55.158	126.466	+20 29 17.64	+29.109	47.95	8.69	12 03 17.704	−0.2018	3 31	19 36
	24	088.5	4 00 56.802	128.126	+20 40 45.68	+28.222	47.77	8.69	12 03 12.607	−0.2227	3 29	19 37
	25	089.5	4 04 58.941	130.278	+20 51 52.32	+27.325	47.60	8.68	12 03 07.014	−0.2431	3 28	19 38
	26	090.5	4 09 01.563	72.911	+21 02 37.32	+26.418	47.44	8.68	12 03 00.939	−0.2630	3 27	19 40
	27	091.5	4 13 04.656	76.013	+21 13 00.45	+25.503	47.28	8.68	12 02 54.393	−0.2823	3 26	19 41
	28	092.5	4 17 08.206	79.569	+21 23 01.50	+24.579	47.12	8.68	12 02 47.390	−0.3011	3 25	19 42
	29	093.5	4 21 12.200	83.568	+21 32 40.26	+23.647	46.96	8.68	12 02 39.943	−0.3193	3 24	19 44
	30	094.5	4 25 16.625	87.997	+21 41 56.52	+22.707	46.81	8.68	12 02 32.065	−0.3370	3 23	19 45
	31	095.5	4 29 21.467	92.843	+21 50 50.11	+21.759	46.67	8.68	12 02 23.770	−0.3541	3 22	19 46
Czerwiec	1	096.5	4 33 26.713	98.095	+21 59 20.85	+20.804	46.52	8.67	12 02 15.071	−0.3706	3 21	19 47
	2	097.5	4 37 32.350	103.740	+22 07 28.58	+19.842	46.38	8.67	12 02 05.981	−0.3866	3 20	19 48
	3	098.5	4 41 38.364	109.767	+22 15 13.16	+18.874	46.24	8.67	12 01 56.514	−0.4020	3 20	19 49
	4	099.5	4 45 44.743	116.162	+22 22 34.44	+17.900	46.10	8.67	12 01 46.682	−0.4169	3 19	19 50
	5	100.5	4 49 51.473	122.912	+22 29 32.30	+16.920	45.97	8.67	12 01 36.499	−0.4313	3 18	19 51
	6	101.5	4 53 58.540	130.000	+22 36 06.60	+15.935	45.84	8.67	12 01 25.978	−0.4451	3 18	19 52
	7	102.5	4 58 05.932	77.411	+22 42 17.21	+14.944	45.71	8.67	12 01 15.133	−0.4583	3 17	19 53
	8	103.5	5 02 13.633	85.129	+22 48 03.99	+13.948	45.58	8.67	12 01 03.980	−0.4709	3 16	19 54
	9	104.5	5 06 21.626	93.135	+22 53 26.80	+12.946	45.46	8.66	12 00 52.533	−0.4827	3 16	19 55
	10	105.5	5 10 29.895	101.413	+22 58 25.52	+11.940	45.34	8.66	12 00 40.812	−0.4938	3 16	19 56
	11	106.5	5 14 38.419	109.942	+23 03 00.01	+10.930	45.22	8.66	12 00 28.834	−0.5041	3 15	19 56
	12	107.5	5 18 47.178	118.705	+23 07 10.16	+ 9.915	45.11	8.66	12 00 16.622	−0.5134	3 15	19 57
	13	108.5	5 22 56.149	127.681	+23 10 55.87	+ 8.895	45.00	8.66	12 00 04.198	−0.5217	3 15	19 58
	14	109.5	5 27 05.308	76.847	+23 14 17.05	+ 7.872	44.90	8.66	11 59 51.586	−0.5290	3 14	19 58
	15	110.5	5 31 14.629	86.178	+23 17 13.63	+ 6.846	44.80	8.66	11 59 38.812	−0.5352	3 14	19 59
	16	111.5	5 35 24.087	95.648	+23 19 45.54	+ 5.817	44.71	8.66	11 59 25.901	−0.5403	3 14	19 59
	17	112.5	5 39 33.654	105.231	+23 21 52.74	+ 4.785	44.63	8.66	11 59 12.882	−0.5443	3 14	20 00
	18	113.5	5 43 43.302	114.896	+23 23 35.17	+ 3.752	44.54	8.66	11 58 59.780	−0.5471	3 14	20 00
	19	114.5	5 47 53.004	124.616	+23 24 52.80	+ 2.717	44.47	8.65	11 58 46.625	−0.5487	3 14	20 00
	20	115.5	5 52 02.732	74.360	+23 25 45.61	+ 1.682	44.40	8.65	11 58 33.444	−0.5492	3 14	20 01
	21	116.5	5 56 12.459	84.103	+23 26 13.58	+ 0.646	44.33	8.65	11 58 20.264	−0.5486	3 14	20 01
	22	117.5	6 00 22.157	93.813	+23 26 16.70	− 0.389	44.27	8.65	11 58 07.113	−0.5469	3 15	20 01
	23	118.5	6 04 31.800	103.467	+23 25 54.99	− 1.424	44.22	8.65	11 57 54.017	−0.5441	3 15	20 01
	24	119.5	6 08 41.361	113.036	+23 25 08.46	− 2.457	44.17	8.65	11 57 41.003	−0.5402	3 15	20 01
	25	120.5	6 12 50.816	122.496	+23 23 57.14	− 3.489	44.13	8.65	11 57 28.095	−0.5352	3 16	20 01
	26	121.5	6 17 00.140	71.825	+23 22 21.06	− 4.518	44.09	8.65	11 57 15.318	−0.5292	3 16	20 01
	27	122.5	6 21 09.307	80.997	+23 20 20.30	− 5.545	44.05	8.65	11 57 02.697	−0.5223	3 16	20 01
	28	123.5	6 25 18.296	89.991	+23 17 54.91	− 6.568	44.02	8.65	11 56 50.256	−0.5143	3 17	20 01
	29	124.5	6 29 27.084	98.787	+23 15 04.98	− 7.589	43.99	8.65	11 56 38.015	−0.5055	3 18	20 01
	30	125.5	6 33 35.649	107.363	+23 11 50.59	− 8.605	43.97	8.65	11 56 25.996	−0.4958	3 18	20 01
Lipiec	1	126.5	6 37 43.973	115.702	+23 08 11.85	− 9.617	43.95	8.65	11 56 14.220	−0.4853	3 19	20 00
	2	127.5	6 41 52.036	123.784	+23 04 08.89	−10.625	43.93	8.65	11 56 02.704	−0.4740	3 20	20 00

SŁOŃCE 2023, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data		JD	0 ^h TT								CSE	
			α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.
Lipiec	1	2460 126.5	6 ^h 37 ^m 43.973 ^s	115 ^s .702	+23°08′11″.85	− 9″.617	43″.95	8″.65	11 ^h 56 ^m 14.220 ^s	−0 ^s .4853	3 ^h 19 ^m	20 ^h 00 ^m
	2	127.5	6 41 52.036	123.784	+23 04 08.89	−10.625	43.93	8.65	11 56 02.704	−0.4740	3 20	20 00
	3	128.5	6 45 59.821	131.590	+22 59 41.81	−11.628	43.92	8.65	11 55 51.465	−0.4621	3 20	20 00
	4	129.5	6 50 07.313	79.103	+22 54 50.74	−12.627	43.91	8.65	11 55 40.520	−0.4496	3 21	19 59
	5	130.5	6 54 14.497	86.306	+22 49 35.81	−13.620	43.90	8.65	11 55 29.883	−0.4364	3 22	19 59
	6	131.5	6 58 21.357	93.180	+22 43 57.12	−14.608	43.90	8.65	11 55 19.570	−0.4227	3 23	19 58
	7	132.5	7 02 27.880	99.713	+22 37 54.78	−15.591	43.90	8.65	11 55 09.594	−0.4083	3 24	19 57
	8	133.5	7 06 34.050	105.889	+22 31 28.91	−16.568	43.90	8.65	11 54 59.971	−0.3934	3 25	19 57
	9	134.5	7 10 39.852	111.695	+22 24 39.64	−17.539	43.90	8.65	11 54 50.717	−0.3777	3 26	19 56
	10	135.5	7 14 45.269	117.116	+22 17 27.12	−18.503	43.92	8.65	11 54 41.846	−0.3613	3 27	19 55
	11	136.5	7 18 50.285	122.138	+22 09 51.50	−19.461	43.93	8.65	11 54 33.377	−0.3442	3 28	19 55
	12	137.5	7 22 54.883	126.745	+22 01 52.96	−20.412	43.95	8.65	11 54 25.326	−0.3264	3 29	19 54
	13	138.5	7 26 59.044	130.917	+21 53 31.68	−21.355	43.97	8.65	11 54 17.712	−0.3078	3 30	19 53
	14	139.5	7 31 02.751	74.639	+21 44 47.87	−22.290	44.00	8.65	11 54 10.552	−0.2885	3 31	19 52
	15	140.5	7 35 05.986	77.890	+21 35 41.73	−23.216	44.04	8.65	11 54 03.864	−0.2685	3 32	19 51
	16	141.5	7 39 08.732	80.652	+21 26 13.47	−24.134	44.08	8.65	11 53 57.664	−0.2478	3 34	19 50
	17	142.5	7 43 10.974	82.910	+21 16 23.30	−25.043	44.12	8.65	11 53 51.970	−0.2264	3 35	19 49
	18	143.5	7 47 12.693	84.644	+21 06 11.47	−25.942	44.18	8.65	11 53 46.797	−0.2044	3 36	19 47
	19	144.5	7 51 13.877	85.841	+20 55 38.19	−26.831	44.23	8.65	11 53 42.161	−0.1817	3 37	19 46
	20	145.5	7 55 14.510	86.483	+20 44 43.71	−27.710	44.29	8.65	11 53 38.075	−0.1585	3 39	19 45
	21	146.5	7 59 14.580	86.561	+20 33 28.26	−28.578	44.36	8.65	11 53 34.552	−0.1348	3 40	19 44
	22	147.5	8 03 14.074	86.060	+20 21 52.11	−29.435	44.44	8.65	11 53 31.604	−0.1106	3 42	19 42
	23	148.5	8 07 12.983	84.972	+20 09 55.50	−30.282	44.51	8.66	11 53 29.242	−0.0860	3 43	19 41
	24	149.5	8 11 11.297	83.290	+19 57 38.69	−31.117	44.60	8.66	11 53 27.475	−0.0611	3 44	19 40
	25	150.5	8 15 09.008	81.004	+19 45 01.95	−31.941	44.68	8.66	11 53 26.311	−0.0358	3 46	19 38
	26	151.5	8 19 06.109	78.111	+19 32 05.56	−32.753	44.78	8.66	11 53 25.757	−0.0103	3 47	19 37
	27	152.5	8 23 02.595	74.605	+19 18 49.79	−33.554	44.87	8.66	11 53 25.818	+0.0155	3 49	19 35
	28	153.5	8 26 58.462	130.484	+19 05 14.93	−34.343	44.97	8.66	11 53 26.499	+0.0413	3 50	19 34
	29	154.5	8 30 53.707	125.744	+18 51 21.27	−35.120	45.08	8.66	11 53 27.800	+0.0672	3 52	19 32
	30	155.5	8 34 48.332	120.388	+18 37 09.10	−35.886	45.18	8.66	11 53 29.722	+0.0931	3 53	19 31
Sierpień	31	156.5	8 38 42.336	114.411	+18 22 38.71	−36.640	45.30	8.66	11 53 32.265	+0.1189	3 55	19 29
	1	157.5	8 42 35.724	107.818	+18 07 50.38	−37.383	45.41	8.66	11 53 35.424	+0.1445	3 56	19 27
	2	158.5	8 46 28.499	100.607	+17 52 44.39	−38.114	45.52	8.66	11 53 39.196	+0.1699	3 58	19 26
	3	159.5	8 50 20.669	92.788	+17 37 21.00	−38.835	45.64	8.67	11 53 43.573	+0.1950	3 59	19 24
	4	160.5	8 54 12.239	84.363	+17 21 40.46	−39.544	45.76	8.67	11 53 48.549	+0.2198	4 01	19 22
	5	161.5	8 58 03.217	75.344	+17 05 43.01	−40.243	45.89	8.67	11 53 54.118	+0.2443	4 03	19 20
	6	162.5	9 01 53.610	125.739	+16 49 28.92	−40.930	46.01	8.67	11 54 00.273	+0.2686	4 04	19 19
	7	163.5	9 05 43.422	115.554	+16 32 58.46	−41.605	46.14	8.67	11 54 07.007	+0.2926	4 06	19 17
	8	164.5	9 09 32.661	104.799	+16 16 11.91	−42.268	46.28	8.67	11 54 14.316	+0.3164	4 07	19 15
	9	165.5	9 13 21.330	93.477	+15 59 09.56	−42.920	46.41	8.67	11 54 22.193	+0.3400	4 09	19 13
	10	166.5	9 17 09.435	81.594	+15 41 51.73	−43.558	46.55	8.67	11 54 30.635	+0.3635	4 11	19 11
	11	167.5	9 20 56.980	129.152	+15 24 18.73	−44.184	46.70	8.68	11 54 39.637	+0.3867	4 12	19 09
	12	168.5	9 24 43.970	116.157	+15 06 30.86	−44.797	46.85	8.68	11 54 49.194	+0.4098	4 14	19 07
	13	169.5	9 28 30.409	102.610	+14 48 28.47	−45.396	47.00	8.68	11 54 59.302	+0.4326	4 15	19 05
	14	170.5	9 32 16.303	88.517	+14 30 11.85	−45.983	47.16	8.68	11 55 09.955	+0.4552	4 17	19 03
	15	171.5	9 36 01.658	73.883	+14 11 41.34	−46.555	47.33	8.68	11 55 21.147	+0.4776	4 19	19 01
16	172.5	9 39 46.479	118.712	+13 52 57.27	−47.114	47.49	8.68	11 55 32.873	+0.4997	4 20	18 59	

SŁOŃCE 2023, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data		JD	$0^h TT$							CSE	
			α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch. zach.
Sierpień		2460					15'				
	16	172.5	$9^h39^m46^s.479$	$118^s.712$	$+13^{\circ}52'57''.27$	$-47''.114$	$47''.49$	$8''.68$	$11^h55^m32^s.873$	$+0.4997$	4^h20^m 18^h59^m
	17	173.5	9 43 30.774	103.013	+13 33 59.96	-47.660	47.67	8.68	11 55 45.125	+0.5214	4 22 18 57
	18	174.5	9 47 14.548	86.790	+13 14 49.74	-48.191	47.84	8.69	11 55 57.898	+0.5429	4 24 18 55
	19	175.5	9 50 57.812	130.056	+12 55 26.94	-48.708	48.03	8.69	11 56 11.181	+0.5641	4 25 18 53
	20	176.5	9 54 40.571	112.815	+12 35 51.88	-49.211	48.21	8.69	11 56 24.968	+0.5848	4 27 18 51
	21	177.5	9 58 22.838	95.084	+12 16 04.90	-49.701	48.40	8.69	11 56 39.249	+0.6052	4 29 18 49
	22	178.5	10 02 04.620	76.868	+11 56 06.34	-50.176	48.60	8.69	11 56 54.014	+0.6251	4 30 18 47
	23	179.5	10 05 45.930	118.183	+11 35 56.52	-50.637	48.80	8.69	11 57 09.251	+0.6446	4 32 18 44
	24	180.5	10 09 26.780	99.041	+11 15 35.78	-51.084	49.00	8.70	11 57 24.948	+0.6635	4 34 18 42
	25	181.5	10 13 07.181	79.454	+10 55 04.46	-51.517	49.21	8.70	11 57 41.093	+0.6819	4 35 18 40
	26	182.5	10 16 47.149	119.437	+10 34 22.89	-51.937	49.42	8.70	11 57 57.673	+0.6997	4 37 18 38
	27	183.5	10 20 26.698	99.002	+10 13 31.41	-52.343	49.63	8.70	11 58 14.670	+0.7168	4 38 18 36
	28	184.5	10 24 05.846	78.166	+ 9 52 30.35	-52.736	49.84	8.70	11 58 32.070	+0.7332	4 40 18 33
	29	185.5	10 27 44.609	116.944	+ 9 31 20.03	-53.117	50.06	8.71	11 58 49.854	+0.7488	4 42 18 31
	30	186.5	10 31 23.008	95.353	+ 9 10 00.75	-53.485	50.27	8.71	11 59 08.002	+0.7635	4 43 18 29
Wrzesień	31	187.5	10 35 01.062	73.412	+ 8 48 32.81	-53.841	50.49	8.71	11 59 26.494	+0.7774	4 45 18 27
	1	188.5	10 38 38.794	111.145	+ 8 26 56.47	-54.186	50.71	8.71	11 59 45.309	+0.7904	4 47 18 24
	2	189.5	10 42 16.226	88.577	+ 8 05 12.00	-54.518	50.93	8.71	12 00 04.425	+0.8025	4 48 18 22
	3	190.5	10 45 53.377	125.728	+ 7 43 19.69	-54.839	51.16	8.72	12 00 23.820	+0.8137	4 50 18 20
	4	191.5	10 49 30.270	102.624	+ 7 21 19.80	-55.147	51.38	8.72	12 00 43.474	+0.8240	4 52 18 17
	5	192.5	10 53 06.924	79.285	+ 6 59 12.64	-55.443	51.60	8.72	12 01 03.367	+0.8336	4 53 18 15
	6	193.5	10 56 43.359	115.729	+ 6 36 58.52	-55.726	51.83	8.72	12 01 23.479	+0.8423	4 55 18 13
	7	194.5	11 00 19.592	91.974	+ 6 14 37.77	-55.995	52.06	8.72	12 01 43.793	+0.8503	4 57 18 11
	8	195.5	11 03 55.642	128.036	+ 5 52 10.70	-56.251	52.29	8.73	12 02 04.290	+0.8576	4 58 18 08
	9	196.5	11 07 31.526	103.933	+ 5 29 37.66	-56.494	52.53	8.73	12 02 24.953	+0.8642	5 00 18 06
	10	197.5	11 11 07.261	79.680	+ 5 06 58.97	-56.722	52.77	8.73	12 02 45.765	+0.8700	5 01 18 04
	11	198.5	11 14 42.864	115.292	+ 4 44 14.99	-56.936	53.01	8.73	12 03 06.708	+0.8752	5 03 18 01
	12	199.5	11 18 18.353	90.788	+ 4 21 26.05	-57.137	53.25	8.74	12 03 27.767	+0.8796	5 05 17 59
	13	200.5	11 21 53.743	126.183	+ 3 58 32.49	-57.322	53.50	8.74	12 03 48.923	+0.8833	5 06 17 57
	14	201.5	11 25 29.053	101.495	+ 3 35 34.67	-57.493	53.75	8.74	12 04 10.161	+0.8864	5 08 17 54
	15	202.5	11 29 04.298	76.741	+ 3 12 32.92	-57.650	54.00	8.74	12 04 31.463	+0.8887	5 10 17 52
	16	203.5	11 32 39.495	111.937	+ 2 49 27.60	-57.792	54.25	8.74	12 04 52.812	+0.8903	5 11 17 49
	17	204.5	11 36 14.663	87.104	+ 2 26 19.06	-57.918	54.51	8.75	12 05 14.192	+0.8912	5 13 17 47
	18	205.5	11 39 49.816	122.258	+ 2 03 07.64	-58.030	54.77	8.75	12 05 35.585	+0.8914	5 15 17 45
	19	206.5	11 43 24.974	97.419	+ 1 39 53.70	-58.127	55.04	8.75	12 05 56.974	+0.8909	5 16 17 42
	20	207.5	11 47 00.153	72.604	+ 1 16 37.60	-58.209	55.30	8.75	12 06 18.342	+0.8896	5 18 17 40
	21	208.5	11 50 35.372	107.833	+ 0 53 19.69	-58.276	55.57	8.76	12 06 39.671	+0.8876	5 20 17 38
	22	209.5	11 54 10.648	83.121	+ 0 30 00.33	-58.328	55.84	8.76	12 07 00.941	+0.8848	5 21 17 35
	23	210.5	11 57 46.001	118.488	+ 0 06 39.88	-58.366	56.12	8.76	12 07 22.135	+0.8812	5 23 17 33
	24	211.5	12 01 21.451	93.953	- 0 16 41.31	-58.389	56.39	8.76	12 07 43.232	+0.8768	5 25 17 31
	25	212.5	12 04 57.018	129.534	- 0 40 02.87	-58.398	56.66	8.77	12 08 04.213	+0.8714	5 26 17 28
	26	213.5	12 08 32.723	105.249	- 1 03 24.47	-58.394	56.94	8.77	12 08 25.054	+0.8652	5 28 17 26
	27	214.5	12 12 08.591	81.123	- 1 26 45.77	-58.376	57.21	8.77	12 08 45.733	+0.8580	5 30 17 24
	28	215.5	12 15 44.644	117.178	- 1 50 06.45	-58.344	57.49	8.77	12 09 06.227	+0.8497	5 31 17 21
	29	216.5	12 19 20.907	93.441	- 2 13 26.22	-58.300	57.76	8.78	12 09 26.511	+0.8404	5 33 17 19
	30	217.5	12 22 57.406	129.939	- 2 36 44.77	-58.244	58.03	8.78	12 09 46.559	+0.8301	5 35 17 17
Październik	1	218.5	12 26 34.166	106.700	- 3 00 01.80	-58.174	58.31	8.78	12 10 06.346	+0.8187	5 36 17 14

SŁOŃCE 2023, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data	JD	0 ^h TT								CSE		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.	
Październik	2460					15'						
	1	218.5	12 ^h 26 ^m 34. ^s 166	106. ^s 700	− 3°00′01″.80	−58″.174	58″.31	8″.78	12 ^h 10 ^m 06. ^s 346	+0. ^s 8187	5 ^h 36 ^m	17 ^h 14 ^m
	2	219.5	12 30 11.211	83.750	− 3 23 17.02	−58.091	58.58	8.78	12 10 25.847	+0.8063	5 38	17 12
	3	220.5	12 33 48.566	121.113	− 3 46 30.11	−57.994	58.85	8.79	12 10 45.040	+0.7929	5 40	17 10
	4	221.5	12 37 26.252	98.810	− 4 09 40.73	−57.883	59.12	8.79	12 11 03.900	+0.7786	5 41	17 07
	5	222.5	12 41 04.292	76.863	− 4 32 48.53	−57.758	59.39	8.79	12 11 22.407	+0.7635	5 43	17 05
	6	223.5	12 44 42.707	115.291	− 4 55 53.15	−57.618	59.66	8.79	12 11 40.539	+0.7474	5 45	17 03
	7	224.5	12 48 21.517	94.114	− 5 18 54.24	−57.463	59.93	8.80	12 11 58.277	+0.7306	5 46	17 00
	8	225.5	12 52 00.741	73.348	− 5 41 51.42	−57.293	60.20	8.80	12 12 15.600	+0.7129	5 48	16 58
	9	226.5	12 55 40.398	113.013	− 6 04 44.31	−57.107	60.47	8.80	12 12 32.490	+0.6945	5 50	16 56
	10	227.5	12 59 20.506	93.127	− 6 27 32.54	−56.906	60.74	8.80	12 12 48.928	+0.6753	5 52	16 54
	11	228.5	13 03 01.084	73.708	− 6 50 15.73	−56.688	61.01	8.81	12 13 04.897	+0.6553	5 53	16 51
	12	229.5	13 06 42.149	114.774	− 7 12 53.47	−56.454	61.29	8.81	12 13 20.379	+0.6347	5 55	16 49
	13	230.5	13 10 23.716	96.341	− 7 35 25.40	−56.204	61.56	8.81	12 13 35.359	+0.6134	5 57	16 47
	14	231.5	13 14 05.804	78.429	− 7 57 51.11	−55.937	61.83	8.81	12 13 49.819	+0.5915	5 59	16 45
	15	232.5	13 17 48.425	121.051	− 8 20 10.21	−55.653	62.11	8.82	12 14 03.744	+0.5689	6 00	16 42
	16	233.5	13 21 31.597	104.226	− 8 42 22.29	−55.352	62.38	8.82	12 14 17.119	+0.5457	6 02	16 40
	17	234.5	13 25 15.333	87.968	− 9 04 26.97	−55.034	62.66	8.82	12 14 29.930	+0.5219	6 04	16 38
	18	235.5	13 28 59.647	132.292	− 9 26 23.84	−54.699	62.94	8.82	12 14 42.163	+0.4975	6 06	16 36
	19	236.5	13 32 44.553	117.211	− 9 48 12.48	−54.347	63.21	8.83	12 14 53.804	+0.4725	6 07	16 34
	20	237.5	13 36 30.065	102.737	−10 09 52.49	−53.978	63.49	8.83	12 15 04.839	+0.4470	6 09	16 32
	21	238.5	13 40 16.197	88.885	−10 31 23.45	−53.592	63.77	8.83	12 15 15.254	+0.4209	6 11	16 30
	22	239.5	13 44 02.961	75.664	−10 52 44.97	−53.190	64.04	8.83	12 15 25.037	+0.3942	6 13	16 27
	23	240.5	13 47 50.374	123.089	−11 13 56.62	−52.771	64.32	8.84	12 15 34.171	+0.3669	6 14	16 25
	24	241.5	13 51 38.449	111.173	−11 34 58.00	−52.336	64.59	8.84	12 15 42.643	+0.3390	6 16	16 23
	25	242.5	13 55 27.202	99.931	−11 55 48.73	−51.885	64.86	8.84	12 15 50.437	+0.3104	6 18	16 21
	26	243.5	13 59 16.650	89.380	−12 16 28.43	−51.419	65.13	8.84	12 15 57.535	+0.2811	6 20	16 19
	27	244.5	14 03 06.810	79.541	−12 36 56.72	−50.937	65.40	8.85	12 16 03.923	+0.2511	6 22	16 17
	28	245.5	14 06 57.698	130.431	−12 57 13.26	−50.440	65.66	8.85	12 16 09.581	+0.2204	6 23	16 15
	29	246.5	14 10 49.333	122.071	−13 17 17.68	−49.927	65.93	8.85	12 16 14.494	+0.1890	6 25	16 13
30	247.5	14 14 41.729	114.475	−13 37 09.64	−49.400	66.18	8.85	12 16 18.644	+0.1569	6 27	16 11	
Listopad	31	248.5	14 18 34.903	107.661	−13 56 48.77	−48.856	66.44	8.86	12 16 22.017	+0.1242	6 29	16 10
	1	249.5	14 22 28.869	101.642	−14 16 14.68	−48.297	66.69	8.86	12 16 24.598	+0.0909	6 31	16 08
	2	250.5	14 26 23.640	96.428	−14 35 26.99	−47.721	66.94	8.86	12 16 26.374	+0.0571	6 33	16 06
	3	251.5	14 30 19.227	92.030	−14 54 25.29	−47.129	67.18	8.86	12 16 27.334	+0.0229	6 34	16 04
	4	252.5	14 34 15.640	88.457	−15 13 09.18	−46.520	67.43	8.87	12 16 27.468	−0.0117	6 36	16 02
	5	253.5	14 38 12.888	85.716	−15 31 38.24	−45.894	67.67	8.87	12 16 26.767	−0.0467	6 38	16 00
	6	254.5	14 42 10.979	83.816	−15 49 52.08	−45.251	67.91	8.87	12 16 25.223	−0.0820	6 40	15 59
	7	255.5	14 46 09.918	82.761	−16 07 50.25	−44.591	68.14	8.87	12 16 22.831	−0.1174	6 42	15 57
	8	256.5	14 50 09.711	82.558	−16 25 32.36	−43.913	68.38	8.87	12 16 19.585	−0.1531	6 43	15 55
	9	257.5	14 54 10.361	83.211	−16 42 57.99	−43.218	68.61	8.88	12 16 15.482	−0.1888	6 45	15 54
	10	258.5	14 58 11.870	84.722	−17 00 06.71	−42.506	68.84	8.88	12 16 10.519	−0.2247	6 47	15 52
	11	259.5	15 02 14.240	87.095	−17 16 58.12	−41.776	69.07	8.88	12 16 04.697	−0.2605	6 49	15 50
	12	260.5	15 06 17.468	90.328	−17 33 31.79	−41.029	69.29	8.88	12 15 58.016	−0.2962	6 51	15 49
	13	261.5	15 10 21.553	94.421	−17 49 47.32	−40.264	69.52	8.88	12 15 50.478	−0.3318	6 52	15 47
	14	262.5	15 14 26.490	99.369	−18 05 44.29	−39.481	69.74	8.89	12 15 42.087	−0.3672	6 54	15 46
	15	263.5	15 18 32.275	105.169	−18 21 22.30	−38.682	69.97	8.89	12 15 32.850	−0.4024	6 56	15 44
16	264.5	15 22 38.900	111.811	−18 36 40.94	−37.865	70.19	8.89	12 15 22.772	−0.4372	6 58	15 43	

SŁOŃCE 2023, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data	JD	$0^h TT$								CSE	
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π	$E + 12^h$	$V_E/1^h$	w Warszawie wsch.	zach.
	2460					16'					
Listopad 16	264.5	15 ^h 22 ^m 38 ^s .900	111. ^s 811	−18°36'40".94	−37".865	10".19	8".89	12 ^h 15 ^m 22 ^s .772	−0. ^s 4372	6 ^h 58 ^m	15 ^h 43 ^m
17	265.5	15 26 46.357	119.287	−18 51 39.81	−37.032	10.40	8.89	12 15 11.862	−0.4717	6 59	15 42
18	266.5	15 30 54.637	127.585	−19 06 18.49	−36.182	10.62	8.89	12 15 00.128	−0.5059	7 01	15 40
19	267.5	15 35 03.733	76.696	−19 20 36.59	−35.316	10.84	8.90	12 14 47.580	−0.5396	7 03	15 39
20	268.5	15 39 13.633	86.608	−19 34 33.73	−34.435	11.05	8.90	12 14 34.226	−0.5730	7 05	15 38
21	269.5	15 43 24.330	97.313	−19 48 09.51	−33.539	11.25	8.90	12 14 20.076	−0.6060	7 06	15 37
22	270.5	15 47 35.813	108.801	−20 01 23.59	−32.628	11.46	8.90	12 14 05.140	−0.6386	7 08	15 36
23	271.5	15 51 48.075	121.067	−20 14 15.60	−31.703	11.66	8.90	12 13 49.425	−0.6708	7 10	15 34
24	272.5	15 56 01.106	74.102	−20 26 45.23	−30.765	11.85	8.91	12 13 32.941	−0.7027	7 11	15 33
25	273.5	16 00 14.897	87.899	−20 38 52.15	−29.812	12.05	8.91	12 13 15.697	−0.7341	7 13	15 32
26	274.5	16 04 29.439	102.450	−20 50 36.06	−28.847	12.23	8.91	12 12 57.702	−0.7652	7 14	15 31
27	275.5	16 08 44.721	117.746	−21 01 56.67	−27.869	12.41	8.91	12 12 38.967	−0.7958	7 16	15 30
28	276.5	16 13 00.732	73.773	−21 12 53.67	−26.879	12.59	8.91	12 12 19.503	−0.8259	7 18	15 30
29	277.5	16 17 17.460	90.519	−21 23 26.76	−25.875	12.76	8.91	12 11 59.322	−0.8555	7 19	15 29
30	278.5	16 21 34.890	107.967	−21 33 35.64	−24.860	12.92	8.92	12 11 38.439	−0.8845	7 21	15 28
Grudzień 1	279.5	16 25 53.007	126.101	−21 43 20.03	−23.832	13.09	8.92	12 11 16.868	−0.9127	7 22	15 27
2	280.5	16 30 11.794	84.903	−21 52 39.62	−22.793	13.24	8.92	12 10 54.628	−0.9403	7 23	15 27
3	281.5	16 34 31.232	104.353	−22 01 34.12	−21.742	13.39	8.92	12 10 31.737	−0.9670	7 25	15 26
4	282.5	16 38 51.300	124.431	−22 10 03.25	−20.679	13.54	8.92	12 10 08.216	−0.9928	7 26	15 26
5	283.5	16 43 11.976	85.114	−22 18 06.73	−19.606	13.68	8.92	12 09 44.087	−1.0177	7 28	15 25
6	284.5	16 47 33.237	106.380	−22 25 44.31	−18.522	13.81	8.92	12 09 19.373	−1.0416	7 29	15 25
7	285.5	16 51 55.058	128.206	−22 32 55.73	−17.428	13.95	8.93	12 08 54.099	−1.0643	7 30	15 24
8	286.5	16 56 17.412	90.565	−22 39 40.76	−16.324	14.08	8.93	12 08 28.292	−1.0860	7 31	15 24
9	287.5	17 00 40.271	113.430	−22 45 59.15	−15.210	14.20	8.93	12 08 01.980	−1.1064	7 32	15 24
10	288.5	17 05 03.606	76.774	−22 51 50.71	−14.088	14.32	8.93	12 07 35.193	−1.1255	7 34	15 23
11	289.5	17 09 27.384	100.564	−22 57 15.23	−12.957	14.44	8.93	12 07 07.961	−1.1433	7 35	15 23
12	290.5	17 13 51.574	124.770	−23 02 12.52	−11.819	14.55	8.93	12 06 40.318	−1.1597	7 36	15 23
13	291.5	17 18 16.140	89.355	−23 06 42.43	−10.673	14.67	8.93	12 06 12.299	−1.1747	7 37	15 23
14	292.5	17 22 41.047	114.283	−23 10 44.79	− 9.521	14.77	8.93	12 05 43.939	−1.1881	7 38	15 23
15	293.5	17 27 06.257	79.513	−23 14 19.46	− 8.364	14.88	8.93	12 05 15.276	−1.1999	7 38	15 23
16	294.5	17 31 31.732	105.007	−23 17 26.30	− 7.201	14.98	8.93	12 04 46.348	−1.2102	7 39	15 23
17	295.5	17 35 57.436	130.726	−23 20 05.20	− 6.034	15.08	8.94	12 04 17.191	−1.2190	7 40	15 24
18	296.5	17 40 23.330	96.630	−23 22 16.05	− 4.864	15.17	8.94	12 03 47.844	−1.2262	7 41	15 24
19	297.5	17 44 49.379	122.687	−23 23 58.77	− 3.691	15.26	8.94	12 03 18.342	−1.2319	7 42	15 24
20	298.5	17 49 15.547	88.860	−23 25 13.29	− 2.517	15.35	8.94	12 02 48.721	−1.2362	7 42	15 25
21	299.5	17 53 41.802	115.120	−23 25 59.58	− 1.341	15.43	8.94	12 02 19.013	−1.2391	7 43	15 25
22	300.5	17 58 08.109	81.434	−23 26 17.62	− 0.165	15.50	8.94	12 01 49.252	−1.2406	7 43	15 26
23	301.5	18 02 34.438	107.772	−23 26 07.41	+ 1.011	15.57	8.94	12 01 19.470	−1.2408	7 44	15 26
24	302.5	18 07 00.757	74.105	−23 25 28.98	+ 2.187	15.64	8.94	12 00 49.698	−1.2398	7 44	15 27
25	303.5	18 11 27.036	100.400	−23 24 22.34	+ 3.362	15.69	8.94	12 00 19.967	−1.2374	7 44	15 27
26	304.5	18 15 53.244	126.626	−23 22 47.55	+ 4.535	15.74	8.94	11 59 50.306	−1.2339	7 45	15 28
27	305.5	18 20 19.352	92.753	−23 20 44.64	+ 5.706	15.79	8.94	11 59 20.745	−1.2291	7 45	15 29
28	306.5	18 24 45.330	118.749	−23 18 13.68	+ 6.875	15.83	8.94	11 58 51.314	−1.2230	7 45	15 30
29	307.5	18 29 11.148	84.584	−23 15 14.73	+ 8.040	15.86	8.94	11 58 22.042	−1.2158	7 45	15 31
30	308.5	18 33 36.777	110.227	−23 11 47.86	+ 9.202	15.89	8.94	11 57 52.960	−1.2073	7 45	15 31
31	309.5	18 38 02.188	75.649	−23 07 53.15	+10.360	15.91	8.94	11 57 24.096	−1.1976	7 45	15 32
32	310.5	18 42 27.351	100.820	−23 03 30.70	+11.513	15.92	8.94	11 56 55.481	−1.1867	7 45	15 33

KSIĘŻYC 2023, STYCZEŃ – LUTY

Data		$0^h TT$						wiek	CSE		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Styczeń	0	$1^h 18^m 19.560$	$89^s.630$	$+ 6^{\circ} 24' 27''.74$	$+882''.74$	$15' 31''.83$	$56' 59''.775$	7.6	$11^h 51^m$	$18^h 50^m$	$0^h 50^m$
	1	2 05 26.569	96.646	+12 02 57.59	+804.73	15 20.28	56 17.396	8.6	12 04	19 35	2 08
	2	2 53 23.679	93.766	+17 04 20.88	+697.44	15 10.31	55 40.791	9.6	12 21	20 22	3 25
	3	3 42 51.584	121.683	+21 17 09.56	+562.04	15 01.97	55 10.181	10.6	12 41	21 10	4 42
	4	4 34 07.137	77.251	+24 30 30.19	+400.67	14 55.20	54 45.352	11.6	13 10	22 01	5 55
	5	5 26 57.359	127.490	+26 34 55.54	+218.69	14 49.90	54 25.908	12.6	13 48	22 52	7 02
	6	6 20 39.194	109.341	+27 23 58.99	+ 25.79	14 45.97	54 11.487	13.6	14 39	23 44	7 58
	7	7 14 09.749	79.913	+26 55 48.01	-165.29	14 43.36	54 01.905	14.6	15 40	—	8 41
	8	8 06 25.475	95.654	+25 13 40.32	-342.07	14 42.09	53 57.247	15.6	16 50	0 34	9 13
	9	8 56 41.291	111.484	+22 25 16.09	-495.58	14 42.27	53 57.886	16.6	18 02	1 21	9 36
	10	9 44 40.672	110.876	+18 40 52.57	-621.70	14 44.06	54 04.446	17.6	19 15	2 07	9 53
	11	10 30 35.153	105.365	+14 11 35.95	-720.19	14 47.67	54 17.710	18.6	20 27	2 50	10 07
	12	11 14 58.048	128.266	+ 9 08 11.50	-792.66	14 53.33	54 38.488	19.6	21 39	3 31	10 19
	13	11 58 37.766	107.988	+ 3 40 44.18	-840.56	15 01.22	55 07.438	20.6	22 52	4 12	10 29
	14	12 42 33.324	103.551	- 2 00 55.93	-863.43	15 11.41	55 44.858	21.6	—	4 53	10 40
	15	13 27 52.044	122.276	- 7 46 12.32	-857.65	15 23.83	56 30.426	22.6	0 07	5 36	10 52
	16	14 15 47.539	117.777	-13 22 13.12	-815.46	15 38.13	57 22.914	23.6	1 26	6 23	11 06
	17	15 07 34.390	104.639	-18 32 08.08	-724.89	15 53.66	58 19.911	24.6	2 50	7 13	11 25
	18	16 04 13.988	84.251	-22 53 50.18	-572.25	16 09.39	59 17.640	25.6	4 18	8 10	11 53
	19	17 06 06.681	76.962	-26 00 29.43	-349.35	16 23.94	60 11.036	26.6	5 44	9 12	12 35
	20	18 12 16.786	87.087	-27 25 03.22	- 65.39	16 35.71	60 54.267	27.6	6 59	10 18	13 37
	21	19 20 21.057	91.379	-26 49 09.11	+245.36	16 43.21	61 21.768	28.6	7 55	11 25	15 00
	22	20 27 14.318	84.659	-24 11 49.93	+533.42	16 45.34	61 29.596	0.3	8 33	12 29	16 35
	23	21 30 30.432	100.787	-19 51 00.56	+757.89	16 41.79	61 16.571	1.3	8 59	13 28	18 11
	24	22 29 10.541	80.905	-14 16 21.73	+901.76	16 33.09	60 44.654	2.3	9 18	14 23	19 43
	25	23 23 33.522	103.892	- 7 59 51.92	+968.95	16 20.47	59 58.333	3.3	9 32	15 13	21 10
	26	0 14 40.972	111.344	- 1 29 35.90	+973.17	16 05.50	59 03.356	4.3	9 45	16 00	22 33
	27	1 03 48.123	118.498	+ 4 52 13.75	+928.97	15 49.71	58 05.432	5.3	9 57	16 46	23 54
	28	1 52 07.810	78.191	+10 48 38.04	+847.56	15 34.42	57 09.317	6.3	10 10	17 32	—
	29	2 40 42.570	112.957	+16 06 16.11	+735.98	15 20.56	56 18.426	7.3	10 26	18 19	1 13
	30	3 30 19.234	89.632	+20 33 56.13	+598.23	15 08.68	55 34.842	8.3	10 45	19 07	2 31
	31	4 21 23.185	93.595	+24 01 45.82	+437.34	14 59.06	54 59.532	9.3	11 11	19 57	3 46
Luty	1	5 13 52.766	123.190	+26 21 17.62	+257.70	14 51.74	54 32.636	10.3	11 46	20 48	4 56
	2	6 07 17.539	87.978	+27 26 24.34	+ 66.78	14 46.59	54 13.749	11.3	12 33	21 39	5 55
	3	7 00 44.879	115.332	+27 14 36.20	-124.96	14 43.43	54 02.165	12.3	13 31	22 30	6 42
	4	7 53 15.435	85.902	+25 47 52.10	-306.05	14 42.05	53 57.081	13.3	14 39	23 18	7 16
	5	8 44 01.285	71.762	+23 12 28.78	-466.90	14 42.23	53 57.758	14.3	15 51	—	7 41
	6	9 32 38.223	108.710	+19 37 51.44	-601.56	14 43.84	54 03.643	15.3	17 04	0 05	8 00
	7	10 19 08.456	78.949	+15 15 02.49	-707.73	14 46.78	54 14.449	16.3	18 17	0 49	8 15
	8	11 03 56.384	126.881	+10 15 27.34	-785.54	14 51.06	54 30.171	17.3	19 29	1 31	8 27
	9	11 47 42.366	112.865	+ 4 50 16.08	-835.88	14 56.75	54 51.049	18.3	20 42	2 12	8 37
	10	12 31 17.718	88.219	- 0 49 37.91	-859.03	15 03.95	55 17.465	19.3	21 55	2 52	8 48
	11	13 15 41.724	112.227	- 6 33 08.07	-853.44	15 12.75	55 49.776	20.3	23 12	3 34	8 59
	12	14 01 59.630	130.136	-12 07 59.82	-814.85	15 23.19	56 28.089	21.3	—	4 18	9 11
	13	14 51 19.242	89.755	-17 19 38.28	-735.84	15 35.16	57 11.999	22.3	0 32	5 06	9 28
	14	15 44 42.344	112.867	-21 49 58.05	-606.59	15 48.31	58 00.287	23.3	1 56	5 58	9 50
	15	16 42 46.642	117.178	-25 17 02.18	-418.55	16 02.04	58 50.666	24.3	3 20	6 55	10 24

KSIĘŻYC 2023, LUTY – MARZEC

Data		$0^h TT$						wiek	CSE		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_{\delta}/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Luty	15	$16^h 42^m 46^s.642$	$117^s.178$	$-25^{\circ} 17' 02''.18$	$- 418''.55$	$16' 02''.04$	$58' 50''.666$	24.3^d	$3^h 20^m$	$6^h 55^m$	$10^h 24^m$
	16	$17 45 18.566$	89.118	$-27 16 54.35$	$- 171.86$	$16 15.38$	$59 39.641$	25.3	$4 39$	$7 57$	$11 14$
	17	$18 50 51.780$	122.350	$-27 28 56.89$	$+ 115.96$	$16 27.10$	$60 22.648$	26.3	$5 42$	$9 02$	$12 26$
	18	$19 56 59.940$	130.527	$-25 43 23.91$	$+ 409.11$	$16 35.81$	$60 54.603$	27.3	$6 27$	$10 07$	$13 54$
	19	$21 01 12.318$	82.918	$-22 06 31.51$	$+ 666.20$	$16 40.24$	$61 10.888$	28.3	$6 58$	$11 08$	$15 31$
	20	$22 01 53.297$	123.906	$-16 59 19.97$	$+ 857.25$	$16 39.60$	$61 08.539$	0.0	$7 19$	$12 05$	$17 06$
	21	$22 58 41.717$	112.330	$-10 51 06.06$	$+ 970.98$	$16 33.78$	$60 47.172$	1.0	$7 36$	$12 58$	$18 38$
	22	$23 52 12.150$	82.764	$- 4 12 24.38$	$+1011.02$	$16 23.43$	$60 09.179$	2.0	$7 49$	$13 48$	$20 05$
	23	$0 43 26.352$	96.967	$+ 2 29 21.75$	$+ 988.47$	$16 09.78$	$59 19.098$	3.0	$8 02$	$14 36$	$21 30$
	24	$1 33 32.147$	102.762	$+ 8 51 42.59$	$+ 915.92$	$15 54.36$	$58 22.472$	4.0	$8 15$	$15 24$	$22 53$
	25	$2 23 31.175$	101.794	$+14 36 53.82$	$+ 804.25$	$15 38.62$	$57 24.707$	5.0	$8 29$	$16 12$	—
	26	$3 14 11.287$	81.913	$+19 31 00.49$	$+ 661.73$	$15 23.79$	$56 30.302$	6.0	$8 47$	$17 01$	$0 15$
	27	$4 06 00.243$	70.879	$+23 23 02.27$	$+ 494.87$	$15 10.78$	$55 42.516$	7.0	$9 11$	$17 51$	$1 33$
	28	$4 59 00.375$	71.022	$+26 04 30.80$	$+ 310.12$	$15 00.11$	$55 03.375$	8.0	$9 43$	$18 43$	$2 47$
Marzec	1	$5 52 46.895$	117.554	$+27 29 47.77$	$+ 115.38$	$14 52.07$	$54 33.847$	9.0	$10 26$	$19 34$	$3 50$
	2	$6 46 33.555$	104.227	$+27 36 46.18$	$- 79.72$	$14 46.68$	$54 14.079$	10.0	$11 21$	$20 25$	$4 41$
	3	$7 39 26.291$	96.974	$+26 27 19.43$	$- 265.10$	$14 43.83$	$54 03.620$	11.0	$12 26$	$21 15$	$5 19$
	4	$8 30 39.780$	110.473	$+24 07 08.46$	$- 432.20$	$14 43.28$	$54 01.615$	12.0	$13 38$	$22 02$	$5 47$
	5	$9 19 49.412$	120.112	$+20 44 46.89$	$- 575.29$	$14 44.74$	$54 06.972$	13.0	$14 51$	$22 46$	$6 07$
	6	$10 06 54.806$	125.511	$+16 30 30.58$	$- 691.46$	$14 47.89$	$54 18.505$	14.0	$16 05$	$23 29$	$6 23$
	7	$10 52 16.661$	87.368	$+11 35 20.84$	$- 779.65$	$14 52.40$	$54 35.072$	15.0	$17 18$	—	$6 35$
	8	$11 36 31.141$	101.849	$+ 6 10 35.09$	$- 839.38$	$14 58.02$	$54 55.689$	16.0	$18 31$	$0 11$	$6 46$
	9	$12 20 24.925$	95.633	$+ 0 27 44.34$	$- 869.85$	$15 04.54$	$55 19.613$	17.0	$19 45$	$0 52$	$6 56$
	10	$13 04 51.894$	122.601	$- 5 21 08.81$	$- 869.14$	$15 11.83$	$55 46.382$	18.0	$21 01$	$1 33$	$7 07$
	11	$13 50 50.749$	121.457	$-11 02 57.36$	$- 833.73$	$15 19.84$	$56 15.773$	19.0	$22 21$	$2 17$	$7 19$
	12	$14 39 21.737$	92.449	$-16 22 48.16$	$- 758.31$	$15 28.53$	$56 47.690$	20.0	$23 43$	$3 03$	$7 33$
	13	$15 31 19.646$	90.365	$-21 03 23.67$	$- 636.36$	$15 37.87$	$57 21.972$	21.0	—	$3 53$	$7 53$
	14	$16 27 20.080$	90.810	$-24 44 57.07$	$- 462.55$	$15 47.73$	$57 58.148$	22.0	$1 07$	$4 48$	$8 22$
	15	$17 27 19.078$	89.822	$-27 06 32.66$	$- 237.46$	$15 57.82$	$58 35.183$	23.0	$2 26$	$5 47$	$9 04$
	16	$18 30 15.526$	86.284	$-27 49 39.49$	$+ 26.61$	$16 07.65$	$59 11.267$	24.0	$3 34$	$6 49$	$10 05$
	17	$19 34 15.870$	86.644	$-26 43 27.25$	$+ 303.95$	$16 16.50$	$59 43.756$	25.0	$4 24$	$7 51$	$11 25$
	18	$20 37 11.531$	82.317	$-23 49 04.36$	$+ 562.15$	$16 23.47$	$60 09.343$	26.0	$4 58$	$8 52$	$12 56$
	19	$21 37 27.793$	98.588	$-19 20 02.74$	$+ 773.42$	$16 27.62$	$60 24.543$	27.0	$5 22$	$9 49$	$14 30$
	20	$22 34 29.494$	100.293	$-13 38 48.64$	$+ 921.52$	$16 28.13$	$60 26.433$	28.0	$5 40$	$10 43$	$16 02$
	21	$23 28 34.653$	105.453	$- 7 11 56.17$	$+1001.56$	$16 24.60$	$60 13.461$	29.0	$5 54$	$11 34$	$17 32$
	22	$0 20 33.073$	103.872	$- 0 26 17.52$	$+1016.26$	$16 17.11$	$59 46.002$	0.5	$6 07$	$12 23$	$18 59$
	23	$1 11 26.342$	97.141	$+ 6 13 15.59$	$+ 972.43$	$16 06.33$	$59 06.409$	1.5	$6 19$	$13 11$	$20 24$
	24	$2 02 14.073$	84.874	$+12 24 58.30$	$+ 878.52$	$15 53.28$	$58 18.523$	2.5	$6 33$	$14 00$	$21 49$
	25	$2 53 44.392$	115.197	$+17 50 34.16$	$+ 743.32$	$15 39.21$	$57 26.875$	3.5	$6 49$	$14 50$	$23 12$
	26	$3 46 26.001$	96.815	$+22 15 17.84$	$+ 575.67$	$15 25.32$	$56 35.896$	4.5	$7 10$	$15 41$	—
	27	$4 40 21.542$	92.366	$+25 28 02.36$	$+ 385.06$	$15 12.64$	$55 49.356$	5.5	$7 39$	$16 34$	$0 30$
	28	$5 35 05.078$	75.914	$+27 21 42.67$	$+ 182.22$	$15 01.94$	$55 10.087$	6.5	$8 18$	$17 26$	$1 40$
	29	$6 29 47.780$	118.628	$+27 53 45.11$	$- 21.13$	$14 53.73$	$54 39.951$	7.5	$9 09$	$18 18$	$2 37$
	30	$7 23 32.484$	103.343	$+27 06 13.24$	$- 213.96$	$14 48.27$	$54 19.922$	8.5	$10 12$	$19 09$	$3 20$
	31	$8 15 31.500$	102.370	$+25 05 07.68$	$- 387.83$	$14 45.63$	$54 10.224$	9.5	$11 22$	$19 57$	$3 51$
Kwiecień	1	$9 05 19.262$	90.139	$+21 59 08.67$	$- 537.89$	$14 45.69$	$54 10.464$	10.5	$12 35$	$20 42$	$4 14$
	2	$9 52 55.686$	126.569	$+17 58 14.94$	$- 662.25$	$14 48.22$	$54 19.747$	11.5	$13 49$	$21 25$	$4 30$

KSIEŹYC 2023, KWIECIEŃ – MAJ

Data		0 ^h TT						wiek	CSE		
		α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Kwiecień	1	9 ^h 05 ^m 19 ^s .262	90 ^s .139	+21°59′08″.67	−537″.89	14′45″.69	54′10″.464	10.5 ^d	12 ^h 35 ^m	20 ^h 42 ^m	4 ^h 14 ^m
	2	9 52 55.686	126.569	+17 58 14.94	−662.25	14 48.22	54 19.747	11.5	13 49	21 25	4 30
	3	10 38 42.407	113.293	+13 12 49.66	−760.49	14 52.86	54 36.778	12.5	15 03	22 07	4 43
	4	11 23 16.557	87.444	+ 7 53 23.96	−832.14	14 59.18	54 59.964	13.5	16 16	22 49	4 54
	5	12 07 25.427	96.314	+ 2 10 51.49	−875.67	15 06.70	55 27.543	14.5	17 31	23 31	5 05
	6	12 52 02.943	73.829	− 3 42 58.14	−887.90	15 14.92	55 57.726	15.5	18 47	—	5 15
	7	13 38 07.150	78.037	− 9 34 38.26	−863.92	15 23.40	56 28.867	16.5	20 07	0 14	5 26
	8	14 26 36.847	107.738	−15 08 26.37	−797.44	15 31.78	56 59.611	17.5	21 30	1 00	5 40
	9	15 18 24.632	95.529	−20 06 01.95	−681.87	15 39.78	57 28.985	18.5	22 55	1 49	5 58
	10	16 14 03.646	74.554	−24 06 47.27	−512.94	15 47.25	57 56.400	19.5	—	2 43	6 24
	11	17 13 28.443	99.365	−26 49 31.98	−293.04	15 54.10	58 21.536	20.5	0 17	3 41	7 01
	12	18 15 39.134	110.071	−27 56 10.66	− 35.75	16 00.26	58 44.145	21.5	1 28	4 42	7 56
	13	19 18 46.705	117.657	−27 16 27.48	+233.94	16 05.62	59 03.816	22.5	2 23	5 44	9 09
	14	20 20 48.407	119.374	−24 51 18.92	+486.67	16 09.97	59 19.776	23.5	3 01	6 44	10 36
	15	21 20 13.483	84.460	−20 52 36.51	+698.64	16 12.98	59 30.818	24.5	3 27	7 41	12 06
	16	22 16 27.634	98.617	−15 39 38.37	+856.64	16 14.23	59 35.407	25.5	3 46	8 34	13 37
	17	23 09 47.908	118.895	− 9 35 05.60	+956.34	16 13.29	59 31.968	26.5	4 01	9 24	15 04
	18	0 01 03.248	74.236	− 3 02 16.47	+998.32	16 09.85	59 19.326	27.5	4 13	10 13	16 30
	19	0 51 15.893	86.880	+ 3 36 12.12	+985.14	16 03.80	58 57.139	28.5	4 25	11 00	17 55
	20	1 41 28.315	99.304	+ 9 58 56.18	+920.25	15 55.37	58 26.187	29.5	4 38	11 48	19 20
	21	2 32 33.772	104.767	+15 46 05.44	+808.09	15 45.07	57 48.383	0.9	4 53	12 38	20 45
	22	3 25 07.543	78.546	+20 39 54.39	+654.77	15 33.66	57 06.516	1.9	5 11	13 29	22 07
	23	4 19 18.145	89.159	+24 25 34.24	+469.06	15 22.03	56 23.821	2.9	5 36	14 22	23 23
	24	5 14 41.617	112.644	+26 52 25.89	+263.02	15 11.05	55 43.524	3.9	6 11	15 16	—
	25	6 10 24.666	95.708	+27 55 13.29	+ 51.23	15 01.50	55 08.491	4.9	6 57	16 09	0 27
	26	7 05 19.767	90.822	+27 34 35.77	−151.83	14 54.02	54 41.010	5.9	7 57	17 01	1 17
	27	7 58 26.895	97.962	+25 56 25.29	−335.08	14 49.03	54 22.707	6.9	9 05	17 50	1 52
	28	8 49 10.690	81.768	+23 09 58.66	−492.63	14 46.80	54 14.538	7.9	10 17	18 36	2 18
	29	9 37 25.993	97.079	+19 25 56.05	−623.14	14 47.43	54 16.817	8.9	11 31	19 20	2 36
	30	10 23 33.582	104.674	+14 54 55.49	−727.72	14 50.81	54 29.245	9.9	12 44	20 02	2 51
Maj	1	11 08 12.333	83.428	+ 9 47 02.70	−807.61	14 56.72	54 50.923	10.9	13 58	20 44	3 02
	2	11 52 12.475	83.572	+ 4 12 08.96	−862.57	15 04.74	55 20.374	11.9	15 11	21 25	3 13
	3	12 36 31.403	102.502	− 1 39 19.80	−889.84	15 14.33	55 55.576	12.9	16 27	22 08	3 23
	4	13 22 11.220	82.322	− 7 35 17.60	−883.81	15 24.82	56 34.053	13.9	17 46	22 53	3 34
	5	14 10 15.913	87.019	−13 20 51.10	−836.27	15 35.45	57 13.061	14.9	19 09	23 42	3 46
	6	15 01 45.038	116.151	−18 37 30.03	−737.71	15 45.47	57 49.859	15.9	20 36	—	4 03
	7	15 57 20.300	91.426	−23 03 10.29	−580.54	15 54.24	58 22.047	16.9	22 02	0 35	4 25
	8	16 57 03.985	75.125	−26 14 02.75	−364.69	16 01.28	58 47.873	17.9	23 19	1 33	4 59
	9	17 59 57.837	128.996	−27 48 50.39	−103.73	16 06.33	59 06.425	18.9	—	2 35	5 49
	10	19 04 03.840	75.017	−27 34 44.75	+174.15	16 09.38	59 17.621	19.9	0 21	3 38	6 58
	11	20 07 02.024	73.218	−25 31 49.75	+434.98	16 10.58	59 22.004	20.9	1 04	4 39	8 22
	12	21 07 05.196	76.404	−21 52 38.44	+652.24	16 10.14	59 20.415	21.9	1 33	5 37	9 52
	13	22 03 30.306	101.523	−16 57 33.22	+813.52	16 08.30	59 13.666	22.9	1 53	6 30	11 21
	14	22 56 33.390	104.613	−11 09 27.78	+917.66	16 05.21	59 02.319	23.9	2 08	7 20	12 48
	15	23 47 06.768	77.995	− 4 50 32.66	+968.42	16 00.94	58 46.618	24.9	2 21	8 08	14 12
	16	0 36 17.896	89.125	+ 1 38 43.43	+970.01	15 55.48	58 26.600	25.9	2 33	8 54	15 35
	17	1 25 15.685	86.918	+ 7 59 17.86	+925.31	15 48.86	58 02.300	26.9	2 45	9 41	16 58

KSIĘŻYC 2023, MAJ – CZERWIEC

Data		$0^h TT$						wiek	CSE		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^{γ}	δ_{app}	$V_8/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Maj	17	$1^h 25^m 15^s.685$	$86^s.918$	$+ 7^{\circ} 59' 17''.86$	$+925''.31$	$15' 48''.86$	$58' 02''.300$	26.9^d	$2^h 45^m$	$9^h 41^m$	$16^h 58^m$
	18	$2 15 01.739$	72.978	$+13 53 02.33$	$+836.12$	$15 41.15$	$57 34.008$	27.9	$2 58$	$10 29$	$18 21$
	19	$3 06 22.392$	93.640	$+19 02 32.76$	$+704.64$	$15 32.56$	$57 02.458$	28.9	$3 15$	$11 19$	$19 44$
	20	$3 59 39.383$	110.644	$+23 11 42.24$	$+535.47$	$15 23.42$	$56 28.910$	0.2	$3 37$	$12 11$	$21 03$
	21	$4 54 40.902$	112.178	$+26 07 04.69$	$+337.66$	$15 14.20$	$55 55.088$	1.2	$4 07$	$13 04$	$22 13$
	22	$5 50 39.217$	110.509	$+27 39 51.98$	$+125.21$	$15 05.47$	$55 23.028$	2.2	$4 48$	$13 58$	$23 09$
	23	$6 46 21.640$	92.948	$+27 47 31.90$	$- 85.16$	$14 57.79$	$54 54.859$	3.2	$5 43$	$14 51$	$23 51$
	24	$7 40 33.669$	104.993	$+26 34 02.08$	-278.49	$14 51.73$	$54 32.604$	4.2	$6 48$	$15 42$	—
	25	$8 32 22.567$	93.904	$+24 08 18.24$	-445.32	$14 47.75$	$54 18.016$	5.2	$8 00$	$16 30$	$0 20$
	26	$9 21 29.165$	100.514	$+20 41 44.49$	-582.58	$14 46.24$	$54 12.461$	6.2	$9 13$	$17 15$	$0 41$
	27	$10 08 06.083$	77.440	$+16 26 00.70$	-691.59	$14 47.43$	$54 16.842$	7.2	$10 27$	$17 57$	$0 57$
	28	$10 52 49.052$	120.415	$+11 31 51.32$	-775.18	$14 51.43$	$54 31.531$	8.2	$11 39$	$18 38$	$1 09$
	29	$11 36 28.273$	99.642	$+ 6 08 58.48$	-835.38	$14 58.18$	$54 56.295$	9.2	$12 51$	$19 19$	$1 20$
	30	$12 20 02.836$	74.208	$+ 0 26 42.53$	-871.78	$15 07.42$	$55 30.214$	10.2	$14 05$	$20 00$	$1 30$
	31	$13 04 37.960$	109.336	$- 5 24 47.40$	-880.60	$15 18.70$	$56 11.598$	11.2	$15 22$	$20 44$	$1 40$
Czerwiec	1	$13 51 23.135$	94.516	$-11 13 05.48$	-854.20	$15 31.32$	$56 57.933$	12.2	$16 43$	$21 31$	$1 52$
	2	$14 41 28.010$	99.401	$-16 41 59.43$	-781.54	$15 44.40$	$57 45.938$	13.2	$18 08$	$22 23$	$2 06$
	3	$15 35 51.572$	122.975	$-21 30 31.04$	-650.47	$15 56.89$	$58 31.787$	14.2	$19 36$	$23 19$	$2 26$
	4	$16 35 00.490$	71.909	$-25 13 31.33$	-453.52	$16 07.73$	$59 11.545$	15.2	$21 00$	—	$2 55$
	5	$17 38 19.965$	91.404	$-27 25 16.50$	-196.84	$16 15.96$	$59 41.772$	16.2	$22 11$	$0 21$	$3 39$
	6	$18 43 58.232$	129.691	$-27 46 26.40$	$+ 93.45$	$16 20.97$	$60 00.149$	17.2	$23 02$	$1 26$	$4 42$
	7	$19 49 14.166$	85.645	$-26 11 25.57$	$+377.02$	$16 22.53$	$60 05.888$	18.2	$23 36$	$2 30$	$6 04$
	8	$20 51 43.056$	114.552	$-22 50 43.34$	$+616.99$	$16 20.86$	$59 59.763$	19.2	$23 59$	$3 30$	$7 35$
	9	$21 50 09.650$	81.159	$-18 06 19.00$	$+793.93$	$16 16.50$	$59 43.746$	20.2	—	$4 26$	$9 07$
	10	$22 44 33.847$	105.364	$-12 24 17.86$	$+905.75$	$16 10.14$	$59 20.411$	21.2	$0 16$	$5 18$	$10 35$
	11	$23 35 45.024$	116.547	$- 6 09 28.47$	$+959.42$	$16 02.49$	$58 52.334$	22.2	$0 29$	$6 06$	$12 00$
	12	$0 24 54.292$	125.819	$+ 0 16 37.91$	$+963.46$	$15 54.14$	$58 21.669$	23.2	$0 41$	$6 53$	$13 22$
	13	$1 13 16.672$	88.204	$+ 6 35 32.59$	$+924.25$	$15 45.50$	$57 49.962$	24.2	$0 53$	$7 39$	$14 44$
	14	$2 02 01.317$	72.856	$+12 30 43.99$	$+845.23$	$15 36.84$	$57 18.179$	25.2	$1 05$	$8 25$	$16 05$
	15	$2 52 04.454$	76.003	$+17 46 38.51$	$+728.07$	$15 28.31$	$56 46.873$	26.2	$1 21$	$9 13$	$17 27$
	16	$3 44 01.260$	72.822	$+22 08 21.39$	$+574.77$	$15 20.01$	$56 16.405$	27.2	$1 40$	$10 04$	$18 46$
	17	$4 37 56.355$	127.932	$+25 22 18.01$	$+390.46$	$15 12.04$	$55 47.166$	28.2	$2 07$	$10 56$	$19 59$
	18	$5 33 17.348$	88.942	$+27 17 56.34$	$+185.43$	$15 04.57$	$55 19.726$	29.2	$2 44$	$11 50$	$21 01$
	19	$6 28 59.170$	130.782	$+27 49 54.03$	$- 25.14$	$14 57.81$	$54 54.913$	0.8	$3 33$	$12 43$	$21 47$
	20	$7 23 42.948$	114.577	$+26 59 17.92$	-224.80	$14 52.06$	$54 33.809$	1.8	$4 35$	$13 35$	$22 21$
	21	$8 16 21.862$	93.505	$+24 53 15.88$	-400.65	$14 47.66$	$54 17.677$	2.8	$5 45$	$14 24$	$22 45$
	22	$9 06 19.773$	91.429	$+21 42 50.39$	-546.23	$14 44.98$	$54 07.854$	3.8	$6 58$	$15 10$	$23 02$
	23	$9 53 35.200$	106.866	$+17 40 24.80$	-660.93	$14 44.38$	$54 05.629$	4.8	$8 12$	$15 53$	$23 16$
	24	$10 38 34.551$	106.226	$+12 57 50.87$	-747.50	$14 46.14$	$54 12.115$	5.8	$9 24$	$16 34$	$23 27$
	25	$11 22 02.630$	74.311	$+ 7 45 42.71$	-809.27	$14 50.51$	$54 28.122$	6.8	$10 35$	$17 14$	$23 37$
	26	$12 04 55.472$	127.157	$+ 2 13 28.40$	-848.13	$14 57.56$	$54 54.022$	7.8	$11 47$	$17 54$	$23 47$
	27	$12 48 16.605$	88.295	$- 3 29 38.12$	-863.18	$15 07.25$	$55 29.590$	8.8	$13 00$	$18 36$	$23 57$
	28	$13 33 15.491$	87.186	$- 9 13 17.94$	-849.78	$15 19.31$	$56 13.828$	9.8	$14 17$	$19 20$	—
	29	$14 21 05.585$	77.288	$-14 44 29.96$	-799.03	$15 33.19$	$57 04.782$	10.8	$15 39$	$20 09$	$0 10$
	30	$15 12 58.085$	129.799	$-19 45 52.50$	-698.38	$15 48.08$	$57 59.417$	11.8	$17 05$	$21 03$	$0 27$
Lipiec	1	$16 09 45.978$	117.707	$-23 54 48.69$	-535.02	$16 02.85$	$58 53.633$	12.8	$18 32$	$22 02$	$0 51$
	2	$17 11 35.318$	107.066	$-26 44 46.28$	-303.89	$16 16.18$	$59 42.571$	13.8	$19 51$	$23 06$	$1 27$

KSIĘŻYC 2023, LIPIEC – SIERPIEŃ

Data		0 ^h TT						wiek	CSE		
		α _{app} ^{CIO}	α _{app} ^γ	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Lipiec	1	16 ^h 09 ^m 45.978	117.707	−23°54′48″.69	− 535″.02	16′02″.85	58′53″.633	12. ^d ₈	18 ^h 32 ^m	22 ^h 02 ^m	0 ^h 51 ^m
	2	17 11 35.318	107.066	−26 44 46.28	− 303.89	16 16.18	59 42.571	13.8	19 51	23 06	1 27
	3	18 17 14.321	86.090	−27 50 35.26	− 18.57	16 26.72	60 21.259	14.8	20 52	—	2 21
	4	19 24 12.527	84.317	−26 57 11.90	+ 284.61	16 33.34	60 45.545	15.8	21 34	0 12	3 38
	5	20 29 34.422	106.231	−24 06 43.64	+ 559.54	16 35.38	60 53.047	16.8	22 02	1 17	5 09
	6	21 31 14.463	86.286	−19 38 01.23	+ 771.88	16 32.84	60 43.705	17.8	22 21	2 17	6 44
	7	22 28 32.397	104.230	−13 59 17.08	+ 909.35	16 26.29	60 19.684	18.8	22 36	3 12	8 17
	8	23 21 57.727	129.566	− 7 39 56.02	+ 976.57	16 16.76	59 44.684	19.8	22 49	4 02	9 45
	9	0 12 36.530	108.373	− 1 05 52.73	+ 984.89	16 05.39	59 02.965	20.8	23 00	4 50	11 10
	10	1 01 45.882	117.729	+ 5 21 36.95	+ 945.38	15 53.27	58 18.497	21.8	23 13	5 37	12 33
	11	1 50 39.703	111.556	+11 25 06.58	+ 865.89	15 41.27	57 34.436	22.8	23 27	6 23	13 54
	12	2 40 20.676	92.538	+16 49 36.71	+ 750.97	15 29.96	56 52.946	23.8	23 45	7 11	15 16
	13	3 31 33.039	104.913	+21 21 32.77	+ 603.52	15 19.70	56 15.277	24.8	—	8 00	16 35
	14	4 24 34.169	106.056	+24 48 34.76	+ 427.33	15 10.63	55 41.992	25.8	0 09	8 52	17 50
	15	5 19 07.259	79.162	+27 00 32.04	+ 229.74	15 02.79	55 13.221	26.8	0 42	9 45	18 54
	16	6 14 21.422	93.342	+27 51 06.58	+ 22.78	14 56.17	54 48.913	27.8	1 27	10 38	19 45
	17	7 09 04.733	76.669	+27 19 30.04	− 178.65	14 50.76	54 29.038	28.8	2 25	11 30	20 23
	18	8 02 07.274	79.225	+25 30 47.02	− 360.79	14 46.58	54 13.724	0.4	3 33	12 19	20 49
	19	8 52 42.353	114.316	+22 34 39.81	− 514.67	14 43.75	54 03.332	1.4	4 46	13 06	21 08
	20	9 40 35.687	107.660	+18 43 15.80	− 637.08	14 42.42	53 58.459	2.4	5 59	13 50	21 23
	21	10 26 02.445	74.425	+14 09 03.65	− 729.09	14 42.81	53 59.890	3.4	7 12	14 32	21 34
	22	11 09 38.828	110.814	+ 9 03 39.24	− 793.63	14 45.16	54 08.506	4.4	8 23	15 12	21 44
	23	11 52 14.260	86.250	+ 3 37 26.71	− 833.45	14 49.70	54 25.160	5.4	9 33	15 51	21 54
	24	12 34 46.611	118.604	− 1 59 57.55	− 849.58	14 56.61	54 50.518	6.4	10 45	16 32	22 04
	25	13 18 20.106	92.102	− 7 38 50.35	− 840.25	15 05.97	55 24.875	7.4	11 59	17 14	22 15
	26	14 04 04.167	76.169	−13 08 04.41	− 800.12	15 17.70	56 07.936	8.4	13 17	17 59	22 29
	27	14 53 10.315	82.325	−18 13 36.57	− 719.92	15 31.50	56 58.565	9.4	14 39	18 49	22 49
	28	15 46 42.782	114.804	−22 37 03.32	− 587.61	15 46.75	57 54.537	10.4	16 04	19 45	23 18
	29	16 45 18.011	90.048	−25 55 20.24	− 392.95	16 02.50	58 52.365	11.4	17 26	20 46	—
	30	17 48 34.083	106.138	−27 43 04.84	− 136.50	16 17.48	59 47.341	12.4	18 36	21 50	0 02
Sierpień	31	18 54 48.880	120.955	−27 38 59.83	+ 160.76	16 30.18	60 33.947	13.4	19 26	22 56	1 07
	1	20 01 20.000	92.094	−25 34 26.19	+ 458.18	16 39.11	61 06.729	14.4	20 01	23 59	2 33
	2	21 05 30.652	102.760	−21 38 20.94	+ 711.96	16 43.13	61 21.501	15.4	20 24	—	4 09
	3	22 05 51.426	123.544	−16 14 33.69	+ 893.77	16 41.76	61 16.457	16.4	20 41	0 58	5 46
	4	23 02 13.137	85.261	− 9 53 59.98	+ 996.06	16 35.28	60 52.678	17.4	20 54	1 52	7 20
	5	23 55 21.617	93.744	− 3 07 25.89	+1025.63	16 24.68	60 13.764	18.4	21 07	2 43	8 49
	6	0 46 26.961	99.090	+ 3 38 27.79	+ 994.85	16 11.33	59 24.786	19.4	21 19	3 31	10 16
	7	1 36 42.713	114.845	+10 02 00.67	+ 915.70	15 56.70	58 31.074	20.4	21 33	4 19	11 40
	8	2 27 14.003	86.141	+15 45 48.92	+ 797.41	15 42.04	57 37.273	21.4	21 50	5 08	13 03
	9	3 18 49.319	121.466	+20 35 35.88	+ 646.54	15 28.31	56 46.871	22.4	22 11	5 57	14 25
	10	4 11 52.614	124.773	+24 19 27.94	+ 468.84	15 16.12	56 02.117	23.4	22 42	6 48	15 42
	11	5 06 16.489	88.662	+26 48 03.10	+ 271.59	15 05.78	55 24.186	24.4	23 23	7 41	16 50
	12	6 01 21.141	93.327	+27 55 30.10	+ 65.16	14 57.40	54 53.441	25.4	—	8 34	17 45
	13	6 56 04.135	76.336	+27 40 40.84	− 137.54	14 50.94	54 29.720	26.4	0 17	9 26	18 25
	14	7 49 19.980	92.194	+26 07 39.77	− 323.92	14 46.27	54 12.581	27.4	1 23	10 16	18 54
	15	8 40 20.360	92.584	+23 24 58.41	− 484.74	14 43.26	54 01.514	28.4	2 34	11 04	19 15
16	9 28 45.212	117.445	+19 43 54.03	− 615.46	14 41.78	53 56.100	29.4	3 48	11 49	19 30	

KSIĘŻYC 2023, SIERPIEŃ – WRZESIEŃ

Data		$0^h TT$						wiek	CSE		
		α_{app}^{CIO}	α_{app}^γ	δ_{app}	$V_\delta/1^h$	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Sierpień	16	$9^h 28^m 45^s.212$	117.445	$+19^\circ 43' 54''.03$	$- 615''.46$	$14' 41''.78$	$53' 56''.100$	29.4^d	$3^h 48^m$	$11^h 49^m$	$19^h 30^m$
	17	10 14 42.474	114.713	$+15 16 42.55$	$- 715.48$	14 41.79	53 56.118	1.0	5 01	12 31	19 42
	18	10 58 41.358	113.599	$+10 15 23.72$	$- 786.43$	14 43.28	54 01.600	2.0	6 13	13 11	19 53
	19	11 41 24.897	97.141	$+ 4 51 09.43$	$- 830.42$	14 46.34	54 12.825	3.0	7 24	13 51	20 02
	20	12 23 44.749	116.993	$- 0 45 31.59$	$- 848.75$	14 51.09	54 30.258	4.0	8 35	14 30	20 12
	21	13 06 38.515	110.761	$- 6 24 22.58$	$- 840.99$	14 57.68	54 54.436	5.0	9 47	15 11	20 22
	22	13 51 08.422	80.670	$-11 54 27.55$	$- 804.19$	15 06.22	55 25.802	6.0	11 02	15 55	20 35
	23	14 38 19.272	91.525	$-17 03 05.38$	$- 732.50$	15 16.76	56 04.492	7.0	12 21	16 42	20 51
	24	15 29 12.616	84.877	$-21 34 40.67$	$- 617.42$	15 29.18	56 50.077	8.0	13 44	17 33	21 15
	25	16 24 33.348	105.621	$-25 10 02.38$	$- 450.09$	15 43.13	57 41.278	9.0	15 05	18 30	21 50
	26	17 24 27.192	99.480	$-27 27 13.06$	$- 226.71$	15 57.96	58 35.708	10.0	16 19	19 31	22 44
	27	18 27 57.513	129.817	$-28 05 04.18$	$+ 43.56$	16 12.68	59 29.712	11.0	17 17	20 35	23 59
	28	19 33 04.251	76.572	$-26 49 36.49$	$+ 334.12$	16 25.97	60 18.488	12.0	17 57	21 38	—
	29	20 37 22.720	95.055	$-23 40 07.38$	$+ 607.20$	16 36.35	60 56.610	13.0	18 25	22 39	1 29
	30	21 39 01.887	74.232	$-18 50 50.19$	$+ 828.38$	16 42.46	61 19.025	14.0	18 44	23 36	3 07
	31	22 37 18.101	90.451	$-12 47 06.96$	$+ 977.35$	16 43.35	61 22.296	15.0	18 59	—	4 43
Wrzesień	1	23 32 29.288	101.639	$- 5 59 19.46$	$+1048.92$	16 38.81	61 05.621	16.0	19 12	0 29	6 17
	2	0 25 29.754	102.104	$+ 1 02 22.90$	$+1048.35$	16 29.41	60 31.117	17.0	19 24	1 20	7 47
	3	1 17 26.539	98.891	$+ 7 51 05.30$	$+ 985.80$	16 16.36	59 43.215	18.0	19 38	2 09	9 16
	4	2 09 23.391	95.746	$+14 04 15.51$	$+ 872.49$	16 01.17	58 47.491	19.0	19 53	2 59	10 43
	5	3 02 09.728	82.089	$+19 23 42.36$	$+ 718.83$	15 45.36	57 49.466	20.0	20 13	3 50	12 08
	6	3 56 11.438	83.808	$+23 35 13.93$	$+ 534.50$	15 30.19	56 53.761	21.0	20 41	4 42	13 30
	7	4 51 23.656	96.037	$+26 28 34.53$	$+ 329.75$	15 16.56	56 03.735	22.0	21 19	5 35	14 43
	8	5 47 09.538	81.932	$+27 57 53.55$	$+ 116.50$	15 05.04	55 21.480	23.0	22 09	6 29	15 43
	9	6 42 29.602	102.009	$+28 02 23.06$	$- 92.21$	14 55.92	54 48.008	24.0	23 12	7 22	16 28
	10	7 36 20.602	93.021	$+26 46 20.35$	$- 284.43$	14 49.25	54 23.511	25.0	—	8 13	17 00
	11	8 27 55.239	127.667	$+24 18 10.74$	$- 451.75$	14 44.92	54 07.612	26.0	0 23	9 01	17 22
	12	9 16 53.208	125.644	$+20 48 49.61$	$- 590.04$	14 42.73	53 59.586	27.0	1 36	9 47	17 39
	13	10 03 21.275	93.715	$+16 30 07.22$	$- 698.59$	14 42.45	53 58.545	28.0	2 50	10 30	17 51
	14	10 47 46.860	119.302	$+11 33 47.05$	$- 778.41$	14 43.82	54 03.597	29.0	4 02	11 11	18 02
	15	11 30 50.676	123.119	$+ 6 11 03.43$	$- 830.72$	14 46.65	54 13.975	0.2	5 14	11 51	18 11
	16	12 13 21.382	93.824	$+ 0 32 48.46$	$- 856.01$	14 50.78	54 29.122	1.2	6 25	12 30	18 21
	17	12 56 12.605	85.046	$- 5 10 02.83$	$- 853.47$	14 56.12	54 48.742	2.2	7 37	13 11	18 31
	18	13 40 21.324	93.767	$-10 45 56.08$	$- 820.60$	15 02.67	55 12.784	3.2	8 52	13 53	18 42
	19	14 26 45.867	118.313	$-16 01 54.41$	$- 753.02$	15 10.46	55 41.361	4.2	10 10	14 39	18 57
	20	15 16 21.133	93.584	$-20 42 55.87$	$- 644.80$	15 19.52	56 14.595	5.2	11 31	15 28	19 17
	21	16 09 48.318	120.779	$-24 31 31.30$	$- 490.01$	15 29.82	56 52.409	6.2	12 52	16 22	19 47
	22	17 07 18.015	90.488	$-27 08 21.99$	$- 286.23$	15 41.22	57 34.266	7.2	14 07	17 21	20 32
	23	18 08 12.034	84.521	$-28 14 45.89$	$- 39.82$	15 53.38	58 18.892	8.2	15 09	18 22	21 36
	24	19 10 59.217	131.719	$-27 36 58.71$	$+ 230.58$	16 05.69	59 04.052	9.2	15 55	19 23	22 59
	25	20 13 39.956	112.472	$-25 10 51.86$	$+ 496.75$	16 17.24	59 46.472	10.2	16 26	20 23	—
	26	21 14 30.928	103.454	$-21 04 02.28$	$+ 729.77$	16 26.93	60 22.027	11.2	16 47	21 20	0 31
	27	22 12 39.392	111.924	$-15 34 22.89$	$+ 908.15$	16 33.54	60 46.298	12.2	17 04	22 13	2 06
	28	23 08 08.034	80.569	$- 9 06 23.68$	$+1020.23$	16 36.04	60 55.479	13.2	17 17	23 05	3 40
	29	0 01 38.728	111.262	$- 2 07 31.77$	$+1062.49$	16 33.84	60 47.390	14.2	17 29	23 55	5 12
	30	0 54 12.019	84.552	$+ 4 54 33.00$	$+1037.02$	16 26.97	60 22.183	15.2	17 42	—	6 42
Październik	1	1 46 50.496	123.030	$+11 33 50.44$	$+ 949.78$	16 16.14	59 42.418	16.2	17 56	0 46	8 12

KSIĘŻYC 2023, PAŹDZIERNIK – LISTOPAD

Data		0 ^h TT						wiek	CSE		
		α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π		w Warszawie		
									wsch.	górow.	zach.
Październik	1	1 ^h 46 ^m 50. ^s 496	123. ^s 030	+11° 33′ 50″.44	+ 949″.78	16′ 16″.14	59′ 42″.418	16. ^d 2	17 ^h 56 ^m	0 ^h 46 ^m	8 ^h 12 ^m
	2	2 40 25.850	98.389	+17 27 16.69	+ 809.38	16 02.52	58 52.443	17.2	18 14	1 37	9 41
	3	3 35 27.263	99.810	+22 15 41.68	+ 626.68	15 47.52	57 57.391	18.2	18 39	2 30	11 07
	4	4 31 51.477	124.035	+25 44 44.75	+ 415.00	15 32.49	57 02.222	19.2	19 13	3 25	12 27
	5	5 28 59.307	131.878	+27 45 55.45	+ 190.10	15 18.55	56 11.065	20.2	20 00	4 20	13 35
	6	6 25 44.709	117.293	+28 17 17.63	− 31.35	15 06.53	55 26.934	21.2	20 59	5 15	14 26
	7	7 20 56.102	128.699	+27 23 14.70	− 234.97	14 56.94	54 51.729	22.2	22 08	6 07	15 03
	8	8 13 39.580	112.187	+25 12 57.09	− 411.54	14 50.03	54 26.374	23.2	23 22	6 57	15 28
	9	9 03 31.908	104.523	+21 58 06.53	− 557.54	14 45.84	54 11.012	24.2	—	7 44	15 46
	10	9 50 40.223	112.843	+17 50 56.33	− 673.46	14 44.26	54 05.186	25.2	0 36	8 27	16 00
	11	10 35 34.083	106.707	+13 03 04.57	− 761.36	14 45.02	54 08.000	26.2	1 49	9 09	16 11
	12	11 18 56.690	129.315	+ 7 45 20.94	− 822.97	14 47.82	54 18.263	27.2	3 01	9 49	16 21
	13	12 01 38.687	111.312	+ 2 08 09.63	− 858.57	14 52.28	54 34.618	28.2	4 12	10 29	16 30
	14	12 44 34.812	107.437	− 3 37 50.21	− 866.59	14 58.01	54 55.682	29.2	5 25	11 09	16 39
	15	13 28 42.119	114.745	− 9 20 58.37	− 843.53	15 04.69	55 20.175	0.3	6 40	11 52	16 50
	16	14 14 57.902	130.531	−14 47 49.83	− 784.23	15 12.01	55 47.043	1.3	7 57	12 37	17 04
	17	15 04 14.968	87.603	−19 42 42.77	− 682.64	15 19.77	56 15.520	2.3	9 18	13 25	17 23
	18	15 57 11.786	84.431	−23 47 36.39	− 533.66	15 27.84	56 45.136	3.3	10 40	14 18	17 49
	19	16 53 56.781	129.439	−26 43 10.62	− 336.48	15 36.14	57 15.629	4.3	11 58	15 15	18 29
	20	17 53 52.093	124.765	−28 11 20.68	− 98.84	15 44.63	57 46.767	5.3	13 05	16 15	19 26
	21	18 55 30.725	103.414	−27 59 16.58	+ 160.83	15 53.17	58 18.115	6.3	13 54	17 15	20 42
	22	19 56 59.721	132.424	−26 03 09.51	+ 416.97	16 01.53	58 48.791	7.3	14 28	18 14	22 09
	23	20 56 41.290	114.005	−22 29 28.45	+ 645.07	16 09.29	59 17.279	8.3	14 52	19 10	23 40
	24	21 53 44.633	117.357	−17 33 09.78	+ 827.97	16 15.86	59 41.390	9.3	15 09	20 03	—
	25	22 48 11.418	84.147	−11 34 21.91	+ 956.51	16 20.50	59 58.440	10.3	15 23	20 53	1 11
	26	23 40 41.921	114.651	− 4 55 45.08	+1026.64	16 22.48	60 05.691	11.3	15 35	21 43	2 41
	27	0 32 16.792	89.523	+ 1 58 56.19	+1036.74	16 21.20	60 00.980	12.3	15 47	22 32	4 09
	28	1 24 02.026	74.759	+ 8 45 36.57	+ 986.68	16 16.40	59 43.363	13.3	16 00	23 23	5 38
	29	2 16 56.803	129.540	+15 00 30.46	+ 878.42	16 08.27	59 13.526	14.3	16 17	—	7 07
	30	3 11 41.224	113.970	+20 21 17.13	+ 717.36	15 57.44	58 33.776	15.3	16 38	0 15	8 36
Listopad	31	4 08 23.126	95.884	+24 28 43.53	+ 513.98	15 44.86	57 47.620	16.3	17 07	1 10	10 02
	1	5 06 28.643	101.416	+27 08 59.50	+ 284.68	15 31.64	56 59.111	17.3	17 49	2 06	11 17
	2	6 04 45.909	118.697	+28 15 45.69	+ 50.06	15 18.86	56 12.204	18.3	18 44	3 03	12 18
	3	7 01 46.883	119.687	+27 51 01.43	− 169.89	15 07.44	55 30.291	19.3	19 51	3 57	13 01
	4	7 56 17.802	90.619	+26 03 42.01	− 361.23	14 58.09	54 55.965	20.3	21 05	4 49	13 31
	5	8 47 40.246	113.074	+23 06 38.55	− 518.26	14 51.28	54 30.968	21.3	22 19	5 38	13 52
	6	9 35 54.124	126.961	+19 13 34.44	− 641.78	14 47.27	54 16.237	22.3	23 33	6 23	14 07
	7	10 21 28.329	101.172	+14 37 10.55	− 735.61	14 46.11	54 11.995	23.3	—	7 05	14 19
	8	11 05 09.019	81.867	+ 9 28 31.91	− 803.52	14 47.70	54 17.840	24.3	0 45	7 46	14 29
	9	11 47 51.148	123.998	+ 3 57 32.47	− 847.46	14 51.79	54 32.818	25.3	1 56	8 25	14 38
	10	12 30 34.013	106.865	− 1 46 09.40	− 866.70	14 57.96	54 55.488	26.3	3 08	9 05	14 48
	11	13 14 19.319	92.174	− 7 32 02.96	− 857.59	15 05.73	55 24.011	27.3	4 22	9 47	14 58
	12	14 00 09.486	82.346	−13 07 36.37	− 813.76	15 14.52	55 56.268	28.3	5 39	10 31	15 11
	13	14 49 03.476	76.344	−18 17 20.42	− 727.05	15 23.72	56 30.042	29.3	7 00	11 19	15 28
	14	15 41 47.022	119.901	−22 42 28.45	− 589.70	15 32.77	57 03.239	0.5	8 24	12 12	15 51
	15	16 38 35.470	108.364	−26 01 53.32	− 398.62	15 41.18	57 34.118	1.5	9 46	13 09	16 27
16	17 38 53.838	126.750	−27 55 05.74	− 160.95	15 48.63	58 01.468	2.5	10 58	14 09	17 19	

KSIEŻYC 2023, LISTOPAD – GRUDZIEŃ

Data		0 ^h TT						wiek	CSE			
		α ^{CIO} _{app}	α ^γ _{app}	δ _{app}	V _δ /1 ^h	R	π		w Warszawie			
									wsch.	górow.	zach.	
Listopad	16	17 ^h 38 ^m 53 ^s .838	126 ^s .750	−27°55′05″.74	− 160″.95	15′48″.63	58′01″.468	2 ^d .5	10 ^h 58 ^m	14 ^h 09 ^m	17 ^h 19 ^m	
	17	18 41 09.766	82.696	−28 07 06.86	+ 102.90	15 54.95	58 24.660	3.5	11 53	15 10	18 31	
	18	19 43 16.774	89.721	−26 33 11.78	+ 363.65	16 00.10	58 43.561	4.5	12 32	16 09	19 55	
	19	20 43 21.636	94.599	−23 20 18.75	+ 593.90	16 04.12	58 58.307	5.5	12 58	17 05	21 25	
	20	21 40 23.124	96.099	−18 44 26.98	+ 776.73	16 07.04	59 09.027	6.5	13 16	17 58	22 54	
	21	22 34 19.360	92.344	−13 06 04.57	+ 906.13	16 08.83	59 15.599	7.5	13 31	18 48	—	
	22	23 25 51.842	124.830	− 6 46 39.51	+ 982.20	16 09.35	59 17.517	8.5	13 43	19 36	0 22	
	23	0 16 04.920	77.912	− 0 07 13.12	+1006.44	16 08.38	59 13.944	9.5	13 54	20 24	1 48	
	24	1 06 10.324	83.320	+ 6 31 39.48	+ 979.36	16 05.65	59 03.930	10.5	14 06	21 12	3 13	
	25	1 57 16.280	89.282	+12 49 20.92	+ 900.40	16 00.97	58 46.757	11.5	14 21	22 03	4 40	
	26	2 50 17.124	90.135	+18 25 04.06	+ 769.71	15 54.31	58 22.300	12.5	14 39	22 56	6 07	
	27	3 45 40.284	113.309	+22 58 41.16	+ 591.00	15 45.86	57 51.273	13.5	15 04	23 51	7 34	
	28	4 43 12.330	85.371	+26 12 49.14	+ 374.71	15 36.05	57 15.283	14.5	15 40	—	8 55	
	29	5 41 53.004	126.063	+27 55 52.06	+ 139.19	15 25.53	56 36.665	15.5	16 30	0 48	10 03	
	30	6 40 08.565	81.642	+28 04 39.89	− 92.72	15 15.04	55 58.168	16.5	17 33	1 45	10 54	
	Grudzień	1	7 36 23.774	96.868	+26 44 54.70	− 300.79	15 05.35	55 22.603	17.5	18 45	2 39	11 30
		2	8 29 34.004	107.112	+24 08 48.50	− 473.36	14 57.16	54 52.546	18.5	20 01	3 29	11 55
		3	9 19 18.805	91.926	+20 31 17.61	− 608.09	14 51.05	54 30.134	19.5	21 15	4 16	12 12
		4	10 05 56.090	129.220	+16 06 54.19	− 708.61	14 47.46	54 16.955	20.5	22 28	5 00	12 26
		5	10 50 08.499	81.637	+11 08 13.56	− 780.42	14 46.66	54 14.003	21.5	23 39	5 41	12 36
		6	11 32 51.674	124.818	+ 5 45 47.42	− 827.96	14 48.75	54 21.663	22.5	—	6 21	12 46
		7	12 15 07.529	80.677	+ 0 08 49.92	− 853.07	14 53.66	54 39.684	23.5	0 50	7 00	12 55
		8	12 58 01.496	74.648	− 5 33 29.59	− 854.24	15 01.14	55 07.150	24.5	2 02	7 40	13 05
		9	13 42 41.397	114.556	−11 10 41.28	− 826.25	15 10.76	55 42.448	25.5	3 17	8 23	13 16
		10	14 30 15.027	88.195	−16 29 27.40	− 760.42	15 21.88	56 23.261	26.5	4 36	9 09	13 31
		11	15 21 42.780	115.960	−21 12 32.70	− 646.05	15 33.70	57 06.648	27.5	5 59	10 00	13 52
		12	16 17 41.467	114.663	−24 58 36.52	− 474.32	15 45.31	57 49.256	28.5	7 23	10 56	14 22
		13	17 17 59.689	132.904	−27 24 17.54	− 245.35	15 55.78	58 27.689	29.5	8 42	11 56	15 09
		14	18 21 17.925	91.161	−28 09 21.14	+ 24.56	16 04.31	58 58.995	1.0	9 45	12 59	16 15
		15	19 25 18.991	92.248	−27 03 27.33	+ 303.24	16 10.34	59 21.140	2.0	10 31	14 01	17 39
16		20 27 38.219	111.494	−24 10 27.28	+ 554.63	16 13.66	59 33.308	3.0	11 01	15 00	19 10	
17		21 26 40.243	113.532	−19 46 49.30	+ 753.58	16 14.36	59 35.906	4.0	11 22	15 55	20 41	
18		22 22 01.052	74.352	−14 15 50.46	+ 891.01	16 12.83	59 30.264	5.0	11 38	16 46	22 09	
19		23 14 13.676	86.983	− 8 01 56.99	+ 969.01	16 09.53	59 18.158	6.0	11 50	17 34	23 35	
20		0 04 22.409	95.722	− 1 27 44.24	+ 993.66	16 04.94	59 01.329	7.0	12 02	18 21	—	
21		0 53 42.705	116.023	+ 5 06 34.62	+ 970.20	15 59.45	58 41.149	8.0	12 14	19 08	0 59	
22		1 43 28.863	102.187	+11 22 22.57	+ 901.32	15 53.27	58 18.481	9.0	12 27	19 57	2 23	
23		2 34 44.943	118.277	+17 01 40.12	+ 787.71	15 46.53	57 53.747	10.0	12 43	20 48	3 48	
24		3 28 14.263	87.611	+21 46 41.81	+ 630.37	15 39.27	57 27.117	11.0	13 05	21 41	5 14	
25		4 24 06.115	79.479	+25 20 44.43	+ 434.11	15 31.55	56 58.768	12.0	13 36	22 37	6 35	
26		5 21 44.765	118.147	+27 30 21.07	+ 210.86	15 23.47	56 29.109	13.0	14 20	23 33	7 48	
27		6 19 51.849	125.250	+28 08 21.98	− 20.26	15 15.25	55 58.928	14.0	15 18	—	8 46	
28		7 16 49.466	122.886	+27 15 58.98	− 237.74	15 07.21	55 29.427	15.0	16 27	0 28	9 28	
29		8 11 14.386	87.822	+25 02 16.28	− 424.82	14 59.78	55 02.151	16.0	17 42	1 20	9 56	
30		9 02 22.379	95.828	+21 41 15.50	− 573.71	14 53.43	54 38.848	17.0	18 58	2 09	10 16	
31		9 50 11.779	85.240	+17 28 22.14	− 684.74	14 48.65	54 21.300	18.0	20 11	2 54	10 31	
32		10 35 12.847	86.316	+12 37 53.65	− 762.59	14 45.88	54 11.162	19.0	21 23	3 36	10 43	

Momenty wejść Słońca w znaki Zodiaku w 2023 roku

Data TT	Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Styczeń 20 ^d 8 ^h 5	Wodnik ♒	300°
Luty 18 22.6	Ryby ♓	330
Marzec 20 21.4	Baran ♈	0
Kwiecień 20 8.2	Byk ♉	30
Maj 21 7.2	Bliźnięta ♊	60
Czerwiec 21 15.0	Rak ♋	90

Data TT	Znak Zodiaku	$\lambda_{\odot}$
Lipiec 23 ^d 1 ^h 8	Lew ♌	120°
Sierpień 23 9.0	Panna ♍	150
Wrzesień 23 6.8	Waga ♎	180
Paźdz. 23 16.3	Skorpion ♏	210
Listopad 22 14.0	Strzelec ♏	240
Grudzień 22 3.5	Koziorożec ♐	270

Symboliczne oznaczenia Słońca, Księżyca i planet

☉ Słońce, ☾ Księżyc, ☿ Merkury, ♀ Wenus, 🜞 Ziemia, ♂ Mars, ♃ Jowisz, ♄ Saturn, ♅ Uran, ♆ Neptun

Planety 2023, 0^h TT

Data	MERKURY				WENUS				MARS			
	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R
I 1	19 ^h 40 ^m 28 ^s .9	−20° 30′ 21″	11.7	4.5	19 ^h 57 ^m 46 ^s .8	−22° 02′ 14″	5.5	5.2	4 ^h 26 ^m 24 ^s .2	+24° 35′ 18″	13.8	7.3
	11 18 51 54.7	−19 33 55	12.9	4.9	20 49 56.4	−19 15 09	5.6	5.3	4 22 25.2	+24 28 11	12.5	6.7
	21 18 35 15.5	−20 36 27	10.6	4.0	21 39 57.1	−15 33 16	5.7	5.4	4 24 07.4	+24 29 32	11.3	6.0
	31 19 07 20.0	−21 38 25	8.7	3.3	22 27 51.3	−11 09 08	5.8	5.5	4 30 49.3	+24 38 59	10.1	5.4
II 10	19 59 43.5	−21 10 25	7.6	2.9	23 14 00.0	− 6 15 59	6.0	5.7	4 41 36.7	+24 53 46	9.2	4.9
	20 21 00 04.7	−18 41 15	6.9	2.6	23 58 58.3	− 1 06 34	6.2	5.9	4 55 39.8	+25 10 12	8.3	4.4
III 2	22 04 03.3	−14 02 40	6.5	2.5	0 43 25.8	+ 4 06 38	6.4	6.1	5 12 20.9	+25 24 51	7.6	4.1
	12 23 10 48.0	− 7 15 04	6.4	2.5	1 28 01.2	+ 9 11 15	6.7	6.4	5 31 04.9	+25 34 24	7.0	3.7
	22 0 20 53.7	+ 1 26 04	6.7	2.5	2 13 21.3	+13 55 22	7.0	6.7	5 51 24.7	+25 36 11	6.5	3.5
IV 1	1 31 11.3	+10 39 50	7.6	2.9	2 59 52.7	+18 07 00	7.4	7.0	6 12 59.4	+25 28 02	6.0	3.2
	11 2 26 13.3	+17 20 22	9.8	3.7	3 47 44.2	+21 34 29	7.8	7.4	6 35 28.4	+25 08 20	5.7	3.0
	21 2 47 54.6	+19 14 29	13.0	5.0	4 36 45.4	+24 07 42	8.3	7.9	6 58 36.0	+24 36 00	5.3	2.8
V 1	2 35 38.3	+16 20 51	15.5	5.9	5 26 18.8	+25 39 01	9.0	8.5	7 22 09.8	+23 50 21	5.1	2.7
	11 2 17 54.1	+11 59 45	15.1	5.8	6 15 20.8	+26 04 48	9.7	9.2	7 45 56.8	+22 51 11	4.8	2.6
	21 2 22 32.8	+10 41 46	12.7	4.9	7 02 38.3	+25 26 35	10.6	10.1	8 09 49.0	+21 38 39	4.6	2.4
	31 2 52 05.5	+12 57 48	10.4	4.0	7 46 55.3	+23 50 48	11.8	11.2	8 33 39.9	+20 13 07	4.4	2.3
VI 10	3 42 56.6	+17 21 27	8.5	3.2	8 26 58.0	+21 28 12	13.2	12.5	8 57 23.7	+18 35 21	4.3	2.3
	20 4 55 33.3	+22 03 08	7.2	2.8	9 01 40.8	+18 32 21	15.1	14.3	9 20 58.5	+16 46 07	4.1	2.2
	30 6 27 21.1	+24 23 40	6.6	2.5	9 29 42.7	+15 19 13	17.4	16.5	9 44 23.5	+14 46 25	4.0	2.1
VII 10	7 59 21.3	+22 26 03	6.8	2.6	9 49 05.1	+12 08 07	20.3	19.3	10 07 38.2	+12 37 24	3.9	2.1
	20 9 15 04.7	+17 21 28	7.4	2.8	9 57 10.0	+ 9 22 26	23.8	22.6	10 30 45.7	+10 20 10	3.8	2.0
	30 10 13 20.3	+11 07 41	8.4	3.2	9 51 08.8	+ 7 32 01	27.6	26.1	10 53 48.8	+ 7 55 56	3.7	2.0
VIII 9	10 55 46.2	+ 5 06 47	9.7	3.7	9 31 33.1	+ 7 05 23	30.1	28.6	11 16 50.9	+ 5 26 05	3.6	1.9
	19 11 19 52.1	+ 0 35 57	11.5	4.4	9 07 18.6	+ 8 00 11	30.0	28.5	11 39 58.0	+ 2 51 49	3.6	1.9
	29 11 16 59.6	− 0 23 28	13.5	5.2	8 51 35.2	+ 9 32 06	27.4	26.0	12 03 15.1	+ 0 14 36	3.5	1.9
IX 8	10 47 48.1	+ 3 51 30	13.6	5.2	8 51 16.1	+10 50 12	23.7	22.5	12 26 47.9	− 2 24 00	3.5	1.9
	18 10 38 21.1	+ 8 08 52	10.7	4.1	9 05 16.2	+11 25 17	20.3	19.3	12 50 43.7	− 5 02 32	3.5	1.9
	28 11 18 36.6	+ 6 06 56	8.0	3.1	9 29 38.3	+11 07 11	17.5	16.6	13 15 08.6	− 7 39 11	3.5	1.8
X 8	12 21 04.1	− 0 26 40	6.7	2.6	10 00 54.4	+ 9 53 58	15.3	14.5	13 40 09.3	−10 12 04	3.5	1.8
	18 13 24 37.1	− 7 54 43	6.2	2.4	10 36 31.6	+ 7 48 57	13.5	12.8	14 05 52.9	−12 39 14	3.4	1.8
	28 14 26 28.2	−14 40 19	6.1	2.3	11 14 49.1	+ 4 59 27	12.1	11.5	14 32 24.7	−14 58 24	3.5	1.8
XI 7	15 28 17.3	−20 08 49	6.3	2.4	11 54 54.6	+ 1 34 33	11.0	10.4	14 59 49.8	−17 07 11	3.5	1.8
	17 16 31 05.2	−23 58 20	6.7	2.6	12 36 23.8	− 2 14 40	10.1	9.5	15 28 12.1	−19 03 08	3.5	1.9
	27 17 32 53.0	−25 46 25	7.5	2.9	13 19 12.2	− 6 15 49	9.3	8.8	15 57 32.1	−20 43 34	3.5	1.9
XII 7	18 23 23.4	−25 17 14	9.2	3.5	14 03 32.5	−10 16 19	8.7	8.2	16 27 48.6	−22 05 58	3.5	1.9
	17 18 30 06.7	−22 56 34	12.0	4.6	14 49 40.0	−14 02 44	8.1	7.7	16 58 57.6	−23 07 53	3.6	1.9
	27 17 38 54.5	−20 23 38	12.6	4.8	15 37 45.6	−17 21 21	7.6	7.3	17 30 50.1	−23 47 06	3.6	1.9

Planety 2023, 0^h TT

Data		JOWISZ				SATURN			
		α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R
I	1	0 ^h 05 ^m 15. ^s 4	− 0°42′23″	1″8	18″4	21 ^h 39 ^m 36. ^s 3	−15°12′53″	0″8	7″0
	21	0 15 47.1	+ 0 30 55	1.7	17.3	21 47 59.9	−14 30 12	0.8	6.9
II	10	0 29 20.1	+ 2 02 23	1.6	16.5	21 57 09.7	−13 42 50	0.8	6.8
III	2	0 45 02.5	+ 3 45 36	1.5	15.9	22 06 29.1	−12 53 51	0.8	6.8
	22	1 02 09.1	+ 5 34 41	1.5	15.6	22 15 23.3	−12 06 35	0.8	6.9
IV	11	1 20 01.3	+ 7 24 26	1.5	15.5	22 23 19.7	−11 24 25	0.8	7.1
V	1	1 38 03.7	+ 9 10 19	1.5	15.5	22 29 48.1	−10 50 37	0.9	7.2
	21	1 55 41.6	+10 48 17	1.5	15.8	22 34 21.5	−10 28 11	0.9	7.5
VI	10	2 12 17.6	+12 14 57	1.6	16.3	22 36 38.6	−10 19 23	0.9	7.7
	30	2 27 09.6	+13 27 19	1.6	17.0	22 36 28.3	−10 25 11	1.0	8.0
VII	20	2 39 27.4	+14 22 49	1.7	18.0	22 33 55.6	−10 44 36	1.0	8.2
VIII	9	2 48 14.2	+14 59 02	1.8	19.1	22 29 27.4	−11 14 15	1.0	8.4
	29	2 52 32.8	+15 14 01	1.9	20.3	22 23 54.3	−11 48 29	1.0	8.4
IX	18	2 51 42.5	+15 06 32	2.1	21.6	22 18 23.5	−12 20 28	1.0	8.4
X	8	2 45 48.8	+14 37 38	2.2	22.6	22 14 03.8	−12 43 55	1.0	8.2
	28	2 36 16.1	+13 53 08	2.2	23.1	22 11 48.8	−12 54 31	0.9	8.0
XI	17	2 25 48.0	+13 05 03	2.2	22.9	22 12 07.1	−12 50 23	0.9	7.7
XII	7	2 17 31.0	+12 28 27	2.1	22.1	22 15 01.7	−12 31 40	0.9	7.4
	27	2 13 39.7	+12 14 57	2.0	20.9	22 20 16.1	−12 00 00	0.9	7.2
Data		URAN				NEPTUN			
		α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R	α_{app}^{CIO}	δ_{app}	π	R
I	1	2 ^h 50 ^m 00. ^s 0	+16°02′14″	0″5	1″8	23 ^h 34 ^m 31. ^s 6	− 3°55′11″	0″3	1″1
	21	2 49 10.0	+15 59 07	0.5	1.8	23 36 03.2	− 3 44 42	0.3	1.1
II	10	2 49 42.9	+16 02 06	0.4	1.8	23 38 13.1	− 3 30 17	0.3	1.1
III	2	2 51 36.3	+16 10 55	0.4	1.7	23 40 48.6	− 3 13 20	0.3	1.1
	22	2 54 39.2	+16 24 36	0.4	1.7	23 43 35.2	− 2 55 27	0.3	1.1
IV	11	2 58 34.8	+16 41 41	0.4	1.7	23 46 17.7	− 2 38 15	0.3	1.1
V	1	3 03 02.7	+17 00 34	0.4	1.7	23 48 42.0	− 2 23 16	0.3	1.1
	21	3 07 41.5	+17 19 38	0.4	1.7	23 50 35.6	− 2 11 48	0.3	1.1
VI	10	3 12 09.4	+17 37 26	0.4	1.7	23 51 49.0	− 2 04 50	0.3	1.1
	30	3 16 05.6	+17 52 41	0.4	1.7	23 52 16.3	− 2 02 56	0.3	1.1
VII	20	3 19 11.2	+18 04 21	0.4	1.7	23 51 56.2	− 2 06 07	0.3	1.1
VIII	9	3 21 09.9	+18 11 38	0.4	1.8	23 50 52.4	− 2 13 55	0.3	1.1
	29	3 21 51.0	+18 14 02	0.5	1.8	23 49 14.6	− 2 25 09	0.3	1.2
IX	18	3 21 11.1	+18 11 26	0.5	1.8	23 47 17.0	− 2 38 13	0.3	1.2
X	8	3 19 16.7	+18 04 14	0.5	1.9	23 45 17.6	− 2 51 08	0.3	1.2
	28	3 16 25.8	+17 53 27	0.5	1.9	23 43 34.7	− 3 01 56	0.3	1.2
XI	17	3 13 06.6	+17 40 47	0.5	1.9	23 42 24.9	− 3 08 53	0.3	1.1
XII	7	3 09 53.6	+17 28 24	0.5	1.9	23 42 00.1	− 3 10 49	0.3	1.1
	27	3 07 20.1	+17 18 35	0.5	1.9	23 42 25.6	− 3 07 16	0.3	1.1

Fazy Księżyca 2023 w TT

Miesiąc	Pełnia	III kwadra	Nów (lunacja)	I kwadra	Pełnia
Styczeń	07 ^d 00 ^h 06 ^m	15 ^d 03 ^h 10 ^m	21 ^d 21 ^h 52 ^m (1238)	28 ^d 16 ^h 18 ^m	^d — ^h ^m
Luty	05 19 27	13 17 00	20 08 05 (1239)	27 09 04	—
Marzec	07 13 40	15 03 07	21 18 23 (1240)	29 03 31	—
Kwiecień	06 05 34	13 10 10	20 05 12 (1241)	27 22 18	—
Maj	05 18 33	12 15 27	19 16 52 (1242)	27 16 21	—
Czerwiec	04 04 41	10 20 31	18 05 36 (1243)	26 08 49	—
Lipiec	03 12 37	10 02 47	17 19 30 (1244)	25 23 06	—
Sierpień	01 19 30	08 11 28	16 10 37 (1245)	24 10 56	31 02 35
Wrzesień	—	06 23 20	15 02 39 (1246)	22 20 30	29 10 57
Paźdz.	—	06 14 46	14 18 55 (1247)	22 04 28	28 21 23
Listopad	—	05 09 35	13 10 26 (1248)	20 11 49	27 10 15
Grudzień	—	05 06 48	13 00 31 (1249)	19 19 39	27 01 31

Perigeum Księżyca 2023

w TT

Apogeum Księżyca 2023

Styczeń	21 ^d 21 ^h	Sierpień	2 ^d 06 ^h	Styczeń	8 ^d 09 ^h	Lipiec	20 ^d 07 ^h
Luty	19 09	Sierpień	30 16	Luty	4 09	Sierpień	16 12
Marzec	19 15	Wrzesień	28 01	Marzec	3 18	Wrzesień	12 16
Kwiecień	16 02	Paźdz.	26 03	Marzec	31 11	Paźdz.	10 04
Maj	11 05	Listopad	21 21	Kwiecień	28 07	Listopad	6 22
Czerwiec	6 23	Grudzień	16 19	Maj	26 02	Grudzień	4 19
Lipiec	4 22			Czerwiec	22 19		

Tablice do obliczania czasu wschodu i zachodu (w CSE) Słońca poza Warszawą

Data	φ	wschód							zachód						
		49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°
I	1	-15.2 ^m	-10.7 ^m	-6.1 ^m	-1.1 ^m	+4.1 ^m	+ 9.6 ^m	+15.6 ^m	+15.2 ^m	+10.7 ^m	+6.1 ^m	+1.1 ^m	-4.1 ^m	- 9.6 ^m	-15.5 ^m
	11	-14.0	- 9.9	-5.6	-1.0	+3.8	+ 8.9	+14.3	+14.0	+ 9.9	+5.6	+1.0	-3.8	- 8.8	-14.3
	21	-12.3	- 8.7	-4.9	-0.9	+3.3	+ 7.8	+12.5	+12.3	+ 8.7	+4.9	+0.9	-3.3	- 7.7	-12.4
	31	-10.3	- 7.3	-4.1	-0.8	+2.8	+ 6.5	+10.4	+10.3	+ 7.2	+4.1	+0.8	-2.7	- 6.4	-10.3
II	10	- 8.2	- 5.8	-3.2	-0.6	+2.2	+ 5.1	+ 8.2	+ 8.1	+ 5.7	+3.2	+0.6	-2.1	- 5.0	- 8.1
	20	- 6.0	- 4.2	-2.4	-0.4	+1.6	+ 3.7	+ 5.9	+ 5.9	+ 4.1	+2.3	+0.4	-1.5	- 3.6	- 5.8
III	2	- 3.7	- 2.6	-1.5	-0.3	+1.0	+ 2.3	+ 3.7	+ 3.6	+ 2.6	+1.4	+0.3	-1.0	- 2.2	- 3.6
	12	- 1.5	- 1.1	-0.6	-0.1	+0.4	+ 0.9	+ 1.5	+ 1.4	+ 1.0	+0.6	+0.1	-0.4	- 0.9	- 1.4
	22	+ 0.7	+ 0.5	+0.3	+0.1	-0.2	- 0.4	- 0.7	- 0.8	- 0.6	-0.3	-0.1	+0.2	+ 0.5	+ 0.8
IV	1	+ 2.9	+ 2.0	+1.2	+0.2	-0.8	- 1.8	- 2.9	- 3.0	- 2.1	-1.2	-0.2	+0.8	+ 1.9	+ 3.0
	11	+ 5.1	+ 3.6	+2.0	+0.4	-1.4	- 3.2	- 5.1	- 5.3	- 3.7	-2.1	-0.4	+1.4	+ 3.3	+ 5.2
V	21	+ 7.4	+ 5.2	+2.9	+0.5	-2.0	- 4.6	- 7.3	- 7.5	- 5.3	-3.0	-0.6	+2.0	+ 4.7	+ 7.5
	1	+ 9.6	+ 6.8	+3.8	+0.7	-2.6	- 6.0	- 9.6	- 9.7	- 6.9	-3.9	-0.7	+2.6	+ 6.1	+ 9.8
	11	+11.8	+ 8.3	+4.7	+0.9	-3.1	- 7.4	-11.9	-11.9	- 8.4	-4.7	-0.9	+3.2	+ 7.5	+12.1
	21	+13.8	+ 9.8	+5.5	+1.0	-3.7	- 8.8	-14.1	-13.9	- 9.9	-5.6	-1.0	+3.7	+ 8.8	+14.3
	31	+15.5	+11.0	+6.2	+1.2	-4.2	- 9.9	-16.0	-15.6	-11.1	-6.3	-1.2	+4.2	+10.0	+16.1
VI	10	+16.7	+11.8	+6.7	+1.3	-4.5	-10.7	-17.4	-16.8	-11.9	-6.7	-1.3	+4.6	+10.8	+17.5
	20	+17.2	+12.2	+6.9	+1.3	-4.7	-11.1	-18.0	-17.2	-12.2	-6.9	-1.3	+4.7	+11.1	+18.0
	30	+16.9	+12.0	+6.8	+1.3	-4.6	-10.9	-17.7	-16.9	-12.0	-6.8	-1.3	+4.6	+10.9	+17.6
VII	10	+15.9	+11.3	+6.4	+1.2	-4.3	-10.2	-16.5	-15.8	-11.2	-6.4	-1.2	+4.3	+10.1	+16.4
	20	+14.4	+10.2	+5.7	+1.1	-3.9	- 9.1	-14.7	-14.2	-10.1	-5.7	-1.1	+3.8	+ 9.1	+14.6
VIII	30	+12.4	+ 8.8	+5.0	+0.9	-3.3	- 7.8	-12.6	-12.3	- 8.7	-4.9	-0.9	+3.3	+ 7.8	+12.5
	9	+10.3	+ 7.3	+4.1	+0.8	-2.7	- 6.4	-10.4	-10.2	- 7.2	-4.0	-0.8	+2.7	+ 6.4	+10.2
	19	+ 8.1	+ 5.7	+3.2	+0.6	-2.1	- 5.0	- 8.1	- 8.0	- 5.6	-3.2	-0.6	+2.1	+ 5.0	+ 8.0
	29	+ 5.9	+ 4.1	+2.3	+0.4	-1.6	- 3.6	- 5.8	- 5.7	- 4.1	-2.3	-0.4	+1.5	+ 3.6	+ 5.7
	8	+ 3.7	+ 2.6	+1.5	+0.3	-1.0	- 2.3	- 3.6	- 3.6	- 2.5	-1.4	-0.3	+0.9	+ 2.2	+ 3.5
IX	18	+ 1.5	+ 1.0	+0.6	+0.1	-0.4	- 0.9	- 1.5	- 1.4	- 1.0	-0.5	-0.1	+0.4	+ 0.8	+ 1.4
	28	- 0.7	- 0.5	-0.3	-0.1	+0.2	+ 0.4	+ 0.7	+ 0.8	+ 0.6	+0.3	+0.1	-0.2	- 0.5	- 0.8
	8	- 2.9	- 2.0	-1.1	-0.2	+0.8	+ 1.8	+ 2.8	+ 3.0	+ 2.1	+1.2	+0.2	-0.8	- 1.8	- 2.9
X	18	- 5.1	- 3.6	-2.0	-0.4	+1.3	+ 3.1	+ 5.0	+ 5.2	+ 3.7	+2.1	+0.4	-1.4	- 3.2	- 5.1
	28	- 7.3	- 5.1	-2.9	-0.5	+1.9	+ 4.5	+ 7.2	+ 7.4	+ 5.2	+2.9	+0.5	-2.0	- 4.6	- 7.3
XI	7	- 9.5	- 6.7	-3.8	-0.7	+2.5	+ 5.9	+ 9.5	+ 9.6	+ 6.7	+3.8	+0.7	-2.5	- 6.0	- 9.6
	17	-11.5	- 8.2	-4.6	-0.9	+3.1	+ 7.2	+11.6	+11.6	+ 8.2	+4.6	+0.9	-3.1	- 7.3	-11.7
	27	-13.4	- 9.5	-5.3	-1.0	+3.6	+ 8.4	+13.6	+13.4	+ 9.5	+5.4	+1.0	-3.6	- 8.5	-13.7
	7	-14.8	-10.5	-5.9	-1.1	+4.0	+ 9.4	+15.1	+14.8	+10.5	+5.9	+1.1	-4.0	- 9.4	-15.2
XII	17	-15.5	-11.0	-6.2	-1.2	+4.2	+ 9.9	+16.0	+15.5	+11.0	+6.2	+1.2	-4.2	- 9.9	-16.0
	27	-15.5	-11.0	-6.2	-1.2	+4.2	+ 9.9	+15.9	+15.5	+11.0	+6.2	+1.2	-4.2	- 9.9	-15.9
	37	-14.7	-10.4	-5.9	-1.1	+4.0	+ 9.3	+15.1	+14.7	+10.4	+5.9	+1.1	-3.9	- 9.3	-15.0

Uwaga: oprócz poprawki z tej tablicy, należy odjąć różnicę długości geograficznej $\lambda_i - \lambda_{W-wa}$.

Tablice do obliczania czasu wschodu i zachodu (w CSE) Księżyca poza Warszawą

τ	Szerokość geograficzna φ						
	+49°	+50°	+51°	+52°	+53°	+54°	+55°
3 ^h 00 ^m	-24.8 ^m	-17.7 ^m	-10.1 ^m	-1.9 ^m	+7.0 ^m	+16.8 ^m	+27.6 ^m
10	-23.0	-16.4	- 9.3	-1.8	+6.4	+15.3	+25.1
20	-21.3	-15.1	- 8.6	-1.6	+5.9	+14.0	+22.9
30	-19.6	-14.0	- 7.9	-1.5	+5.4	+12.8	+20.8
40	-18.1	-12.8	- 7.3	-1.4	+4.9	+11.7	+19.0
3 50	-16.6	-11.8	- 6.7	-1.3	+4.5	+10.7	+17.3
4 00	-15.2	-10.8	- 6.1	-1.1	+4.1	+ 9.7	+15.7
10	-13.9	- 9.8	- 5.5	-1.0	+3.7	+ 8.8	+14.2
20	-12.6	- 8.9	- 5.0	-0.9	+3.4	+ 7.9	+12.8
30	-11.3	- 8.0	- 4.5	-0.8	+3.0	+ 7.1	+11.4
40	-10.1	- 7.1	- 4.0	-0.8	+2.7	+ 6.3	+10.2
4 50	- 8.9	- 6.3	- 3.6	-0.7	+2.4	+ 5.6	+ 8.9
5 00	- 7.8	- 5.5	- 3.1	-0.6	+2.1	+ 4.8	+ 7.8
10	- 6.7	- 4.7	- 2.6	-0.5	+1.8	+ 4.1	+ 6.6
20	- 5.6	- 3.9	- 2.2	-0.4	+1.5	+ 3.4	+ 5.5
30	- 4.5	- 3.2	- 1.8	-0.3	+1.2	+ 2.8	+ 4.4
40	- 3.4	- 2.4	- 1.4	-0.3	+0.9	+ 2.1	+ 3.4
5 50	- 2.4	- 1.7	- 0.9	-0.2	+0.6	+ 1.5	+ 2.3
6 00	- 1.3	- 0.9	- 0.5	-0.1	+0.3	+ 0.8	+ 1.3
10	- 0.3	- 0.2	- 0.1	0.0	+0.1	+ 0.2	+ 0.3
20	+ 0.8	+ 0.6	+ 0.3	+0.1	-0.2	- 0.5	- 0.8
30	+ 1.8	+ 1.3	+ 0.7	+0.1	-0.5	- 1.1	- 1.8
40	+ 2.9	+ 2.0	+ 1.1	+0.2	-0.8	- 1.8	- 2.9
6 50	+ 4.0	+ 2.8	+ 1.6	+0.3	-1.0	- 2.4	- 3.9
7 00	+ 5.0	+ 3.5	+ 2.0	+0.4	-1.3	- 3.1	- 5.0
10	+ 6.1	+ 4.3	+ 2.4	+0.5	-1.6	- 3.8	- 6.1
20	+ 7.2	+ 5.1	+ 2.9	+0.5	-1.9	- 4.5	- 7.2
30	+ 8.4	+ 5.9	+ 3.3	+0.6	-2.2	- 5.2	- 8.4
40	+ 9.5	+ 6.7	+ 3.8	+0.7	-2.5	- 5.9	- 9.6
7 50	+10.7	+ 7.6	+ 4.3	+0.8	-2.9	- 6.7	-10.8
8 00	+12.0	+ 8.4	+ 4.8	+0.9	-3.2	- 7.5	-12.1
10	+13.2	+ 9.4	+ 5.3	+1.0	-3.5	- 8.4	-13.5
20	+14.5	+10.3	+ 5.8	+1.1	-3.9	- 9.2	-14.9
30	+15.9	+11.3	+ 6.4	+1.2	-4.3	-10.2	-16.4
40	+17.4	+12.3	+ 7.0	+1.3	-4.7	-11.2	-18.1
8 50	+18.9	+13.4	+ 7.6	+1.4	-5.2	-12.2	-19.9
9 00	+20.4	+14.5	+ 8.3	+1.6	-5.6	-13.4	-21.8
10	+22.1	+15.8	+ 9.0	+1.7	-6.2	-14.7	-24.0
20	+23.9	+17.1	+ 9.7	+1.8	-6.7	-16.0	-26.3
9 30	+25.8	+18.4	+10.5	+2.0	-7.3	-17.6	-29.0

τ odstęp czasu między górowaniem a wschodem lub zachodem a górowaniem Księżyca.

Znaki tablic odnoszą się do wschodu. Dla zachodu należy zmienić znaki na przeciwne.

Uwaga: oprócz poprawki z tej tablicy, należy odjąć różnicę długości geograficznej $\lambda_i - \lambda_{W-wa}$.

Poprawki do obliczeń momentów początku i końca zmiernych cywilnego w Warszawie

<i>Miesiąc</i> Dzień	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	<i>Miesiąc</i> Dzień
1	51 ^m	46 ^m	43 ^m	43 ^m	49 ^m	61 ^m	63 ^m	53 ^m	45 ^m	42 ^m	45 ^m	50 ^m	1
11	49	45	42	45	53	63	60	50	44	43	46	51	11
21	48	43	43	47	57	65	57	47	43	43	48	51	21

początek brzasku = wschód Słońca - poprawka

koniec zmiernych = zachód Słońca + poprawka

Wschód i zachód Słońca w 2023 roku w niektórych miastach Polski
w CSE

Data		Białystok		Bydgoszcz		Gdańsk		Katowice		Kielce		Koszalin		Kraków		Lublin	
		wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
I	1	7 ^h 42 ^m	15 ^h 20 ^m	8 ^h 02 ^m	15 ^h 41 ^m	8 ^h 06 ^m	15 ^h 31 ^m	7 ^h 44 ^m	15 ^h 51 ^m	7 ^h 40 ^m	15 ^h 42 ^m	8 ^h 15 ^m	15 ^h 42 ^m	7 ^h 39 ^m	15 ^h 48 ^m	7 ^h 34 ^m	15 ^h 32 ^m
	8	7 39	15 29	8 00	15 50	8 04	15 41	7 42	15 59	7 38	15 50	8 13	15 51	7 37	15 56	7 32	15 41
	15	7 34	15 40	7 55	16 00	7 58	15 52	7 38	16 09	7 34	16 00	8 07	16 02	7 33	16 06	7 28	15 51
	22	7 26	15 52	7 47	16 13	7 50	16 04	7 31	16 20	7 27	16 11	7 59	16 15	7 27	16 17	7 21	16 02
	29	7 17	16 05	7 37	16 26	7 39	16 18	7 23	16 32	7 19	16 23	7 49	16 29	7 19	16 29	7 12	16 14
II	5	7 05	16 18	7 26	16 39	7 27	16 32	7 13	16 44	7 08	16 35	7 36	16 43	7 08	16 41	7 01	16 27
	12	6 52	16 32	7 12	16 53	7 13	16 47	7 01	16 56	6 56	16 48	7 23	16 57	6 57	16 53	6 49	16 39
	19	6 38	16 46	6 58	17 06	6 58	17 01	6 48	17 08	6 43	17 00	7 08	17 11	6 44	17 05	6 36	16 52
	26	6 22	16 59	6 43	17 20	6 42	17 15	6 34	17 20	6 29	17 13	6 52	17 25	6 31	17 17	6 22	17 04
III	5	6 06	17 12	6 27	17 33	6 26	17 29	6 20	17 32	6 14	17 25	6 35	17 39	6 16	17 28	6 07	17 17
	12	5 50	17 25	6 11	17 46	6 09	17 43	6 05	17 43	5 59	17 37	6 18	17 53	6 01	17 40	5 51	17 29
	19	5 33	17 38	5 54	17 59	5 51	17 56	5 50	17 55	5 43	17 48	6 01	18 06	5 46	17 51	5 36	17 41
	26	5 17	17 51	5 37	18 11	5 34	18 10	5 34	18 06	5 28	18 00	5 44	18 19	5 31	18 02	5 20	17 52
IV	2	5 00	18 03	5 20	18 24	5 16	18 23	5 19	18 17	5 12	18 11	5 26	18 33	5 16	18 13	5 04	18 04
	9	4 43	18 16	5 04	18 37	4 59	18 36	5 04	18 28	4 57	18 23	5 09	18 46	5 01	18 24	4 49	18 15
	16	4 27	18 29	4 48	18 49	4 42	18 49	4 49	18 39	4 42	18 34	4 53	18 59	4 46	18 35	4 33	18 27
	23	4 12	18 41	4 32	19 02	4 26	19 03	4 35	18 50	4 27	18 45	4 36	19 12	4 32	18 46	4 19	18 39
	30	3 57	18 54	4 17	19 14	4 11	19 16	4 22	19 01	4 14	18 57	4 21	19 25	4 19	18 57	4 05	18 50
V	7	3 43	19 06	4 04	19 26	3 56	19 29	4 10	19 12	4 01	19 08	4 07	19 38	4 07	19 08	3 53	19 01
	14	3 31	19 18	3 52	19 38	3 43	19 41	3 59	19 22	3 50	19 18	3 54	19 50	3 56	19 18	3 41	19 12
	21	3 20	19 29	3 41	19 49	3 32	19 53	3 50	19 32	3 41	19 28	3 43	20 02	3 47	19 28	3 31	19 22
	28	3 12	19 39	3 32	19 59	3 23	20 03	3 42	19 41	3 33	19 37	3 34	20 12	3 40	19 36	3 24	19 31
VI	4	3 05	19 47	3 26	20 07	3 16	20 12	3 37	19 48	3 27	19 45	3 27	20 21	3 34	19 43	3 18	19 39
	11	3 01	19 53	3 22	20 14	3 12	20 19	3 34	19 54	3 24	19 50	3 22	20 28	3 31	19 49	3 14	19 45
	18	3 00	19 57	3 21	20 18	3 10	20 23	3 33	19 57	3 23	19 54	3 21	20 32	3 30	19 53	3 13	19 48
	25	3 02	19 58	3 22	20 19	3 12	20 24	3 34	19 59	3 25	19 55	3 23	20 33	3 32	19 54	3 15	19 50
VII	2	3 06	19 57	3 26	20 17	3 16	20 23	3 38	19 58	3 28	19 54	3 27	20 31	3 35	19 53	3 19	19 48
	9	3 12	19 53	3 33	20 13	3 23	20 18	3 44	19 54	3 34	19 51	3 34	20 27	3 41	19 49	3 25	19 45
	16	3 20	19 46	3 41	20 06	3 31	20 11	3 51	19 48	3 42	19 45	3 42	20 20	3 48	19 44	3 32	19 39
	23	3 30	19 37	3 51	19 57	3 42	20 01	4 00	19 41	3 51	19 37	3 53	20 10	3 57	19 36	3 41	19 31
VIII	30	3 41	19 26	4 01	19 47	3 53	19 49	4 09	19 31	4 00	19 27	4 04	19 59	4 06	19 27	3 51	19 21
	6	3 52	19 13	4 13	19 34	4 05	19 36	4 19	19 20	4 10	19 15	4 16	19 45	4 16	19 15	4 01	19 09
	13	4 04	19 00	4 25	19 20	4 18	19 22	4 29	19 07	4 21	19 03	4 28	19 31	4 26	19 03	4 12	18 56
	20	4 16	18 45	4 37	19 05	4 30	19 06	4 40	18 54	4 32	18 49	4 41	19 15	4 37	18 50	4 23	18 42
	27	4 28	18 29	4 49	18 50	4 43	18 50	4 50	18 40	4 43	18 34	4 53	18 59	4 47	18 36	4 34	18 27
IX	3	4 40	18 13	5 01	18 33	4 56	18 33	5 01	18 25	4 54	18 19	5 06	18 42	4 58	18 21	4 45	18 12
	10	4 52	17 56	5 13	18 17	5 08	18 15	5 11	18 10	5 04	18 04	5 19	18 25	5 08	18 06	4 56	17 56
	17	5 04	17 39	5 25	18 00	5 21	17 58	5 22	17 54	5 15	17 48	5 31	18 07	5 18	17 50	5 07	17 40
	24	5 16	17 22	5 37	17 43	5 34	17 40	5 33	17 39	5 26	17 32	5 44	17 50	5 29	17 35	5 18	17 24
X	1	5 28	17 05	5 49	17 26	5 47	17 23	5 43	17 23	5 37	17 16	5 57	17 32	5 40	17 19	5 30	17 09
	8	5 40	16 49	6 01	17 09	6 00	17 05	5 54	17 08	5 48	17 01	6 09	17 15	5 50	17 04	5 41	16 53
	15	5 53	16 33	6 14	16 53	6 13	16 48	6 05	16 53	6 00	16 46	6 23	16 59	6 02	16 50	5 53	16 38
	22	6 06	16 17	6 27	16 38	6 27	16 32	6 17	16 39	6 12	16 32	6 36	16 43	6 13	16 36	6 05	16 23
	29	6 19	16 03	6 40	16 23	6 40	16 17	6 29	16 26	6 23	16 18	6 50	16 27	6 24	16 23	6 17	16 10
XI	5	6 32	15 49	6 53	16 10	6 54	16 03	6 40	16 14	6 36	16 06	7 04	16 13	6 36	16 11	6 29	15 57
	12	6 45	15 37	7 06	15 58	7 08	15 50	6 52	16 03	6 47	15 55	7 17	16 01	6 48	16 00	6 41	15 46
	19	6 58	15 27	7 19	15 47	7 21	15 39	7 03	15 55	6 59	15 46	7 31	15 50	6 59	15 52	6 53	15 37
	26	7 10	15 19	7 31	15 39	7 34	15 31	7 14	15 48	7 10	15 39	7 43	15 41	7 10	15 45	7 04	15 29
XII	3	7 21	15 13	7 41	15 34	7 45	15 24	7 24	15 43	7 20	15 34	7 54	15 35	7 19	15 40	7 14	15 25
	10	7 30	15 10	7 50	15 31	7 55	15 21	7 32	15 41	7 28	15 32	8 04	15 32	7 27	15 38	7 22	15 22
	17	7 36	15 10	7 57	15 31	8 02	15 21	7 38	15 41	7 35	15 32	8 10	15 32	7 34	15 39	7 29	15 22
	24	7 41	15 13	8 01	15 34	8 06	15 24	7 42	15 44	7 39	15 35	8 14	15 35	7 38	15 42	7 33	15 26
	31	7 42	15 19	8 02	15 40	8 07	15 30	7 44	15 50	7 40	15 41	8 15	15 41	7 39	15 47	7 34	15 31

Wschód i zachód Słońca w 2023 roku w niektórych miastach Polski
w CSE

Data		Łódź		Olsztyn		Opole		Poznań		Rzeszów		Szczecin		Wrocław		Zielona Góra	
		wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
I	1	7 ^h 49 ^m	15 ^h 42 ^m	7 ^h 56 ^m	15 ^h 27 ^m	7 ^h 50 ^m	15 ^h 54 ^m	8 ^h 02 ^m	15 ^h 49 ^m	7 ^h 31 ^m	15 ^h 40 ^m	8 ^h 18 ^m	15 ^h 53 ^m	7 ^h 56 ^m	15 ^h 55 ^m	8 ^h 06 ^m	15 ^h 57 ^m
	8	7 47	15 51	7 53	15 36	7 48	16 02	8 00	15 58	7 29	15 48	8 15	16 02	7 54	16 03	8 04	16 06
	15	7 42	16 01	7 48	15 47	7 44	16 12	7 55	16 08	7 25	15 58	8 10	16 13	7 49	16 13	7 59	16 16
	22	7 35	16 12	7 40	16 00	7 37	16 23	7 48	16 20	7 19	16 09	8 02	16 25	7 43	16 25	7 52	16 27
	29	7 26	16 25	7 30	16 13	7 29	16 35	7 39	16 33	7 10	16 20	7 52	16 38	7 34	16 37	7 43	16 40
II	5	7 15	16 37	7 18	16 27	7 18	16 47	7 28	16 46	7 00	16 32	7 40	16 52	7 23	16 49	7 32	16 53
	12	7 03	16 50	7 04	16 41	7 06	16 59	7 15	16 59	6 49	16 44	7 27	17 06	7 11	17 02	7 19	17 06
	19	6 49	17 03	6 50	16 55	6 53	17 12	7 01	17 12	6 36	16 56	7 13	17 20	6 58	17 14	7 06	17 19
	26	6 35	17 16	6 34	17 09	6 39	17 24	6 46	17 25	6 22	17 08	6 57	17 33	6 44	17 27	6 51	17 32
III	5	6 20	17 29	6 18	17 22	6 25	17 36	6 31	17 38	6 08	17 20	6 41	17 47	6 29	17 39	6 36	17 44
	12	6 04	17 41	6 01	17 36	6 10	17 47	6 15	17 51	5 53	17 31	6 25	18 00	6 13	17 51	6 20	17 57
	19	5 48	17 53	5 44	17 49	5 54	17 59	5 58	18 03	5 38	17 43	6 08	18 13	5 58	18 03	6 04	18 09
	26	5 32	18 05	5 27	18 02	5 39	18 10	5 42	18 15	5 23	17 54	5 51	18 25	5 42	18 14	5 48	18 21
IV	2	5 16	18 17	5 10	18 15	5 23	18 22	5 25	18 28	5 07	18 05	5 34	18 38	5 26	18 26	5 32	18 33
	9	5 00	18 29	4 53	18 28	5 08	18 33	5 09	18 40	4 52	18 16	5 17	18 51	5 11	18 37	5 16	18 45
	16	4 45	18 40	4 36	18 41	4 53	18 44	4 54	18 52	4 38	18 27	5 01	19 04	4 56	18 49	5 00	18 57
	23	4 30	18 52	4 20	18 54	4 39	18 56	4 38	19 04	4 24	18 38	4 45	19 16	4 41	19 00	4 45	19 09
	30	4 16	19 04	4 05	19 06	4 25	19 07	4 24	19 16	4 11	18 49	4 30	19 29	4 28	19 12	4 31	19 20
V	7	4 03	19 15	3 51	19 19	4 13	19 18	4 11	19 28	3 59	18 59	4 16	19 41	4 15	19 23	4 18	19 32
	14	3 51	19 27	3 39	19 31	4 02	19 28	3 59	19 39	3 48	19 10	4 04	19 53	4 04	19 34	4 07	19 43
	21	3 41	19 37	3 28	19 43	3 52	19 38	3 49	19 50	3 39	19 19	3 53	20 05	3 54	19 44	3 56	19 54
	28	3 33	19 46	3 19	19 53	3 45	19 47	3 40	20 00	3 31	19 28	3 44	20 15	3 46	19 53	3 48	20 03
VI	4	3 27	19 54	3 12	20 01	3 39	19 54	3 34	20 08	3 26	19 35	3 38	20 23	3 41	20 00	3 42	20 11
	11	3 24	20 00	3 08	20 08	3 36	20 00	3 30	20 14	3 23	19 41	3 34	20 29	3 37	20 06	3 39	20 17
	18	3 23	20 04	3 07	20 12	3 35	20 04	3 29	20 18	3 22	19 44	3 33	20 33	3 36	20 10	3 38	20 21
	25	3 24	20 05	3 08	20 13	3 37	20 05	3 31	20 19	3 24	19 46	3 34	20 35	3 38	20 11	3 39	20 22
VII	2	3 28	20 04	3 12	20 11	3 40	20 04	3 35	20 17	3 27	19 44	3 38	20 33	3 42	20 10	3 43	20 21
	9	3 34	20 00	3 19	20 07	3 46	20 00	3 41	20 13	3 33	19 41	3 45	20 29	3 47	20 06	3 49	20 17
	16	3 42	19 54	3 27	20 00	3 54	19 54	3 49	20 07	3 40	19 35	3 53	20 22	3 55	20 00	3 57	20 10
	23	3 51	19 45	3 37	19 51	4 02	19 47	3 58	19 58	3 49	19 28	4 03	20 13	4 04	19 52	4 06	20 02
VIII	30	4 01	19 35	3 48	19 39	4 12	19 37	4 09	19 48	3 58	19 18	4 14	20 02	4 14	19 42	4 16	19 52
	6	4 12	19 23	4 00	19 27	4 22	19 25	4 20	19 36	4 08	19 07	4 25	19 49	4 24	19 31	4 27	19 40
	13	4 23	19 10	4 12	19 12	4 33	19 13	4 31	19 22	4 18	18 55	4 37	19 35	4 35	19 18	4 38	19 26
	20	4 34	18 56	4 25	18 57	4 43	18 59	4 43	19 08	4 28	18 42	4 50	19 20	4 46	19 04	4 50	19 12
	27	4 46	18 41	4 37	18 41	4 54	18 45	4 54	18 52	4 39	18 27	5 02	19 04	4 57	18 49	5 01	18 57
IX	3	4 57	18 25	4 49	18 24	5 05	18 30	5 06	18 36	4 49	18 13	5 14	18 47	5 08	18 34	5 12	18 41
	10	5 08	18 09	5 02	18 07	5 15	18 14	5 18	18 20	5 00	17 57	5 26	18 31	5 19	18 18	5 24	18 25
	17	5 19	17 53	5 14	17 50	5 26	17 59	5 29	18 04	5 10	17 42	5 38	18 14	5 30	18 02	5 35	18 09
	24	5 31	17 37	5 27	17 33	5 37	17 43	5 41	17 47	5 21	17 27	5 50	17 56	5 41	17 46	5 47	17 53
X	1	5 42	17 21	5 39	17 16	5 48	17 27	5 53	17 30	5 31	17 11	6 03	17 39	5 52	17 31	5 58	17 36
	8	5 54	17 05	5 52	16 59	5 59	17 12	6 05	17 14	5 42	16 56	6 15	17 23	6 03	17 15	6 10	17 20
	15	6 06	16 49	6 05	16 42	6 10	16 57	6 17	16 59	5 53	16 42	6 28	17 06	6 15	17 00	6 22	17 05
	22	6 18	16 35	6 18	16 26	6 22	16 43	6 29	16 43	6 05	16 28	6 41	16 51	6 26	16 46	6 34	16 50
	29	6 30	16 21	6 31	16 11	6 34	16 29	6 42	16 29	6 16	16 15	6 54	16 36	6 38	16 32	6 47	16 36
XI	5	6 43	16 08	6 45	15 58	6 46	16 17	6 55	16 16	6 28	16 03	7 08	16 22	6 51	16 20	6 59	16 23
	12	6 55	15 57	6 58	15 45	6 58	16 07	7 08	16 05	6 39	15 52	7 21	16 10	7 03	16 09	7 12	16 12
	19	7 07	15 47	7 12	15 35	7 09	15 57	7 20	15 55	6 51	15 43	7 34	16 00	7 15	15 59	7 24	16 02
	26	7 19	15 40	7 24	15 26	7 20	15 50	7 32	15 47	7 01	15 37	7 46	15 52	7 26	15 52	7 35	15 55
XII	3	7 29	15 34	7 35	15 20	7 30	15 46	7 42	15 42	7 11	15 32	7 57	15 46	7 36	15 47	7 46	15 49
	10	7 37	15 32	7 44	15 17	7 38	15 43	7 51	15 39	7 19	15 30	8 06	15 43	7 44	15 45	7 54	15 47
	17	7 44	15 32	7 51	15 17	7 45	15 44	7 57	15 39	7 25	15 30	8 13	15 43	7 50	15 45	8 01	15 47
	24	7 48	15 35	7 55	15 20	7 48	15 47	8 01	15 42	7 29	15 34	8 17	15 46	7 54	15 48	8 05	15 50
	31	7 49	15 41	7 56	15 26	7 50	15 52	8 03	15 48	7 31	15 39	8 18	15 52	7 56	15 54	8 06	15 56

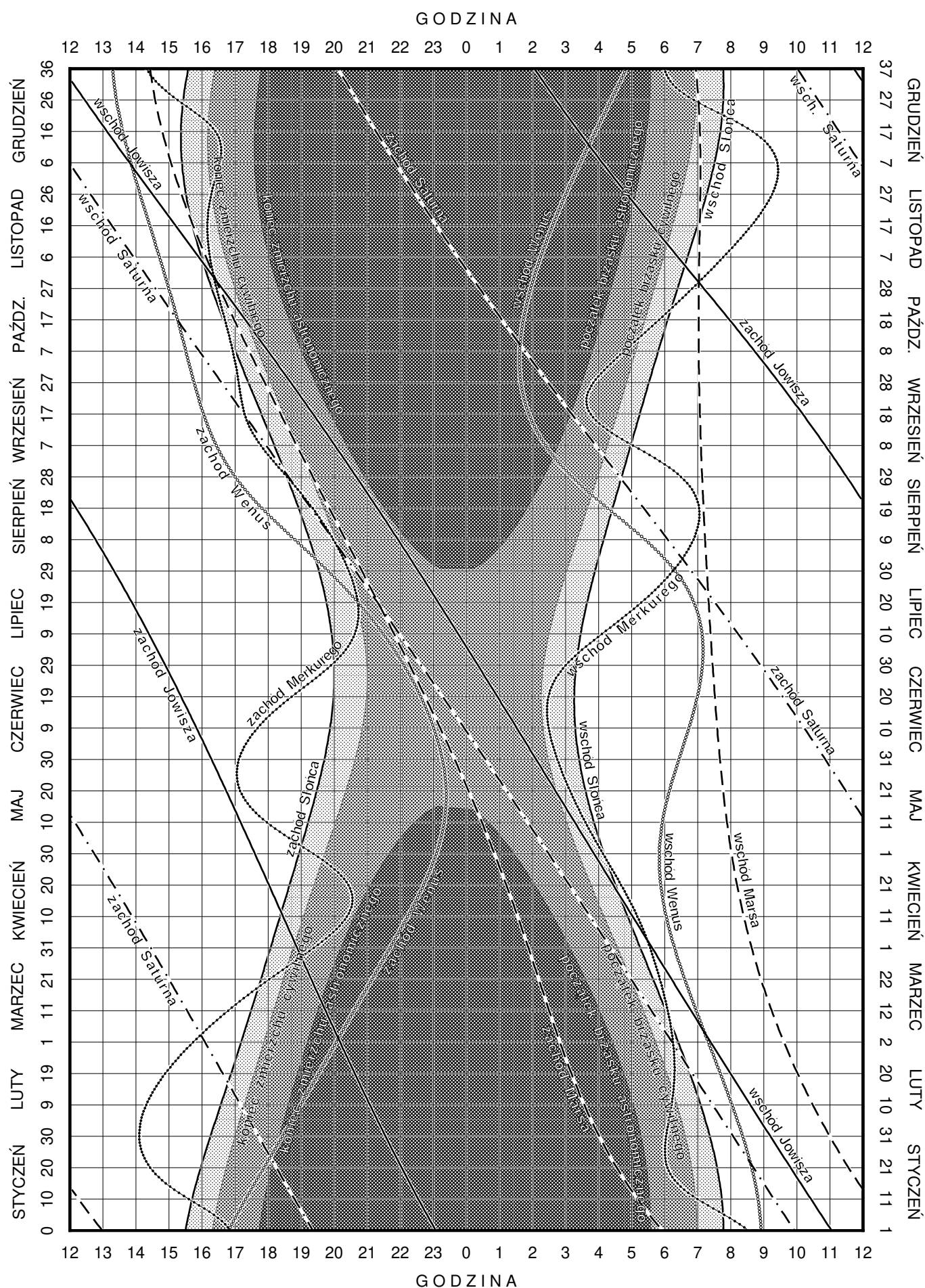
Wschód i zachód Słońca w 2023 roku w niektórych stolicach europejskich
w CSE

Data		Ateny		Belgrad		Berlin		Budapeszt		Bukareszt		Helsinki		Lizbona		Londyn	
		wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
I	7	$6^h 41^m$	$16^h 21^m$	$7^h 15^m$	$16^h 13^m$	$8^h 15^m$	$16^h 10^m$	$7^h 31^m$	$16^h 09^m$	$6^h 52^m$	$15^h 52^m$	$8^h 20^m$	$14^h 33^m$	$8^h 55^m$	$18^h 31^m$	$9^h 05^m$	$17^h 09^m$
	22	6 37	16 37	7 08	16 32	8 03	16 33	7 22	16 29	6 44	16 10	7 57	15 07	8 50	18 46	8 53	17 32
II	7	6 24	16 55	6 51	16 54	7 38	17 03	7 02	16 54	6 27	16 33	7 21	15 48	8 37	19 05	8 29	18 00
	22	6 07	17 11	6 28	17 16	7 09	17 32	6 38	17 17	6 05	16 53	6 40	16 28	8 19	19 22	8 01	18 28
III	7	5 49	17 24	6 06	17 33	6 40	17 56	6 14	17 37	5 43	17 11	6 02	17 01	8 01	19 35	7 33	18 51
	22	5 26	17 38	5 38	17 53	6 05	18 22	5 44	17 59	5 16	17 30	5 17	17 39	7 38	19 50	6 59	19 16
IV	7	5 02	17 53	5 09	18 13	5 28	18 51	5 12	18 21	4 47	17 50	4 28	18 18	7 13	20 05	6 23	19 43
	22	4 41	18 07	4 43	18 31	4 54	19 17	4 43	18 43	4 21	18 08	3 44	18 55	6 51	20 20	5 51	20 08
V	7	4 23	18 21	4 20	18 50	4 24	19 43	4 18	19 03	3 59	18 27	3 02	19 33	6 33	20 34	5 22	20 33
	22	4 10	18 34	4 03	19 07	4 01	20 06	3 59	19 22	3 42	18 43	2 27	20 09	6 19	20 48	5 00	20 56
VI	7	4 03	18 45	3 53	19 21	3 46	20 25	3 48	19 38	3 32	18 57	2 01	20 38	6 12	20 59	4 45	21 14
	22	4 03	18 51	3 52	19 28	3 43	20 33	3 47	19 45	3 31	19 04	1 54	20 50	6 12	21 05	4 43	21 22
VII	7	4 09	18 51	4 00	19 26	3 52	20 30	3 55	19 43	3 38	19 02	2 08	20 41	6 19	21 04	4 52	21 18
	22	4 20	18 43	4 13	19 16	4 11	20 14	4 09	19 31	3 51	18 52	2 36	20 16	6 29	20 56	5 10	21 04
VIII	7	4 33	18 28	4 30	18 57	4 35	19 48	4 29	19 10	4 09	18 33	3 13	19 37	6 43	20 41	5 33	20 39
	22	4 46	18 10	4 48	18 33	5 00	19 18	4 49	18 44	4 26	18 10	3 50	18 55	6 56	20 22	5 57	20 09
IX	7	5 00	17 46	5 07	18 05	5 27	18 41	5 10	18 13	4 45	17 42	4 28	18 07	7 11	19 58	6 22	19 34
	22	5 12	17 23	5 25	17 36	5 52	18 06	5 30	17 42	5 02	17 14	5 03	17 21	7 24	19 34	6 46	19 00
X	7	5 26	17 00	5 43	17 08	6 17	17 30	5 50	17 12	5 20	16 46	5 39	16 36	7 38	19 11	7 10	18 25
	22	5 40	16 39	6 02	16 42	6 44	16 57	6 12	16 44	5 39	16 21	6 17	15 52	7 52	18 49	7 36	17 53
XI	7	5 57	16 20	6 24	16 19	7 13	16 26	6 36	16 18	6 00	15 58	6 58	15 09	8 10	18 30	8 04	17 24
	22	6 13	16 09	6 44	16 04	7 40	16 05	6 58	16 01	6 20	15 43	7 36	14 36	8 26	18 19	8 30	17 03
XII	7	6 27	16 05	7 01	15 57	8 02	15 53	7 17	15 53	6 38	15 36	8 07	14 16	8 41	18 15	8 51	16 52
	22	6 38	16 09	7 13	16 00	8 15	15 54	7 29	15 55	6 49	15 39	8 24	14 13	8 51	18 19	9 04	16 54

Data		Madryt		Moskwa		Paryż		Praga		Rzym		Sofia		Sztokholm		Wiedeń	
		wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
I	7	$8^h 38^m$	$18^h 04^m$	$6^h 57^m$	$14^h 15^m$	$8^h 43^m$	$17^h 11^m$	$8^h 00^m$	$16^h 17^m$	$7^h 38^m$	$16^h 55^m$	$6^h 57^m$	$16^h 09^m$	$8^h 40^m$	$15^h 08^m$	$7^h 44^m$	$16^h 17^m$
	22	8 32	18 21	6 41	14 42	8 33	17 32	7 49	16 39	7 32	17 12	6 50	16 26	8 19	15 40	7 35	16 38
II	7	8 18	18 40	6 12	15 16	8 13	17 58	7 27	17 06	7 17	17 32	6 35	16 47	7 45	16 20	7 15	17 03
	22	7 59	18 58	5 39	15 48	7 47	18 22	7 01	17 32	6 57	17 51	6 14	17 07	7 06	16 58	6 50	17 27
III	7	7 40	19 13	5 07	16 16	7 21	18 43	6 34	17 54	6 36	18 07	5 53	17 23	6 29	17 30	6 25	17 47
	22	7 16	19 29	4 28	16 46	6 50	19 06	6 02	18 18	6 11	18 24	5 27	17 41	5 45	18 06	5 54	18 10
IV	7	6 50	19 45	3 46	17 19	6 17	19 30	5 27	18 43	5 44	18 42	4 59	17 59	4 58	18 44	5 21	18 33
	22	6 27	20 01	3 09	17 49	5 47	19 52	4 56	19 07	5 20	18 58	4 35	18 16	4 15	19 20	4 52	18 55
V	7	6 07	20 16	2 35	18 19	5 21	20 14	4 29	19 30	4 59	19 15	4 14	18 33	3 35	19 56	4 27	19 16
	22	5 53	20 30	2 07	18 47	5 01	20 35	4 08	19 51	4 44	19 30	3 58	18 49	3 01	20 29	4 07	19 36
VI	7	5 45	20 43	1 48	19 09	4 49	20 51	3 54	20 08	4 35	19 43	3 49	19 02	2 37	20 57	3 55	19 52
	22	5 45	20 49	1 45	19 18	4 47	20 58	3 53	20 16	4 35	19 49	3 49	19 08	2 31	21 08	3 54	19 59
VII	7	5 52	20 48	1 55	19 13	4 56	20 55	4 01	20 13	4 42	19 48	3 56	19 07	2 44	21 00	4 02	19 56
	22	6 03	20 39	2 16	18 55	5 11	20 43	4 17	19 59	4 54	19 39	4 08	18 58	3 10	20 37	4 17	19 44
VIII	7	6 18	20 23	2 45	18 24	5 32	20 21	4 39	19 36	5 10	19 22	4 24	18 40	3 46	20 00	4 37	19 22
	22	6 32	20 03	3 14	17 50	5 53	19 54	5 02	19 08	5 25	19 00	4 40	18 18	4 21	19 19	4 58	18 56
IX	7	6 48	19 38	3 45	17 09	6 15	19 21	5 26	18 34	5 42	18 34	4 57	17 52	4 57	18 33	5 20	18 24
	22	7 02	19 13	4 14	16 30	6 37	18 50	5 48	18 01	5 57	18 08	5 14	17 25	5 31	17 49	5 41	17 53
X	7	7 17	18 48	4 43	15 51	6 59	18 18	6 11	17 29	6 13	17 42	5 30	16 58	6 06	17 04	6 02	17 22
	22	7 33	18 25	5 14	15 13	7 21	17 49	6 35	16 58	6 30	17 19	5 48	16 34	6 42	16 22	6 24	16 53
XI	7	7 51	18 05	5 47	14 38	7 47	17 22	7 02	16 30	6 49	16 58	6 08	16 13	7 21	15 41	6 49	16 27
	22	8 08	17 53	6 18	14 13	8 10	17 03	7 26	16 10	7 08	16 44	6 26	15 59	7 57	15 10	7 11	16 09
XII	7	8 24	17 48	6 43	13 58	8 30	16 54	7 46	16 01	7 24	16 39	6 43	15 53	8 27	14 50	7 31	16 01
	22	8 35	17 52	6 58	13 58	8 42	16 57	7 59	16 03	7 35	16 42	6 54	15 56	8 44	14 49	7 43	16 03

KALENDARZ ASTRONOMICZNY NA ROK 2023

WSCHODY I ZACHODY SŁOŃCA ORAZ JASNYCH PLANET W WARSZAWIE W CSE



Zaćmienia Słońca i Księżycy w 2023 roku

1. Hybrydowe zaćmienie Słońca 20 kwietnia 2023 roku.

Zaćmienie będzie widoczne w południowej części Oceanu Indyjskiego, w południowo-wschodniej Azji, na Filipinach, w Indonezji, Australii oraz południowo-zachodniej części Oceanu Spokojnego.

Moment koniunkcji Słońca i Księżycy w rektascensji: 2023 kwiecień $20^d 3^h 55^m 26^s.5$ UT.

Fazy zaćmienia		UT	Szer. geogr.	Dług. geogr.
Początek zaćmienia częściowego	kwiecień 20	01 34.3		
Początek zaćmienia całkowitego		02 36.9		
Moment największego zaćmienia		04 16.6	$9^{\circ} 35.4$ S	$125^{\circ} 48.4$ E
Koniec zaćmienia całkowitego		05 56.6		
Koniec zaćmienia częściowego		06 59.2		

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = $8''.8$, Księżycy = $58' 19''.9$ w momencie koniunkcji.
 Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = $15' 55''.4$, Księżycy = $15' 53''.6$ w momencie koniunkcji.

2. Półcieniowe zaćmienie Księżycy 5 maja 2023 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny na wschodnim wybrzeżu Afryki, na Madagaskarze, Oceanie Indyjskim, w środkowej i wschodniej Azji, w Australii i w zachodniej części Oceanu Spokojnego.

Koniec zaćmienia będzie widoczny w Afryce, Europie — z wyjątkiem jej północno-zachodnich krańców, w Azji — z wyjątkiem części północno-wschodniej, na Oceanie Indyjskim, Wyspach Sundajskich, w Australii i zachodniej części Oceanu Spokojnego.

Moment opozycji Słońca i Księżycy w rektascensji: 2023 maj $5^d 17^h 33^m 59^s.2$ UT.

Fazy zaćmienia		UT
Początek częściowego zaćmienia półcieniowego	maj 5	15 14.2
Moment największej fazy		17 24.1
Koniec częściowego zaćmienia półcieniowego		19 31.7

Kątowy promień półcienia = $4455''.0$, kątowy promień cienia = $2552''.0$.
 Wielkość największej fazy zaćmienia = 0.9636 średnicy tarczy Księżycy.
 Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = $8''.7$, Księżycy = $57' 40''.1$ w momencie opozycji.
 Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = $15' 51''.6$, Księżycy = $15' 42''.8$ w momencie opozycji.

3. Obrączkowe zaćmienie Słońca 14 października 2023 roku.

Zaćmienie będzie widoczne w Ameryce Północnej, Ameryce Południowej, w zachodniej części Oceanu Atlantyckiego i wschodniej części Pacyfiku.

Moment koniunkcji Słońca i Księżycy w rektascensji: 2023 październik $14^d 17^h 36^m 28^s.8$ UT.

Fazy zaćmienia		UT	Szer. geogr.	Dług. geogr.
Początek zaćmienia częściowego	październik 14	15 03.6		
Początek zaćmienia całkowitego		16 10.0		
Moment największego zaćmienia		17 59.4	$11^{\circ} 21.7$ N	$083^{\circ} 04.3$ W
Koniec zaćmienia całkowitego		19 48.9		
Koniec zaćmienia częściowego		20 55.1		

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = $8''.8$, Księżycy = $55' 13''.8$ w momencie koniunkcji.
 Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = $16' 02''.0$, Księżycy = $15' 02''.9$ w momencie koniunkcji.

4. Częściowe zaćmienie Księżyca 28 października 2023 roku.

Początek zaćmienia będzie widoczny w Afryce — z wyjątkiem jej zachodniego krańca, w Europie, w Azji, na północnym Atlantyku, na Oceanie Indyjskim, w Australii i w zachodniej części Pacyfiku.

Koniec zaćmienia będzie widoczny na północno-wschodnim wybrzeżu Ameryki Północnej, wschodniej części Ameryki Południowej, na Oceanie Atlantyckim, w Afryce, Europie oraz Azji — z wyjątkiem jej wschodnich krańców.

Moment opozycji Słońca i Księżyca w rektascensji: 2023 październik $28^d 20^h 25^m 12^s.2$ UT.

Fazy zaćmienia	UT
Początek częściowego zaćmienia półcieniowego	październik 28 18 01.8
Początek zaćmienia częściowego	19 35.3
Moment największej fazy	20 15.3
Koniec zaćmienia częściowego	20 52.7
Koniec częściowego zaćmienia półcieniowego	22 26.3

Kątowy promień półcienia = $4569''.1$, kątowy promień cienia = $2637''.4$.

Wielkość największej fazy zaćmienia = 0.1220 średnicy tarczy Księżyca.

Równikowa horyzontalna paralaksa Słońca = $8''.9$, Księżyca = $59' 18''.9$ w momencie opozycji.

Kątowy geocentryczny promień tarczy Słońca = $16' 05''.9$, Księżyca = $16' 09''.7$ w momencie opozycji.

Konfiguracje planet 2023

Data TT	Zjawisko	Data TT	Zjawisko
I 1 ^d 21 ^h 47 ^m	Uran w koniunkcji z Księżycem 0.7 S	VI 16 ^d 18 ^h 36 ^m	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.2 S
3 19 53	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.5 N	22 3 15	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.5 S
7 10 21	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem	22 12 55	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.6 S
22 22 15	Wenus w koniunkcji z Saturnem 0.3 S	VII 1 2 42	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem
23 9 34	Saturn w koniunkcji z Księżycem 3.6 N	1 7 11	Wenus w koniunkcji z Marsem 3.6 N
23 10 29	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.2 N	7 5 01	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.4 N
25 7 58	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.4 N	8 15 34	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.5 N
26 3 32	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 1.6 N	11 19 45	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.1 S
29 3 29	Uran w koniunkcji z Księżycem 0.9 S	12 16 23	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.1 S
30 5 55	Merkury w elongacji zach. 25.0	19 11 33	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.3 S
31 4 29	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.1 N	21 6 58	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.0 S
II 15 12 27	Wenus w koniunkcji z Neptunem 0.0 S	VIII 3 12 05	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
16 16 47	Saturn w koniunkcji ze Słońcem	4 23 11	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.3 N
18 22 42	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.4 N	8 7 47	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.7 S
20 2 12	Saturn w koniunkcji z Księżycem 3.4 N	8 23 30	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.4 S
21 20 07	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.2 N	10 1 48	Merkury w elongacji wsch. 27.4
22 9 42	Wenus w koniunkcji z Księżycem 1.8 N	13 7 05	Merkury w koniunkcji z Marsem 4.7 S
22 22 58	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 1.1 N	19 1 18	Mars w koniunkcji z Księżycem 1.9 S
25 12 14	Uran w koniunkcji z Księżycem 1.2 S	27 8 27	Saturn w opozycji do Słońca
28 4 13	Mars w koniunkcji z Księżycem 1.1 S	30 19 46	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
III 2 5 06	Wenus w koniunkcji z Jowiszem 0.5 N	IX 1 8 24	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.2 N
2 14 30	Merkury w koniunkcji z Saturnem 0.9 S	4 17 39	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.1 S
15 23 40	Neptun w koniunkcji ze Słońcem	5 7 06	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.7 S
16 17 29	Merkury w koniunkcji z Neptunem 0.4 S	6 16 31	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
17 14 54	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem	16 20 01	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.6 S
19 17 42	Saturn w koniunkcji z Księżycem 3.3 N	19 11 18	Neptun w opozycji do Słońca
21 8 35	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.1 N	22 13 17	Merkury w elongacji zach. 17.9
22 1 50	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.6 N	27 3 15	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.4 N
22 20 22	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 0.5 N	28 18 05	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.3 N
24 10 33	Wenus w koniunkcji z Księżycem 0.1 N	X 2 1 10	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 3.1 S
24 23 39	Uran w koniunkcji z Księżycem 1.4 S	2 15 35	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.8 S
28 4 54	Merkury w koniunkcji z Jowiszem 1.3 N	14 8 51	Merkury w koniunkcji z Księżycem 0.6 N
28 13 06	Mars w koniunkcji z Księżycem 2.3 S	15 15 26	Mars w koniunkcji z Księżycem 0.9 N
30 21 11	Wenus w koniunkcji z Uranem 1.2 N	20 9 49	Merkury w koniunkcji d. ze Słońcem
IV 11 22 09	Jowisz w koniunkcji ze Słońcem	23 23 16	Wenus w elongacji zach. 46.4
11 22 12	Merkury w elongacji wsch. 19.5	24 9 49	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.5 N
16 6 14	Saturn w koniunkcji z Księżycem 3.2 N	26 2 34	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.3 N
17 19 13	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.0 N	29 6 12	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.9 S
19 17 27	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 0.1 S	29 13 24	Merkury w koniunkcji z Marsem 0.3 S
21 8 25	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.7 N	30 0 14	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.7 S
21 11 55	Uran w koniunkcji z Księżycem 1.6 S	XI 3 5 06	Jowisz w opozycji do Słońca
22 6 43	Merkury w koniunkcji z Uranem 3.8 N	9 10 35	Wenus w koniunkcji z Księżycem 0.9 S
23 12 33	Wenus w koniunkcji z Księżycem 1.3 S	13 11 57	Mars w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
26 2 57	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.2 S	13 17 22	Uran w opozycji do Słońca
V 2 1 14	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem	14 13 51	Merkury w koniunkcji z Księżycem 1.6 N
9 19 57	Uran w koniunkcji ze Słońcem	18 5 25	Mars w koniunkcji ze Słońcem
13 15 28	Saturn w koniunkcji z Księżycem 3.0 N	20 16 00	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.5 N
15 3 12	Neptun w koniunkcji z Księżycem 2.0 N	22 8 57	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.3 N
17 12 41	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 0.7 S	25 9 21	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.5 S
17 22 52	Merkury w koniunkcji z Księżycem 3.3 S	26 7 42	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.6 S
18 23 13	Uran w koniunkcji z Księżycem 1.7 S	XII 4 14 30	Merkury w elongacji wsch. 21.3
23 12 38	Wenus w koniunkcji z Księżycem 2.2 S	9 13 45	Wenus w koniunkcji z Księżycem 3.3 N
24 19 21	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.7 S	12 9 43	Mars w koniunkcji z Księżycem 3.5 N
29 5 35	Merkury w elongacji zach. 24.9	14 5 30	Merkury w koniunkcji z Księżycem 4.4 N
VI 4 11 02	Wenus w elongacji wsch. 45.4	17 23 46	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.3 N
5 0 28	Merkury w koniunkcji z Uranem 2.7 S	19 14 18	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.1 N
9 22 31	Saturn w koniunkcji z Księżycem 2.7 N	22 12 33	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 2.4 S
11 9 24	Neptun w koniunkcji z Księżycem 1.8 N	22 16 29	Merkury w koniunkcji g. ze Słońcem
14 5 28	Jowisz w koniunkcji z Księżycem 1.4 S	23 13 13	Uran w koniunkcji z Księżycem 2.6 S
15 8 38	Uran w koniunkcji z Księżycem 1.9 S	27 21 50	Merkury w koniunkcji z Marsem 3.6 N

Tabela zawiera wszystkie koniunkcje, w których odległość kątowa ciał niebieskich nie przekracza 4°.7.

Przybliżony azymut Biegunowej 2023

φ s	20°	25°	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	φ s
3 ^h 02 ^m	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	00°00'	3 ^h 02 ^m
3 22	00 04	00 04	00 04	00 04	00 04	00 05	00 05	00 06	00 07	2 42
3 42	00 07	00 07	00 08	00 08	00 09	00 10	00 10	00 12	00 14	2 22
4 02	00 11	00 11	00 12	00 12	00 13	00 14	00 16	00 18	00 20	2 02
4 22	00 14	00 15	00 15	00 16	00 17	00 19	00 21	00 23	00 27	1 42
4 42	00 17	00 18	00 19	00 20	00 21	00 23	00 25	00 29	00 33	1 22
5 02	00 20	00 21	00 22	00 24	00 25	00 27	00 30	00 34	00 39	1 02
5 22	00 23	00 24	00 25	00 27	00 29	00 31	00 35	00 39	00 45	0 42
5 42	00 26	00 27	00 29	00 30	00 32	00 35	00 39	00 43	00 50	0 22
6 02	00 29	00 30	00 31	00 33	00 36	00 39	00 43	00 48	00 55	0 02
6 22	00 31	00 32	00 34	00 36	00 39	00 42	00 46	00 52	00 59	23 42
6 42	00 33	00 35	00 36	00 38	00 41	00 45	00 49	00 55	01 03	23 22
7 02	00 35	00 37	00 38	00 41	00 43	00 47	00 52	00 58	01 07	23 02
7 22	00 37	00 38	00 40	00 43	00 45	00 49	00 54	01 01	01 10	22 42
7 42	00 38	00 40	00 42	00 44	00 47	00 51	00 56	01 03	01 12	22 22
8 02	00 39	00 41	00 43	00 45	00 48	00 52	00 58	01 05	01 14	22 02
8 22	00 40	00 42	00 44	00 46	00 49	00 53	00 59	01 06	01 16	21 42
8 42	00 41	00 42	00 44	00 47	00 50	00 54	00 59	01 07	01 16	21 22
9 02	00 41	00 42	00 44	00 47	00 50	00 54	01 00	01 07	01 17	21 02
9 22	00 41	00 42	00 44	00 47	00 50	00 54	00 59	01 06	01 16	20 42
9 42	00 40	00 42	00 43	00 46	00 49	00 53	00 59	01 06	01 15	20 22
10 02	00 39	00 41	00 43	00 45	00 48	00 52	00 57	01 04	01 14	20 02
10 22	00 38	00 40	00 41	00 44	00 47	00 51	00 56	01 02	01 11	19 42
10 42	00 37	00 38	00 40	00 42	00 45	00 49	00 54	01 00	01 09	19 22
11 02	00 35	00 36	00 38	00 40	00 43	00 47	00 51	00 57	01 06	19 02
11 22	00 33	00 35	00 36	00 38	00 41	00 44	00 48	00 54	01 02	18 42
11 42	00 31	00 32	00 34	00 36	00 38	00 41	00 45	00 51	00 58	18 22
12 02	00 29	00 30	00 31	00 33	00 35	00 38	00 42	00 47	00 53	18 02
12 22	00 26	00 27	00 28	00 30	00 32	00 35	00 38	00 42	00 49	17 42
12 42	00 23	00 24	00 25	00 27	00 28	00 31	00 34	00 38	00 43	17 22
13 02	00 20	00 21	00 22	00 23	00 25	00 27	00 29	00 33	00 38	17 02
13 22	00 17	00 18	00 19	00 20	00 21	00 23	00 25	00 28	00 32	16 42
13 42	00 14	00 14	00 15	00 16	00 17	00 18	00 20	00 22	00 26	16 22
14 02	00 11	00 11	00 11	00 12	00 13	00 14	00 15	00 17	00 19	16 02
14 22	00 07	00 07	00 08	00 08	00 09	00 09	00 10	00 11	00 13	15 42
14 42	00 04	00 04	00 04	00 04	00 04	00 05	00 05	00 06	00 07	15 22
15 02	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	00 00	15 02

Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej 2023

$$\delta = 89^{\circ}21'$$

t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t
0 ^h 00 ^m	-40'	24 ^h 00 ^m	3 ^h 57 ^m	-20'	20 ^h 03 ^m	6 ^h 00 ^m	+ 0'	18 ^h 00 ^m	8 ^h 04 ^m	+20'	15 ^h 56 ^m
0 27	-39	23 33	4 04	-19	19 56	6 06	+ 1	17 54	8 11	+21	15 49
0 59	-38	23 01	4 10	-18	19 50	6 12	+ 2	17 48	8 18	+22	15 42
1 18	-37	22 42	4 17	-17	19 43	6 18	+ 3	17 42	8 25	+23	15 35
1 34	-36	22 26	4 23	-16	19 37	6 24	+ 4	17 36	8 33	+24	15 27
1 48	-35	22 12	4 30	-15	19 30	6 29	+ 5	17 31	8 40	+25	15 20
2 00	-34	22 00	4 36	-14	19 24	6 35	+ 6	17 25	8 48	+26	15 12
2 11	-33	21 49	4 42	-13	19 18	6 41	+ 7	17 19	8 56	+27	15 04
2 21	-32	21 39	4 48	-12	19 12	6 47	+ 8	17 13	9 05	+28	14 55
2 31	-31	21 29	4 55	-11	19 05	6 53	+ 9	17 07	9 14	+29	14 46
2 40	-30	21 20	5 01	-10	18 59	7 00	+10	17 00	9 23	+30	14 37
2 49	-29	21 11	5 07	- 9	18 53	7 06	+11	16 54	9 32	+31	14 28
2 58	-28	21 02	5 13	- 8	18 47	7 12	+12	16 48	9 43	+32	14 17
3 06	-27	20 54	5 19	- 7	18 41	7 18	+13	16 42	9 53	+33	14 07
3 14	-26	20 46	5 25	- 6	18 35	7 24	+14	16 36	10 05	+34	13 55
3 21	-25	20 39	5 31	- 5	18 29	7 31	+15	16 29	10 18	+35	13 42
3 29	-24	20 31	5 36	- 4	18 24	7 37	+16	16 23	10 33	+36	13 27
3 36	-23	20 24	5 42	- 3	18 18	7 44	+17	16 16	10 51	+37	13 09
3 43	-22	20 17	5 48	- 2	18 12	7 50	+18	16 10	11 16	+38	12 44
3 50	-21	20 10	5 54	- 1	18 06	7 57	+19	16 03	12 00		12 00
3 57		20 03	6 00		18 00	8 04		15 56			

$$\delta = 89^{\circ}22'$$

t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t	t	Δz	t
0 ^h 00 ^m	-39'	24 ^h 00 ^m	4 ^h 01 ^m	-19'	19 ^h 59 ^m	6 ^h 06 ^m	+ 1'	17 ^h 54 ^m	8 ^h 15 ^m	+21'	15 ^h 45 ^m
0 28	-38	23 32	4 07	-18	19 53	6 12	+ 2	17 48	8 22	+22	15 38
0 59	-37	23 01	4 14	-17	19 46	6 18	+ 3	17 42	8 30	+23	15 30
1 19	-36	22 41	4 21	-16	19 39	6 24	+ 4	17 36	8 38	+24	15 22
1 35	-35	22 25	4 27	-15	19 33	6 30	+ 5	17 30	8 46	+25	15 14
1 49	-34	22 11	4 34	-14	19 26	6 36	+ 6	17 24	8 54	+26	15 06
2 01	-33	21 59	4 40	-13	19 20	6 43	+ 7	17 17	9 02	+27	14 58
2 13	-32	21 47	4 47	-12	19 13	6 49	+ 8	17 11	9 11	+28	14 49
2 23	-31	21 37	4 53	-11	19 07	6 55	+ 9	17 05	9 21	+29	14 39
2 33	-30	21 27	4 59	-10	19 01	7 01	+10	16 59	9 30	+30	14 30
2 43	-29	21 17	5 05	- 9	18 55	7 08	+11	16 52	9 41	+31	14 19
2 52	-28	21 08	5 12	- 8	18 48	7 14	+12	16 46	9 52	+32	14 08
3 00	-27	21 00	5 18	- 7	18 42	7 20	+13	16 40	10 04	+33	13 56
3 08	-26	20 52	5 24	- 6	18 36	7 27	+14	16 33	10 17	+34	13 43
3 16	-25	20 44	5 30	- 5	18 30	7 33	+15	16 27	10 32	+35	13 28
3 24	-24	20 36	5 36	- 4	18 24	7 40	+16	16 20	10 50	+36	13 10
3 32	-23	20 28	5 42	- 3	18 18	7 47	+17	16 13	11 15	+37	12 45
3 39	-22	20 21	5 48	- 2	18 12	7 54	+18	16 06	12 00		12 00
3 46	-21	20 14	5 54	- 1	18 06	8 01	+19	15 59			
3 54	-20	20 06	6 00	+ 0	18 00	8 08	+20	15 52			
4 01		19 59	6 06		17 54	8 15		15 45			

$$z' = (90^{\circ} - \varphi) + \Delta z$$

Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej 2023

$$\varphi = h + V_I + V_{II}$$

Tablica poprawek V_I

t	p	37°40"	38°00"	38°20"	38°40"	p	t	p	37°40"	38°00"	38°20"	38°40"	p	t
0.0		-37'40"	-38'00"	-38'20"	-38'40"	24.0	6.0		+00'12"	+00'13"	+00'13"	+00'13"	18.0	
1		-37'39	-37'59	-38'19	-38'39	23.9	1		+01'12	+01'12	+01'13	+01'14	17.9	
2		-37'37	-37'57	-38'17	-38'37	8	2		+02'11	+02'12	+02'13	+02'14	8	
3		-37'33	-37'53	-38'13	-38'33	7	3		+03'10	+03'11	+03'13	+03'15	7	
4		-37'27	-37'47	-38'07	-38'27	6	4		+04'08	+04'11	+04'13	+04'15	6	
5		-37'20	-37'40	-38'00	-38'20	5	5		+05'07	+05'10	+05'13	+05'16	5	
6		-37'12	-37'32	-37'51	-38'11	4	6		+06'06	+06'09	+06'12	+06'16	4	
7		-37'02	-37'21	-37'41	-38'01	3	7		+07'04	+07'08	+07'12	+07'15	3	
8		-36'50	-37'10	-37'29	-37'49	2	8		+08'02	+08'06	+08'10	+08'15	2	
0.9		-36'37	-36'56	-37'16	-37'35	23.1	6.9		+08'59	+09'04	+09'09	+09'14	17.1	
1.0		-36'22	-36'41	-37'01	-37'20	23.0	7.0		+09'56	+10'02	+10'07	+10'13	17.0	
1		-36'06	-36'25	-36'44	-37'03	22.9	1		+10'53	+10'59	+11'05	+11'11	16.9	
2		-35'48	-36'07	-36'26	-36'45	8	2		+11'50	+11'56	+12'02	+12'09	8	
3		-35'29	-35'48	-36'07	-36'25	7	3		+12'45	+12'52	+12'59	+13'06	7	
4		-35'08	-35'27	-35'46	-36'04	6	4		+13'41	+13'48	+13'55	+14'03	6	
5		-34'46	-35'05	-35'23	-35'41	5	5		+14'35	+14'43	+14'51	+14'59	5	
6		-34'23	-34'41	-34'59	-35'17	4	6		+15'30	+15'38	+15'46	+15'55	4	
7		-33'58	-34'16	-34'34	-34'52	3	7		+16'23	+16'32	+16'41	+16'49	3	
8		-33'31	-33'49	-34'07	-34'24	2	8		+17'16	+17'25	+17'34	+17'44	2	
1.9		-33'03	-33'21	-33'38	-33'56	22.1	7.9		+18'08	+18'18	+18'27	+18'37	16.1	
2.0		-32'34	-32'51	-33'09	-33'26	22.0	8.0		+18'59	+19'09	+19'20	+19'30	16.0	
1		-32'04	-32'21	-32'38	-32'55	21.9	1		+19'50	+20'00	+20'11	+20'22	15.9	
2		-31'32	-31'48	-32'05	-32'22	8	2		+20'40	+20'51	+21'02	+21'13	8	
3		-30'59	-31'15	-31'31	-31'48	7	3		+21'28	+21'40	+21'51	+22'03	7	
4		-30'24	-30'40	-30'56	-31'12	6	4		+22'16	+22'28	+22'40	+22'52	6	
5		-29'48	-30'04	-30'20	-30'36	5	5		+23'04	+23'16	+23'28	+23'41	5	
6		-29'11	-29'27	-29'42	-29'58	4	6		+23'50	+24'02	+24'15	+24'28	4	
7		-28'33	-28'48	-29'04	-29'19	3	7		+24'35	+24'48	+25'01	+25'14	3	
8		-27'54	-28'09	-28'23	-28'38	2	8		+25'19	+25'33	+25'46	+26'00	2	
2.9		-27'13	-27'28	-27'42	-27'57	21.1	8.9		+26'02	+26'16	+26'30	+26'44	15.1	
3.0		-26'32	-26'46	-27'00	-27'14	21.0	9.0		+26'44	+26'59	+27'13	+27'27	15.0	
1		-25'49	-26'03	-26'16	-26'30	20.9	1		+27'25	+27'40	+27'54	+28'09	14.9	
2		-25'05	-25'19	-25'32	-25'45	8	2		+28'05	+28'20	+28'35	+28'50	8	
3		-24'21	-24'33	-24'46	-24'59	7	3		+28'44	+28'59	+29'14	+29'30	7	
4		-23'35	-23'47	-24'00	-24'12	6	4		+29'21	+29'37	+29'53	+30'08	6	
5		-22'48	-23'00	-23'12	-23'24	5	5		+29'58	+30'14	+30'29	+30'45	5	
6		-22'00	-22'12	-22'24	-22'35	4	6		+30'33	+30'49	+31'05	+31'21	4	
7		-21'12	-21'23	-21'34	-21'45	3	7		+31'06	+31'23	+31'40	+31'56	3	
8		-20'22	-20'33	-20'44	-20'54	2	8		+31'39	+31'56	+32'13	+32'30	2	
3.9		-19'32	-19'42	-19'52	-20'03	20.1	9.9		+32'10	+32'27	+32'45	+33'02	14.1	
4.0		-18'41	-18'51	-19'00	-19'10	20.0	10.0		+32'40	+32'58	+33'15	+33'32	14.0	
1		-17'49	-17'58	-18'08	-18'17	19.9	1		+33'09	+33'27	+33'44	+34'02	13.9	
2		-16'56	-17'05	-17'14	-17'23	8	2		+33'36	+33'54	+34'12	+34'30	8	
3		-16'03	-16'11	-16'20	-16'28	7	3		+34'02	+34'20	+34'38	+34'56	7	
4		-15'09	-15'17	-15'25	-15'33	6	4		+34'27	+34'45	+35'03	+35'22	6	
5		-14'14	-14'22	-14'29	-14'37	5	5		+34'50	+35'08	+35'27	+35'45	5	
6		-13'19	-13'26	-13'33	-13'40	4	6		+35'11	+35'30	+35'49	+36'08	4	
7		-12'23	-12'30	-12'36	-12'43	3	7		+35'32	+35'51	+36'10	+36'28	3	
8		-11'27	-11'33	-11'39	-11'45	2	8		+35'51	+36'10	+36'29	+36'48	2	
4.9		-10'30	-10'36	-10'41	-10'47	19.1	10.9		+36'08	+36'27	+36'46	+37'06	13.1	
5.0		-09'33	-09'38	-09'43	-09'48	19.0	11.0		+36'24	+36'43	+37'02	+37'22	13.0	
1		-08'36	-08'40	-08'45	-08'49	18.9	1		+36'38	+36'58	+37'17	+37'37	12.9	
2		-07'38	-07'42	-07'46	-07'50	8	2		+36'51	+37'11	+37'30	+37'50	8	
3		-06'40	-06'43	-06'47	-06'50	7	3		+37'03	+37'22	+37'42	+38'02	7	
4		-05'41	-05'44	-05'47	-05'50	6	4		+37'12	+37'32	+37'52	+38'12	6	
5		-04'43	-04'45	-04'48	-04'50	5	5		+37'21	+37'41	+38'01	+38'20	5	
6		-03'44	-03'46	-03'48	-03'50	4	6		+37'28	+37'48	+38'08	+38'27	4	
7		-02'45	-02'46	-02'48	-02'49	3	7		+37'33	+37'53	+38'13	+38'33	3	
8		-01'46	-01'47	-01'48	-01'48	2	8		+37'37	+37'57	+38'17	+38'37	2	
5.9		-00'47	-00'47	-00'47	-00'48	18.1	11.9		+37'39	+37'59	+38'19	+38'39	12.1	
6.0		+00'12	+00'13	+00'13	+00'13	18.0	12.0		+37'40	+38'00	+38'20	+38'40	12.0	

Tablica
poprawek V_{II}
(20° ≤ h ≤ 40°)

t	h	20°	30°	40°
0	h	0"	0"	0"
1		-1	-1	0
2		-3	-2	-1
3		-6	-4	-2
4		-10	-6	-2
5		-12	-8	-3
6		-13	-8	-3
7		-12	-8	-3
8		-10	-6	-2
9		-6	-4	-2
10		-3	-2	-1
11		-1	-1	0
12		0	0	0
13		-1	-1	0
14		-3	-2	-1
15		-6	-4	-2
16		-10	-6	-2
17		-12	-8	-3
18		-13	-8	-3
19		-12	-8	-3
20		-10	-6	-2
21		-6	-4	-2
22		-3	-2	-1
23		-1	-1	0
24		0	0	0

Tablica
poprawek V_{II}
(40° ≤ h ≤ 60°)

t	h	40°	50°	60°
0	h	0"	0"	0"
1		0	0	+1
2		-1	+1	+4
3		-2	+2	+7
4		-2	+3	+11
5		-3	+4	+14
6		-3	+4	+15
7		-3	+4	+14
8		-2	+3	+11
9		-2	+2	+7
10		-1	+1	+4
11		0	0	+1
12		0	0	0
13		0	0	+1
14		-1	+1	+4
15		-2	+2	+7
16		-2	+3	+11
17		-3	+4	+14
18		-3	+4	+15
19		-3	+4	+14
20		-2	+3	+11
21		-2	+2	+7
22		-1	+1	+4
23		0	0	+1
24		0	0	0

**Współrzędne bieguna CIP („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) w odniesieniu do IRP
oraz poprawka do czasu uniwersalnego, 0^h UTC**

Data	MJD	x_{IERS}	y_{IERS}	UT1 – UTC	Data	MJD	x_{IERS}	y_{IERS}	UT1 – UTC
2021		0°00001	0°00001	0°000001	2022		0°00001	0°00001	0°000001
X 7	59494	+21067	+27231	–105035	IV 15	59684	+ 5782	+45448	–96899
12	59499	+20292	+26531	–105698	20	59689	+ 6832	+46199	–98894
17	59504	+19252	+26273	–104796	25	59694	+ 8055	+46789	–97263
22	59509	+18510	+25893	–106169	30	59699	+ 8965	+47410	–97555
27	59514	+17747	+25461	–104556	V 5	59704	+ 9988	+47790	–96499
XI 1	59519	+16716	+25258	–104061	10	59709	+10842	+48093	–94833
6	59524	+15895	+24927	–107421	15	59714	+12079	+48444	–97367
11	59529	+14947	+24678	–106877	20	59719	+12837	+48553	–97942
16	59534	+14355	+24602	–108277	25	59724	+13964	+48859	–98264
21	59539	+13343	+24593	–107769	30	59729	+14806	+48808	–97787
26	59544	+12531	+24833	–105390	VI 4	59734	+15888	+48414	–92560
XII 1	59549	+11790	+25210	–106821	9	59739	+17233	+48289	–89334
6	59554	+11093	+25512	–107529	14	59744	+18510	+48040	–87094
11	59559	+ 9842	+25738	–107774	19	59749	+19654	+47453	–81557
16	59564	+ 8535	+25970	–109306	24	59754	+21014	+47082	–78297
21	59569	+ 7540	+26344	–107999	29	59759	+22444	+46416	–71801
26	59574	+ 6426	+26897	–107717	VII 4	59764	+23923	+45657	–64915
31	59579	+ 5630	+27597	–110435	9	59769	+25229	+44868	–62027
2022					14	59774	+26020	+43988	–56458
I 5	59584	+ 5355	+28296	–109869	19	59779	+26926	+43029	–52306
10	59589	+ 4715	+29147	–111609	24	59784	+27700	+42091	–47602
15	59594	+ 4311	+29784	–111164	29	59789	+28334	+41184	–40428
20	59599	+ 3783	+30502	–108453	VIII 3	59794	+28846	+40101	–36279
25	59604	+ 3274	+31151	–109029	8	59799	+29229	+38905	–32972
30	59609	+ 2766	+31897	–108365	13	59804	+29553	+37574	–28630
II 4	59614	+ 2577	+33002	–107222	18	59809	+29986	+36442	–26351
9	59619	+ 2411	+33847	–107297	23	59814	+30451	+35250	–19983
14	59624	+ 1717	+34427	–103637	28	59819	+30497	+33994	–14613
19	59629	+ 1605	+35500	–102480	IX 2	59824	+30450	+32765	–13249
24	59634	+ 1849	+36436	–103692	7	59829	+30265	+31495	–10373
III 1	59639	+ 2090	+37234	–102142	12	59834	+29815	+30026	–10566
6	59644	+ 2808	+38260	–103555	17	59839	+29476	+28961	– 9996
11	59649	+ 3370	+39210	–102334	22	59844	+28978	+27839	– 5996
16	59654	+ 3397	+39956	– 99546	27	59849	+28474	+26635	– 5101
21	59659	+ 3329	+40743	–100519	X 2	59854	+28009	+25793	– 4386
26	59664	+ 3927	+41695	– 99732	7	59859	+27086	+24672	– 3181
31	59669	+ 4357	+42479	– 99234	12	59864	+26204	+23570	– 5501
IV 5	59674	+ 4555	+43618	– 99960	17	59869	+24805	+22728	– 4678
10	59679	+ 5263	+44531	– 97381	22	59874	+23460	+21752	– 5724

Dane stanowią wynik obliczeń prowadzonych na bieżąco przez IERS, aktualizowanych dwa razy w tygodniu i publikowanych jako tzw. rozwiązanie C04. Tablica zawiera dane dostępne w chwili wydawania Rocznika.

Dane są na bieżąco dostępne na serwerze IERS pod adresem:

<https://www.iers.org/ IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>.

Przewidywane współrzędne bieguna *CIP* („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) w odniesieniu do *IRP* oraz poprawka do czasu uniwersalnego, 0^h *UTC*

Data	<i>MJD</i>	x_{IERS}	y_{IERS}	$UT1-UTC$	Data	<i>MJD</i>	x_{IERS}	y_{IERS}	$UT1-UTC$
2022					2023				
XI 26	59909	+0.16 ^{''}	+0.19 ^{''}	-0.02 ^s	V 25	60089	+0.11 ^{''}	+0.48 ^{''}	-0.03 ^s
					30	60094	+0.12 ^{''}	+0.48 ^{''}	-0.03 ^s
XII 1	59914	+0.15	+0.19	-0.02	VI 4	60099	+0.13	+0.48	-0.03
6	59919	+0.14	+0.19	-0.02	9	60104	+0.14	+0.48	-0.03
11	59924	+0.13	+0.20	-0.02	14	60109	+0.16	+0.48	-0.02
16	59929	+0.11	+0.20	-0.02	19	60114	+0.17	+0.48	-0.02
21	59934	+0.10	+0.20	-0.02	24	60119	+0.18	+0.48	-0.02
26	59939	+0.09	+0.21	-0.02	29	60124	+0.19	+0.48	-0.01
31	59944	+0.08	+0.21	-0.02					
2023					VII 4	60129	+0.20	+0.47	-0.01
I 5	59949	+0.07	+0.22	-0.02	9	60134	+0.21	+0.47	-0.00
10	59954	+0.06	+0.23	-0.02	14	60139	+0.22	+0.47	+0.00
15	59959	+0.05	+0.24	-0.02	19	60144	+0.23	+0.46	+0.01
20	59964	+0.04	+0.25	-0.02	24	60149	+0.24	+0.45	+0.02
25	59969	+0.03	+0.25	-0.02	29	60154	+0.24	+0.45	+0.03
30	59974	+0.03	+0.26	-0.02					
II 4	59979	+0.02	+0.28	-0.02	VIII 3	60159	+0.25	+0.44	+0.04
9	59984	+0.02	+0.29	-0.02	8	60164	+0.26	+0.43	+0.04
14	59989	+0.01	+0.30	-0.02	13	60169	+0.26	+0.42	+0.05
19	59994	+0.01	+0.31	-0.02	18	60174	+0.27	+0.41	+0.06
24	59999	+0.01	+0.32	-0.02	23	60179	+0.27	+0.41	+0.06
					28	60184	+0.28	+0.40	+0.07
III 1	60004	+0.00	+0.33	-0.02	IX 2	60189	+0.28	+0.39	+0.07
6	60009	+0.00	+0.34	-0.02	7	60194	+0.28	+0.38	+0.08
11	60014	+0.00	+0.35	-0.02	12	60199	+0.28	+0.37	+0.08
16	60019	+0.01	+0.37	-0.02	17	60204	+0.28	+0.36	+0.08
21	60024	+0.01	+0.38	-0.02	22	60209	+0.28	+0.35	+0.09
26	60029	+0.01	+0.39	-0.03	27	60214	+0.28	+0.34	+0.09
31	60034	+0.02	+0.40	-0.03					
IV 5	60039	+0.02	+0.41	-0.03	X 2	60219	+0.28	+0.33	+0.09
10	60044	+0.03	+0.42	-0.03	7	60224	+0.27	+0.32	+0.09
15	60049	+0.03	+0.43	-0.03	12	60229	+0.27	+0.31	+0.09
20	60054	+0.04	+0.44	-0.04	17	60234	+0.26	+0.30	+0.09
25	60059	+0.05	+0.45	-0.04	22	60239	+0.26	+0.30	+0.09
30	60064	+0.06	+0.45	-0.04	27	60244	+0.25	+0.29	+0.09
V 5	60069	+0.07	+0.46	-0.04	XI 1	60249	+0.24	+0.28	+0.09
10	60074	+0.08	+0.47	-0.04	6	60254	+0.24	+0.28	+0.09
15	60079	+0.09	+0.47	-0.04	11	60259	+0.23	+0.27	+0.08
20	60084	+0.10	+0.47	-0.04	16	60264	+0.22	+0.27	+0.08
					21	60269	+0.21	+0.26	+0.08

Tablica zawiera wartości przewidywane, publikowane przez IERS Rapid Service/Prediction Center w USNO, w wydawanych co kilka dni tzw. biuletynach A. Tablica przedstawia wartości opracowane w oparciu o dane dostępne w chwili wydawania Rocznika.

Bieżące przewidywane współrzędne bieguna i poprawki do czasu uniwersalnego są dostępne pod adresem:
<https://www.iers.org/IERSEN/Publications/Bulletins/bulletins.html>.

Refrakcja normalna R_0 (Radau)
i ekstynkcja średnia E_0

z'	R_0		E_0	z'	R_0		E_0	z'	R_0		E_0
0°	00.00		0.25	50°00'	1°11.51	0.86	0.39	70°00'	2°43.78	2.97	0.72
1	01.05	1.05	0.25	20	1 12.37	0.86		20	2 46.75	3.06	
2	02.10	1.05	0.25	40	1 13.23	0.87		40	2 49.81	3.16	
3	03.15	1.05	0.25	51 00	1 14.10	0.88	0.40	71 00	2 52.97	3.26	0.76
4	04.20	1.05	0.25	20	1 14.98	0.89		20	2 56.23	3.38	
				40	1 15.87	0.92		40	2 59.61	3.49	
5	05.25	1.06	0.25	52 00	1 16.79	0.92	0.41	72 00	3 03.10	3.61	0.80
6	06.31	1.07	0.25	20	1 17.71	0.94		20	3 06.71	3.75	
7	07.38	1.07	0.25	40	1 18.65	0.95		40	3 10.46	3.88	
8	08.45	1.07	0.25	53 00	1 19.60	0.98	0.41	73 00	3 14.34	4.03	0.84
9	09.52	1.08	0.25	20	1 20.58	0.97		20	3 18.37	4.18	
				40	1 21.55	1.01		40	3 22.55	4.34	
10	10.60	1.08	0.25	54 00	1 22.56	1.01	0.42	74 00	3 26.89	4.51	0.89
11	11.68	1.09	0.25	20	1 23.57	1.03		20	3 31.40	4.70	
12	12.77	1.10	0.26	40	1 24.60	1.04		40	3 36.10	4.90	
13	13.87	1.11	0.26	55 00	1 25.64	1.07	0.43	75 00	3 41.00	5.09	0.95
14	14.98	1.12	0.26	20	1 26.71	1.09		20	3 46.09	5.33	
				40	1 27.80	1.09		40	3 51.42	5.55	
15	16.10	1.13	0.26	56 00	1 28.89	1.12	0.45	76 00	3 56.97	5.81	1.02
16	17.23	1.14	0.26	20	1 30.01	1.14		20	4 02.78	6.08	
17	18.37	1.16	0.26	40	1 31.15	1.16		40	4 08.86	6.37	
18	19.53	1.16	0.26	57 00	1 32.31	1.18	0.46	77 00	4 15.23	6.7	1.09
19	20.69	1.18	0.26	20	1 33.49	1.20		20	4 21.9	7.0	
				40	1 34.69	1.23		40	4 28.9	7.4	
20	21.87	1.20	0.27	58 00	1 35.92	1.24	0.47	78 00	4 36.3	7.7	1.17
21	23.07	1.21	0.27	20	1 37.16	1.27		20	4 44.0	8.2	
22	24.28	1.23	0.27	40	1 38.43	1.30		40	4 52.2	8.6	
23	25.51	1.24	0.27	59 00	1 39.73	1.32	0.48	79 00	5 00.8	9.1	1.27
24	26.75	1.27	0.27	20	1 41.05	1.34		20	5 09.9	9.7	
				40	1 42.39	1.37		40	5 19.6	10.2	
25	28.02	1.29	0.28	60 00	1 43.76	1.40	0.50	80 00	5 29.8	10.8	1.39
26	29.31	1.30	0.28	20	1 45.16	1.43		20	5 40.6	11.6	
27	30.61	1.34	0.28	40	1 46.59	1.45		40	5 52.2	12.3	
28	31.95	1.36	0.28	61 00	1 48.04	1.49	0.51	81 00	6 04.5	13.2	1.53
29	33.31	1.38	0.29	20	1 49.53	1.52		20	6 17.7	14.0	
				40	1 51.05	1.55		40	6 31.7	15.1	
30	34.69	1.41	0.29	62 00	1 52.60	1.59	0.53	82 00	6 46.8	16.2	1.70
31	36.10	1.44	0.29	20	1 54.19	1.62		20	7 03.0	17.4	
32	37.54	1.47	0.29	40	1 55.81	1.66		40	7 20.4	18.9	
33	39.01	1.51	0.30	63 00	1 57.47	1.68	0.55	83 00	7 39.3	20.4	1.92
34	40.52	1.54	0.30	20	1 59.15	1.74		20	7 59.7	22.2	
				40	2 00.89	1.78		40	8 21.9	24.2	
35	42.06	1.58	0.30	64 00	2 02.67	1.82	0.57	84 00	8 46.1	26.4	2.19
36	43.64	1.62	0.31	20	2 04.49	1.86		20	9 12.5	29.1	
37	45.26	1.66	0.31	40	2 06.35	1.90		40	9 41.6	31.9	
38	46.92	1.72	0.32	65 00	2 08.25	1.95	0.59	85 00	10 13.5	35.4	2.55
39	48.64	1.76	0.32	20	2 10.20	2.00		20	10 48.9	39.2	
				40	2 12.20	2.06		40	11 28.1	43.7	
40	50.40	1.81	0.33	66 00	2 14.26	2.10	0.62	86 00	12 11.8	49.1	3.03
41	52.21	1.86	0.33	20	2 16.36	2.17		20	13 00.9	55.3	
42	54.07	1.93	0.34	40	2 18.53	2.21		40	13 56.2	62.6	
43	56.00	1.98	0.34	67 00	2 20.74	2.29	0.64	87 00	14 58.8	71.4	3.71
44	57.98	2.06	0.35	20	2 23.03	2.33		20	16 10.2	81.9	
				40	2 25.36	2.42		40	17 32.1	94.5	
45	60.04	2.13	0.35	68 00	2 27.78	2.47	0.66	88 00	19 06.6	109.8	4.71
46	62.17	2.20	0.36	20	2 30.25	2.55		20	20 56.4	128.7	
47	64.37	2.30	0.37	40	2 32.80	2.63		40	23 05.1	151.9	
48	66.67	2.37	0.37	69 00	2 35.43	2.70	0.69	89 00	25 37.0	180.6	
49	69.04	2.47	0.38	20	2 38.13	2.79		20	28 37.6	216.6	
				40	2 40.92	2.86		40	32 14.2	261.8	
50	71.51		0.39	70 00	2 43.78		0.72	90 00	36 36.0	318.7	
								20	41 54.7	390.8	
								40	48 25.5	482.0	
								91 00	56 27.5		

Współczynniki do obliczania refrakcji całkowitej

t [°C]	A	H	B	H	B	z'	α	R_1	β
– 30°	+0.1291	649 ^{mm}	–0.1461	720 ^{mm}	–0.0526	45°	1.000	0'	1.000
– 29	1243	650	1447	721	0513	46	1.001	2	1.001
– 28	1195	651	1434	722	0500	47	1.001	4	1.002
– 27	1148	652	1421	723	0487	48	1.001	6	1.004
– 26	1101	653	1408	724	0474	49	1.001	8	1.008
– 25	+0.1054	654	–0.1395	725	–0.0461	50	1.002	10	1.012
– 24	1008	655	1382	726	0447	51	1.002	12	1.017
– 23	0962	656	1368	727	0434	52	1.002	14	1.023
– 22	0917	657	1355	728	0421	53	1.002	16	1.029
– 21	0872	658	1342	729	0408	54	1.002	18	1.035
– 20	+0.0827	659	–0.1329	730	–0.0395	55	1.002	20	1.041
– 19	0782	660	1316	731	0382	56	1.003	22	1.048
– 18	0738	661	1303	732	0368	57	1.003	24	1.055
– 17	0694	662	1289	733	0355	58	1.003	26	1.062
– 16	0651	663	1276	734	0342	59	1.003	28	1.069
– 15	+0.0608	664	–0.1263	735	–0.0329	60	1.004	30	1.076
– 14	0565	665	1250	736	0316	61	1.004	32	1.083
– 13	0523	666	1237	737	0303	62	1.004	34	1.091
– 12	0481	667	1224	738	0289	63	1.004	36	1.098
– 11	0439	668	1211	739	0276	64	1.005	38	1.106
– 10	+0.0398	669	–0.1197	740	–0.0263	65	1.005		
– 9	0357	670	1184	741	0250	66	1.006		
– 8	0316	671	1171	742	0237	67	1.007		
– 7	0275	672	1158	743	0224	68	1.007	z' odl. zenit. pozorną	
– 6	0235	673	1145	744	0211	69	1.008	t temp. zewnętrzna	
– 5	+0.0195	674	–0.1132	745	–0.0197	70	1.009	(w stopniach Celsjusza)	
– 4	0155	675	1118	746	0184	71	1.010		
– 3	0116	676	1105	747	0171	72	1.011		
– 2	0077	677	1092	748	0158	73	1.013		
– 1	+0.0038	678	1079	749	0145	74	1.015	H ciśnienie atm.	
0	0.0000	679	–0.1066	750	–0.0132	75	1.017	(w milimetrach Hg)	
+ 1	–0.0038	680	1053	751	0118	76	1.020		
+ 2	0076	681	1039	752	0105	77	1.023		
+ 3	0114	682	1026	753	0092	78	1.026		
+ 4	0151	683	1013	754	0079	79	1.031	A wsp. temp. t	
+ 5	–0.0188	684	–0.1000	755	–0.0066	80	1.037	B wsp. ciśn. H	
+ 6	0225	685	0987	756	0053	81	1.045	α, β, γ współczynniki	
+ 7	0261	686	0974	757	0039	82	1.055		
+ 8	0298	687	0961	758	0026	83	1.069		
+ 9	0334	688	0947	759	–0.0013	84	1.087		
+ 10	–0.0369	689	–0.0934	760	0.0000	85	1.114	Dla $z' < 80^\circ$	
+ 11	0405	690	0921	761	+0.0013	86	1.152	$\gamma = 1.000$	
+ 12	0440	691	0908	762	0026	87	1.210		
+ 13	0475	692	0895	763	0039	88	1.299		
+ 14	0510	693	0882	764	0053	89	1.444		
+ 15	–0.0545	694	–0.0868	765	+0.0066	90	1.677	Dla $z' < 45^\circ$	
+ 16	0579	695	0855	766	0079			$\alpha = 1.000$	
+ 17	0613	696	0842	767	0092			$\beta = 1.000$	
+ 18	0647	697	0829	768	0105			$\gamma = 1.000$	
+ 19	0680	698	0816	769	0118				
+ 20	–0.0714	699	–0.0803	770	+0.0132				
+ 21	0747	700	0789	771	0145				
+ 22	0780	701	0776	772	0158				
+ 23	0812	702	0763	773	0171				
+ 24	0845	703	0750	774	0184				
+ 25	–0.0877	704	–0.0737	775	+0.0197				
+ 26	0909	705	0724	776	0211				
+ 27	0941	706	0711	777	0224				
+ 28	0972	707	0697	778	0237				
+ 29	1004	708	0684	779	0250				
+ 30	–0.1035	709	–0.0671	780	+0.0263				
+ 31	1066	710	0658	781	0276				
+ 32	1097	711	0645	782	0289				
+ 33	1127	712	0632	783	0303				
+ 34	1158	713	0618	784	0316				
+ 35	–0.1188	714	–0.0605	785	+0.0329				
+ 36	1218	715	0592	786	0342				
+ 37	1248	716	0579	787	0355				
+ 38	1277	717	0566	788	0368				
+ 39	1307	718	0553	789	0382				
+ 40	–0.1336	719	–0.0539	790	+0.0395				

z'	γ
80°	$1 - 0.00002 \cdot t$
81	$1 - 0.00004 \cdot t$
82	$1 - 0.00006 \cdot t$
83	$1 - 0.00008 \cdot t$
84	$1 - 0.00011 \cdot t$
85	$1 - 0.00016 \cdot t$
86	$1 - 0.00025 \cdot t$
87	$1 - 0.00038 \cdot t$
88	$1 - 0.00062 \cdot t$
89	$1 - 0.00108 \cdot t$
90	$1 - 0.00187 \cdot t$

Zestawienie gwiazdozbiorów

Nazwa łacińska (z końcówką dopełniacza)	Skrót nazwy łac.	Nazwa polska	Granice położenia na sferze niebieskiej		Liczba gwiazd jaśn. od 6	
			α	δ		
Andromed-a, -ae	And	Andromeda	22 ^h 56 ^m	2 ^h 36 ^m	+21.° +52.9	100
Antli-a, -ae	Ant	Pompa	9 25	11 03	−24.3 −40.1	20
Ap-us, -odis	Aps	Rajski Ptak	13 45	18 17	−67.5 −82.9	20
Aquar-ius, -ii	Aqr	Wodnik	20 36	23 54	+3.1 −25.3	90
Aquil-a, -ae	Aql	Orzeł	18 38	20 36	−11.9 +18.6	70
Ar-a, -ae	Ara	Ołtarz	16 31	18 06	−45.5 −67.6	30
Arie-s, -tis	Ari	Baran	1 44	3 27	+10.2 +30.9	50
Aurig-a, -ae	Aur	Woźnica	4 35	7 27	+27.9 +56.1	90
Boot-es, -is	Boo	Wolarz	13 33	15 47	+7.6 +55.2	90
Cael-um, -i	Cae	Rylec	4 18	5 03	−27.1 −48.8	10
Camelopardal-is, -is	Cam	Żyrafa	3 11	14 25	+52.8 +85.1	50
Can-cer, -cri	Cnc	Rak	7 53	9 19	+6.8 +33.3	60
Can-es, -um Venatic-i, -orum	CVn	Psy Gończe	12 04	14 05	+28.0 +52.7	30
Can-is, -is Maior, -is	CMa	Wielki Pies	6 09	7 26	−11.0 −33.2	80
Can-is, -is Minor, -is	CMi	Mały Pies	7 04	8 09	−0.1 +13.2	20
Capricorn-us, -i	Cap	Koziorożec	20 04	21 57	−8.7 −27.8	50
Carin-a, -ae	Car	Kil	6 02	11 18	−50.9 −75.2	110
Cassiopei-a, -ae	Cas	Kasjopea	22 56	3 36	+46.4 +77.5	90
Centaur-us, -i	Cen	Centaur	11 03	14 59	−29.9 −64.5	150
Cephe-us, -i	Cep	Cefeusz	20 01	8 30	+53.1 +88.5	60
Cet-us, -i	Cet	Wieloryb	23 55	3 21	−25.2 +10.2	100
Chamaele-on, -onis	Cha	Kameleon	7 32	13 48	−75.2 −82.8	20
Circin-us, -i	Cir	Cyrkiel	13 35	15 26	−54.3 −70.4	20
Columb-a, -ae	Col	Gołąb	5 03	6 28	−27.2 −43.0	40
Com-a, -ae Berenices	Com	Warkocz Bereniki	11 57	13 33	+13.8 +33.7	50
Coron-a, -ae Australis	CrA	Korona Południowa	17 55	19 15	−37.0 −45.6	25
Coron-a, -ae Borealis	CrB	Korona Północna	15 14	16 22	+25.8 +39.8	20
Corv-us, -i	Crv	Kruk	11 54	12 54	−11.3 −24.9	15
Crater, -is	Crt	Puchar	10 48	11 54	−6.5 −24.9	20
Cru-x, -cis	Cru	Krzyż	13 53	12 55	−55.5 −64.5	30
Cygn-us, -i	Cyg	Łabędź	19 07	22 01	+27.7 +61.2	150
Delphin-us, -i	Del	Delfin	20 13	21 06	+2.2 +20.8	30
Dorad-o, -us	Dor	Złota Ryba	3 52	6 36	−48.8 −70.1	20
Draco, -nis	Dra	Smok	9 18	21 00	+47.7 +86.0	80
Equule-us, -i	Equ	Żrebię	20 54	21 23	+2.2 +12.9	10
Eridan-us, -i	Eri	Erydan	1 22	5 09	+0.1 −58.1	100
Forn-ax, -acis	For	Piec	1 44	3 48	−24.0 −39.8	35
Gemin-i, -orum	Gem	Bliźnięta	5 57	8 06	+10.0 +35.4	70
Gru-s, -is	Gru	Żuraw	21 25	23 25	−36.6 −56.6	30
Hercul-es, -is	Her	Herkules	15 47	18 56	+3.9 +51.3	140
Horolog-ium, -ii	Hor	Zegar	2 12	4 18	−39.8 −67.2	20
Hydr-a, -ae	Hya	Hydra	8 08	14 58	+6.8 −35.3	130
Hydr-us, -i	Hyi	Wąż Morski	0 02	4 33	−58.1 −82.1	20
Ind-us, -i	Ind	Indianin	20 25	23 25	−45.4 −74.7	20
Lacert-a, -ae	Lac	Jaszczurka	21 55	22 56	+34.9 +56.8	35
Leo, -nis	Leo	Lew	9 18	11 56	−6.4 +33.3	70
Leo, -nis Minor, -is	LMi	Mały Lew	9 19	11 04	+23.1 +41.7	20
Lep-us, -oris	Lep	Zajac	4 54	6 09	−11.0 −27.1	40

Zestawienie gwiazdozbiorów

Nazwa łacińska (z końcówką dopełniacza)	Skrót nazwy łac.	Nazwa polska	Granice położenia na sferze niebieskiej		Liczba gwiazd jaśn. od 6
			α	δ	
Libr-a, -ae	Lib	Waga	14 ^h 18 ^m 15 ^h 59 ^m	−0.3 −29.9	50
Lup-us, -i	Lup	Wilk	14 13 16 05	−29.8 −55.3	70
Lyn-x, -cis	Lyn	Ryś	6 13 9 40	+33.4 +62.0	60
Lyr-a, -ae	Lyr	Lutnia	18 12 19 26	+25.6 +47.7	45
Mens-a, -ae	Men	Góra Stołowa	3 20 7 37	−69.9 −85.0	15
Microscop-ium, -ii	Mic	Mikroskop	20 25 21 25	−27.7 −45.4	20
Monocer-os, -otis	Mon	Jednorożec	5 54 8 08	−11.0 +11.9	85
Musc-a, -ae	Mus	Mucha	11 17 13 46	−64.5 −75.2	30
Norm-a, -ae	Nor	Węgielnica	15 25 16 31	−42.2 −60.2	20
Octan-s, -tis	Oct	Oktant	0 00 24 00	−74.7 −90.0	35
Ophiuch-us, -i	Oph	Wężownik	15 58 18 42	+14.3 −30.1	100
Orion, -is	Ori	Orion	4 41 6 23	−11.0 +23.0	120
Pavo, -nis	Pav	Paw	17 37 21 30	−56.8 −75.0	45
Pegas-us, -i	Peg	Pegaz	21 06 0 13	+2.2 +36.3	100
Perse-us, -i	Per	Perseusz	1 26 4 46	+30.9 +58.9	90
Phoeni-x, -cis	Phe	Feniks	23 24 2 24	−39.8 −58.2	40
Pictor, -is	Pic	Malarz, właśc. Sztaluga	4 32 6 51	−43.1 −64.1	30
Pisc-es, -ium	Psc	Ryby	22 49 2 04	−6.6 +33.4	75
Piscis Austrin-us, -i	PsA	Ryba Południowa	21 25 23 04	−25.2 −36.7	25
Pupp-is, -is	Pup	Rufa	6 02 8 26	−11.0 −50.8	140
Pyx-is, -idis	Pyx	Kompas	8 26 9 26	−17.3 −37.0	25
Reticul-um, -i	Ret	Sieć, właśc. Siatka Rombowa	3 14 4 35	−53.0 −67.3	15
Sagitt-a, -ae	Sge	Strzała	18 56 20 18	+16.0 +21.4	15
Sagittar-ius, -ii	Sgr	Strzelec	17 41 20 25	−11.8 −45.4	115
Scorp-ius, -ii	Sco	Skorpion	15 44 17 55	−8.1 −45.6	100
Sculptor, -is	Scl	Rzeźbiarz, właśc. War- sztat Rzeźbiarski	23 04 1 44	−25.2 −39.8	30
Scut-um, -i (Sobiescianum)	Sct	Tarcza (Sobieskiego)	18 18 18 56	−4.0 −16.0	20
Serpen-s, -tis	Ser	Wąż	15 08 18 56	+25.7 −16.0	60
Sextan-s, -tis	Sex	Sekstans	9 39 10 49	+6.6 −11.3	25
Taur-us, -i	Tau	Byk	3 20 5 58	+0.1 +30.9	125
Telescop-ium, -ii	Tel	Teleskop	18 06 20 26	−45.4 −56.9	30
Triangul-um, -i	Tri	Trójkąt	1 29 2 48	+25.4 +37.0	15
Triangul-um, -i Austral-e, -is	TrA	Trójkąt Południowy	14 50 17 09	−60.3 −70.3	20
Tucan-a, -ae	Tuc	Tukan	22 05 1 22	−56.7 −75.7	25
Urs-a, -ae Maior, -is	UMa	Wielka Niedźwiedzica	8 05 14 27	+28.8 +73.3	125
Urs-a, -ae Minor, -is	UMi	Mała Niedźwiedzica	0 00 24 00	+65.6 +90.0	20
Vel-a, -orum	Vel	Żagle	8 02 11 24	−37.0 −57.0	110
Virg-o, -inis	Vir	Panna	11 35 15 08	+14.6 −22.2	95
Volan-s, -tis	Vol	Ryba Latająca	6 35 9 02	−64.2 −75.0	20
Vulpecul-a, -ae	Vul	Lis	18 56 21 28	+19.5 +29.4	45

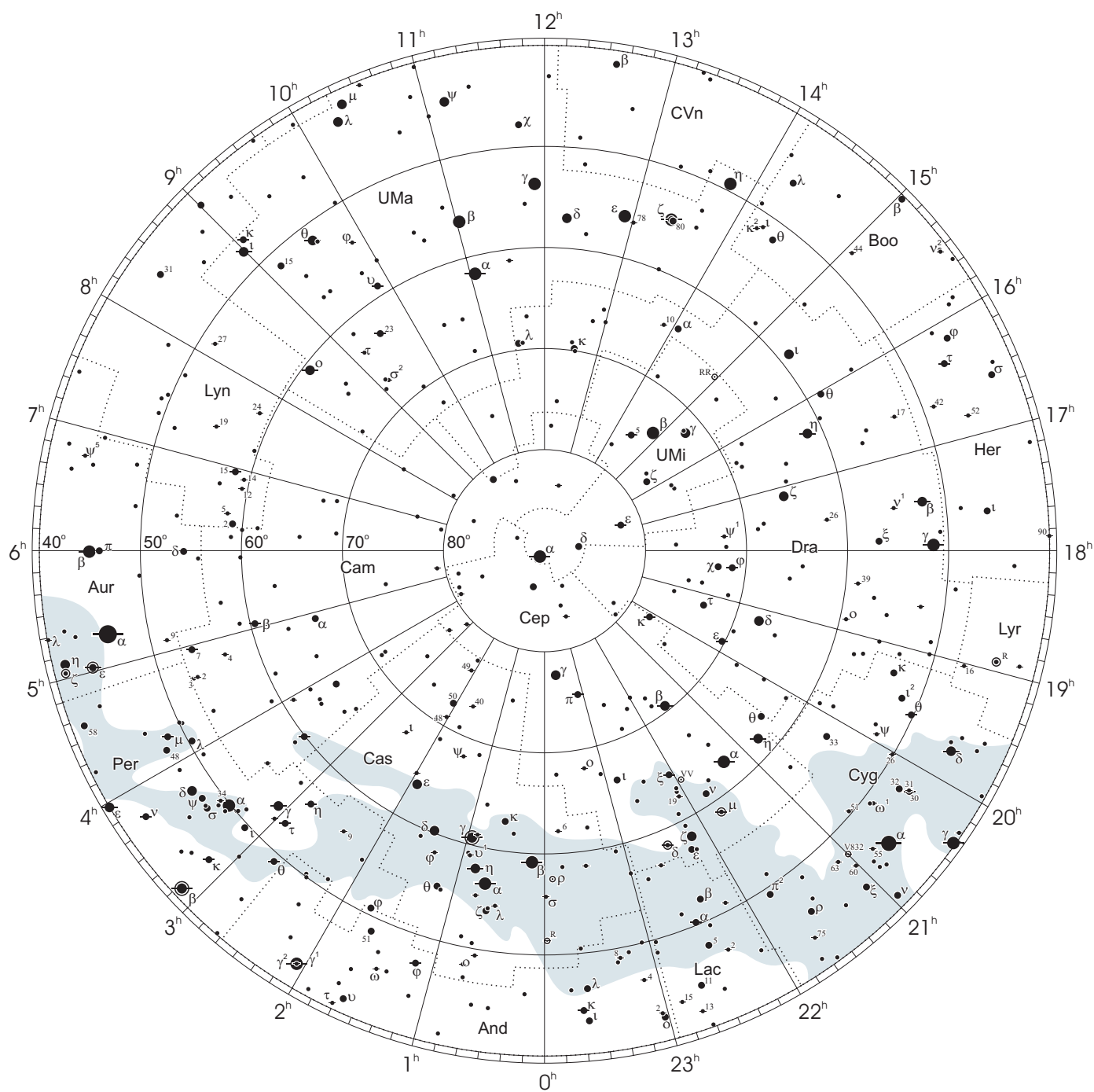
Gwiazdozbiory Carina, Puppis, Pyxis i Vela poprzednio tworzyły jeden gwiazdozbiór Argo navis (Okręt Argo).

Gwiazdozbiór Serpens bywa dzielony na: Serpens caput (Głowa Węża) i Serpens cauda (Ogon Węża). Numeracja gwiazd jest jednolita w łącznym gwiazdozbiore.

Wcześniejsze podziały na gwiazdozbiory były najpierw związane tylko z ugrupowaniami jaśniejszych gwiazd, następnie z obszarami nieba dość nieregularnymi bez wyraźnie sprecyzowanych granic.

Mapa nieba

otoczenie bieguna północnego sfery niebieskiej

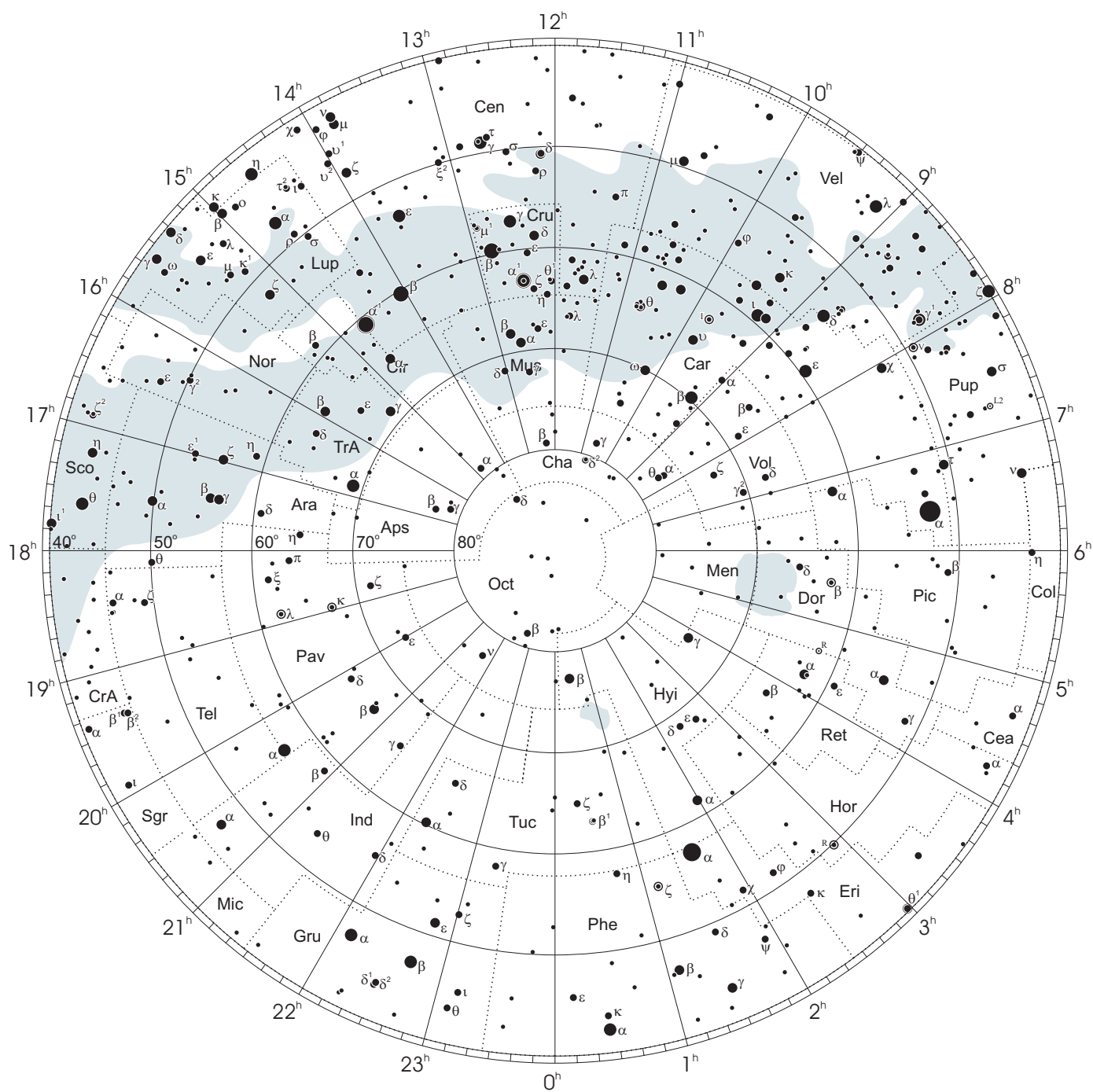


● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

wielkości gwiazdowe

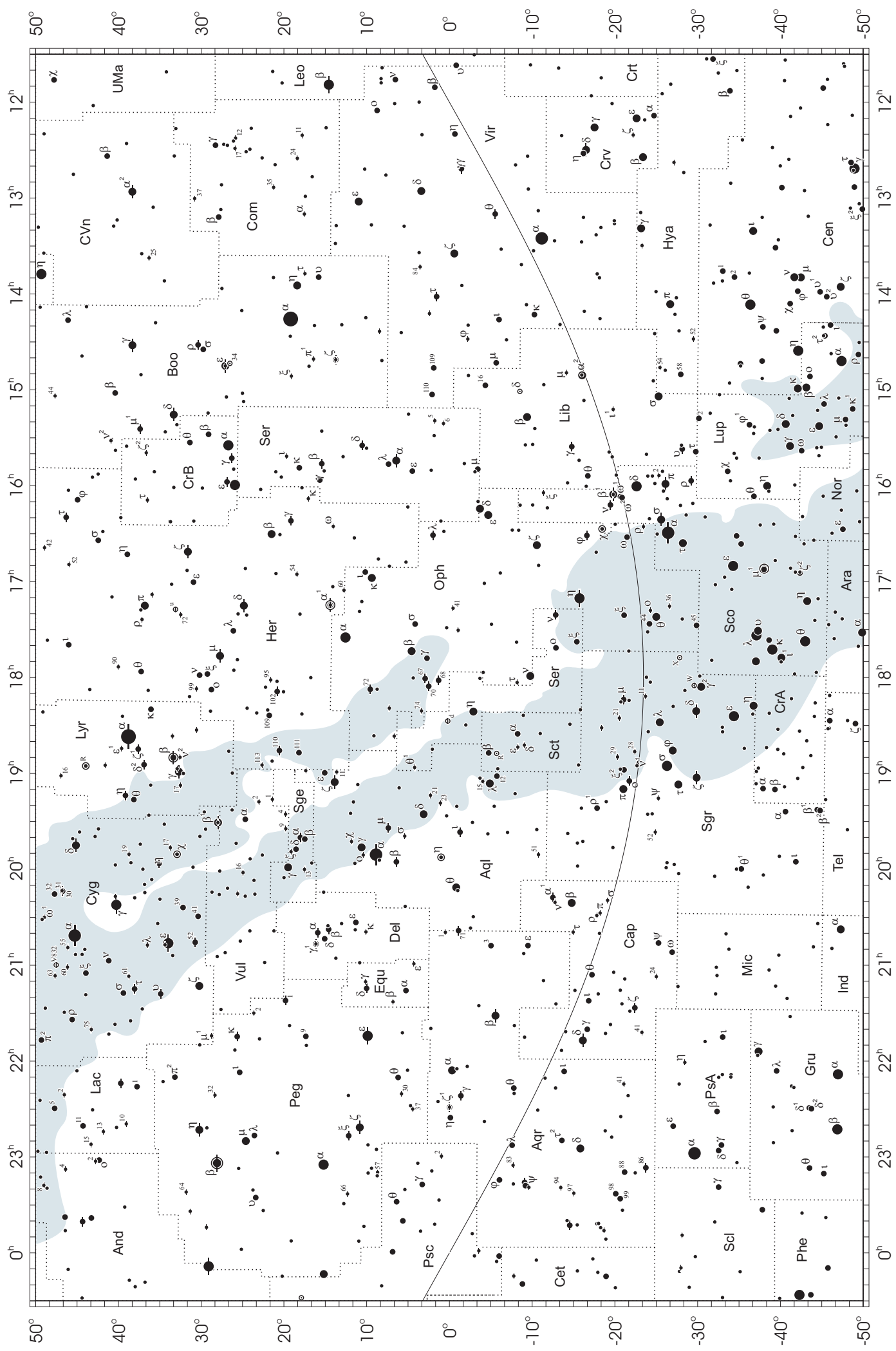
Mapa nieba

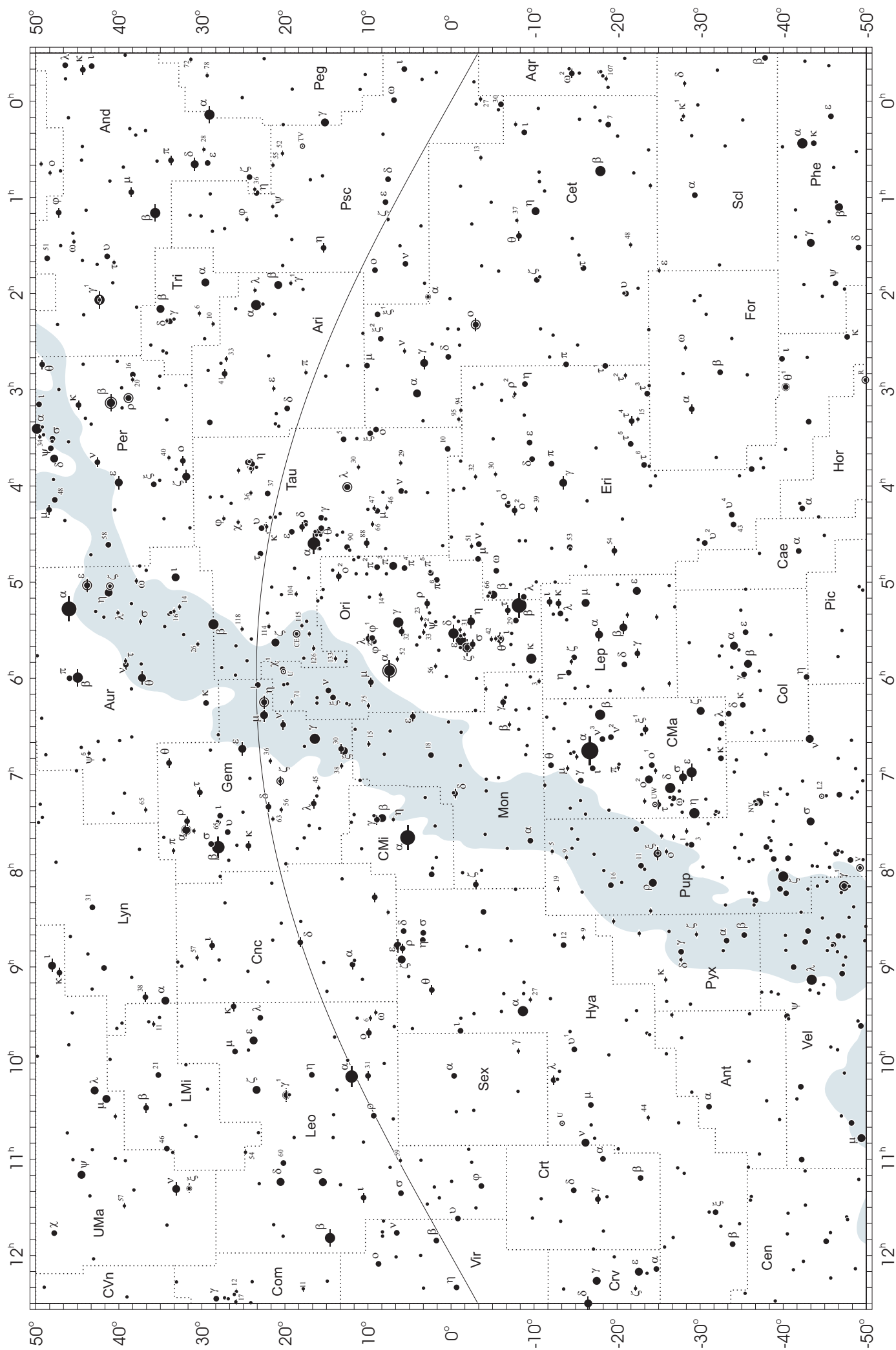
otoczenie bieguna południowego sfery niebieskiej



● 1 ● 2 ● 3 ● 4 ● 5

wielkości gwiazdowe





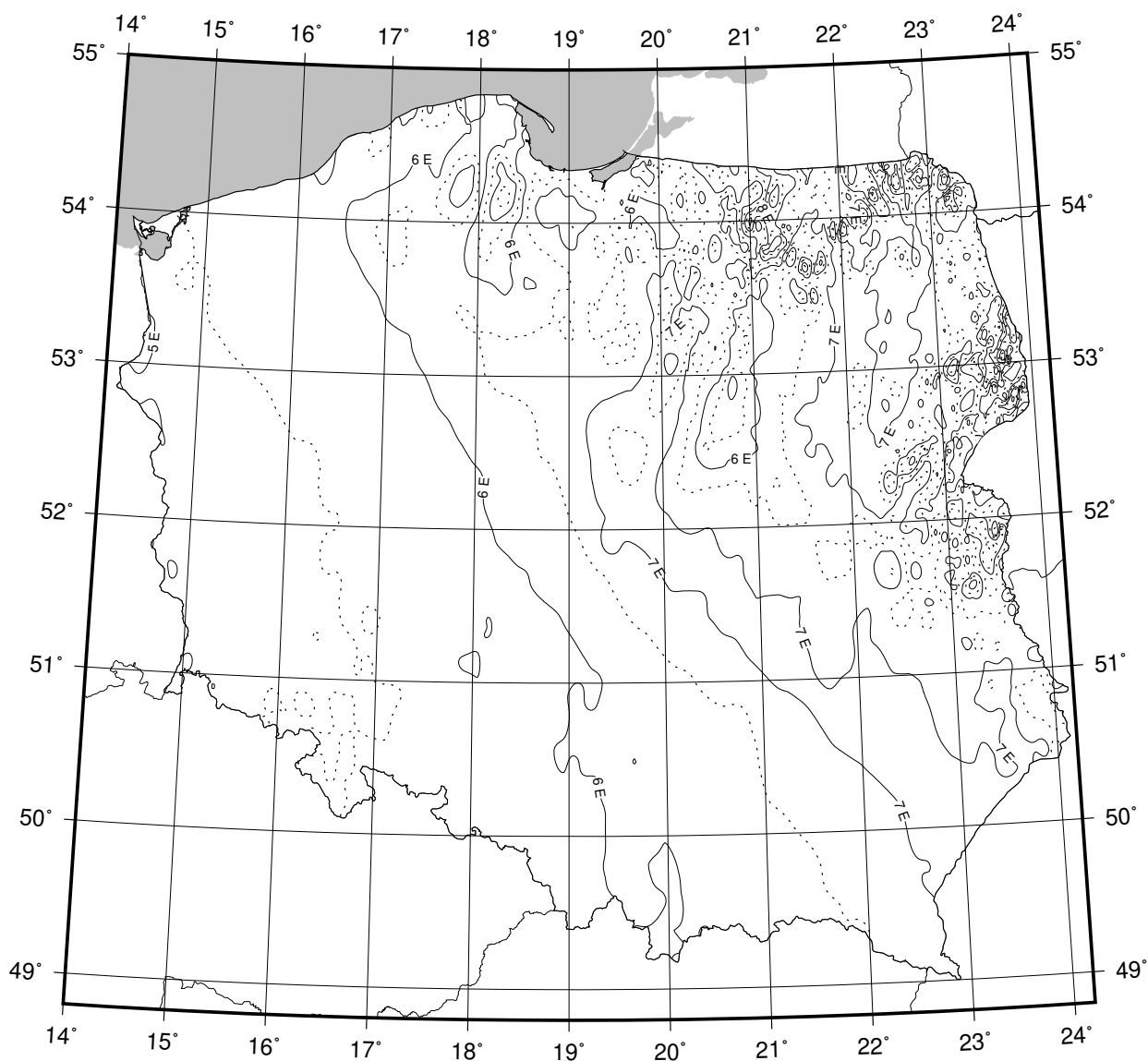
Sygnaly czasu

wybrane stacje nadawcze

Znak stacji	Położenie stacji	Szerokość i długość geogr.	Częstotliwość (kHz)	Godziny nadawania w czasie <i>UTC</i>	Skrócony opis sygnałów
BPM	Pucheng, Chiny	35°00'N 109°31'E	2500 5000 10000 15000	8 ^h 00 ^m – 9 ^h 30 ^m Przez całą dobę Przez całą dobę od 1 ^h 00 ^m – 8 ^h 30 ^m	Modulowany sygnał 1 kHz. Impulsy sekundowe (10 ms) i minutowe (300 ms). Sygnały zgodne z chińskim czasem urzędowym <i>UTC</i> + 8 h. Pomiędzy 0 – 10, 15 – 25, 30 – 40 i 45 – 50 minutą sygnały <i>UTC</i> . Pomiędzy 25 – 29 i 55 – 59 minutą sygnały <i>UT1</i>
CHU	Ottawa, Kanada	45°18'N 75°45'W	3330 7850 14670	Przez całą dobę	Impulsy sekundowe (300 okresów modulacji 1 kHz), 29 oraz od 51 do 59 każdej minuty opuszczone. Impulsy minutowe o długości 0.5 s, godzinne 1 s. Co minutę informacja głosowa. Poprawka <i>DUT1</i> kodowana
DCF77	Mainflingen, Niemcy	50°01'N 9°00'E	77.5	Przez całą dobę	Sygnały czasu zgodne z niemieckim czasem urzędowym <i>UTC</i> + 1 h lub <i>UTC</i> + 2 h. Redukcje do 1/4 amplitudy fali nośnej o czasie trwania 0.1 s lub 0.2 s (odpowiednio bit 0 lub 1) na początku każdej sekundy, za wyjątkiem 59. Kodowana (BCD) informacja o dacie, godzinie, minucie i sekundzie oraz czasie letnim
MIKES	Espoo, Finlandia	60°11'N 24°50'E	60	Przez całą dobę; sygnału czasu <i>UTC</i>	Modulacja sygnałów taka sama jak w DCF77
MSF	Anthorn, Wielka Brytania	54°54'N 3°16'W	60	Przez całą dobę z przerwą w drugi czwartek marca i grudnia 10 ^h – 14 ^h oraz czerwca i września 9 ^h – 13 ^h	Przerwy w fali nośnej o długości 100 ms co sekundę i 500 ms co minutę. Data, godzina, minuta i sekunda, poprawka <i>DUT1</i> oraz informacja o czasie letnim kodowana (BCD)
RBU	Moskwa, Rosja	56°44'N 37°40'E	200/3	Przez całą dobę	Sygnały DXXXW 0.1 s; data, godzina, minuta, sekunda, a także różnica <i>UTC</i> i czasu lokalnego oraz poprawka <i>DUT1</i> kodowana
RWM	Moskwa, Rosja	56°44'N 37°38'E	4996 9996 14996	Stacja działa jednocześnie na trzech częstotliwościach	Impulsy sekundowe typu A1X i A1N. A1X pomiędzy 10 i 20 oraz 40 i 50 minutą. A1N pomiędzy 20 a 30 minutą. Poprawka <i>DUT1</i> kodowana
TDF	Allouis, Francja	47°10'N 2°12'E	162	Przez całą dobę z wyjątkiem wtorków między 1 ^h 00 ^m a 5 ^h 00 ^m	Sygnały w modulacji fazowej, zgodne z francuskim czasem urzędowym. Kodowane informacje o czasie letnim oraz świętach państwowych
WWVH	Kauai, USA	21°59'N 159°46'W	2500 5000 10000 15000	Przez całą dobę	Impulsy sekundowe (6 okresów modulacji 1200 Hz), 29 i 59 sekunda opuszczona. Godziny i minuty oznaczone tonem 1500 Hz oraz 1200 Hz. Poprawka <i>DUT1</i> zakodowana (BCD)
YVTO	Caracas, Wenezuela	10°30'N 66°55'W	5000	Przez całą dobę	Modulowane impulsy sekundowe o czasie trwania 0.1 s. Minuta sygnalizowana dźwiękiem. Informacja głosowa

Opracowano na podstawie: *BIPM Annual Report on Time Activities, Vol.15, 2020.*

MAPA DEKLINACJI MAGNETYCZNEJ NA EPOKĘ 2023.5



Izogony poprowadzono co 30'

Zmiana roczna wynosi 8'

Przykład obliczania wartości deklinacji magnetycznej.

Dla punktu o współrzędnych $\varphi = 19^{\circ}00'$ i $\lambda = 53^{\circ}00'$
wartość deklinacji wschodniej na epokę 2023.5 wynosi

$$D_{2023.5} \approx 6^{\circ}42'$$

Obliczenie wartości deklinacji magnetycznej na epokę 2023.9

$$D_{2023.9} = D_{2023.5} + (\text{zmiana roczna} \times (2023.9 - 2023.5))$$

$$D_{2023.9} \approx 6^{\circ}45'$$

NIEKTÓRE STAŁE, DEFINICJE I WZORY ASTRONOMICZNE I GEODEZYJNE

System stałych astronomicznych i geodezyjnych oraz niektóre wzory podawane w kolejnych tomach Rocznika Astronomicznego (RA) oparte były na uchwałach podejmowanych przez Zgromadzenia Generalne (ZG) Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU) i Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (IUGG). Uchwały były zazwyczaj przygotowywane przez grupy robocze odpowiednich komisji tych unii, których zadaniem było opracowanie spójnego systemu stałych, najbardziej zbliżających teorię ruchu Ziemi i ciał niebieskich do wyników obserwacji astronomicznych. Rozwój metod i technik pozyskiwania danych wymuszał bowiem udoskonalanie teorii i rewizję poszczególnych stałych systemu. Wyrazem tego były stopniowo wprowadzane zmiany na mocy uchwał ZG IAU (Hamburg, 1964; Praga, 1967) oraz IUGG (Lucerna, 1967; Grenoble, 1975). Uchwałą XVI ZG IAU w Grenoble (1976) ustanowiono nowy, spójny i odpowiadający współcześnie używanym dokładnościom „System Stałych Astronomicznych IAU1976”. Kilka lat później, XVII ZG IUGG (Canberra, 1979) ustanowiło jako oficjalny „Geodezyjny System Odniesienia 1980” (GRS80). Na mocy kolejnych uchwał ZG IAU (Montreal, 1979; Patras, 1982) wprowadzono szereg poprawek i ustalono, że tak powstały system (stałe astronomiczne i model precesji IAU1976 oraz teoria nutacji IAU1980) ma obowiązywać w pracach astronomicznych począwszy od 1984 r.

W konfrontacji z osiągnięciami nowych technik obserwacyjnych system stałych astronomicznych IAU1976 wkrótce okazał się niedostatecznie dokładny i w 1991 roku ZG IAU w Buenos Aires ustanowiło nowy system, który na następnym ZG IAU (Haga, 1994) został zarekomendowany do powszechnego stosowania w obliczeniach astronomicznych¹⁾. Na tym samym Zgromadzeniu Generalnym, stwierdzając potrzebę poprawienia stałych nutacji i precesji, polecono Międzynarodowej Służbie Ruchu Obrotowego Ziemi (IERS) opracowanie w trybie pilnym modelu nutacji i precesji na okres przejściowy, lepiej pasującego do obserwacji uzyskiwanych technikami VLBI i LLR.

Powołane na wspomnianych wyżej Zgromadzeniach Generalnych grupy robocze do spraw stałych fundamentalnych, układów odniesienia i ruchu obrotowego Ziemi, w tym działające również na płaszczyźnie międzyunijnej (IAU i IUGG), w porozumieniu z IERS i zgodne z zaleceniami XXIII ZG IAU (Kyoto, 1997), kontynuowały prace nad poprawieniem spójności systemu stałych astronomicznych, definicją jednostek, wartościami stałych podstawowych i stałych pochodnych oraz ujednoliceniem stosowanych algorytmów. Wyniki tych prac, ukierunkowane na:

- utrzymywanie w stanie aktualności Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia *ICRS* w powiązaniu z układem odniesienia katalogu Hipparcos, jako podstawowej realizacji *ICRS* dla astrometrii optycznej,
 - powiązanie układu odniesienia Systemu Słonecznego z systemem *ICRS*,
 - śledzenie stanu oceanu światowego i rozszerzenie badań nad atmosferą, tak aby ich wpływ na nieregularność obrotu Ziemi mógł być modelowany poprawnie niż obecnie,
 - śledzenie zmian położenia środka ciężkości Ziemi,
 - poprawienie spójności wewnętrznej parametrów orientacji Ziemi oraz układów odniesienia ziemskiego i niebieskiego,
- były przedmiotem obrad ZG IUGG (Birmingham, 1999) i IAU (Manchester, 2000). Na XXIII ZG IAU (Kyoto, 1997) przyjęto nową obowiązującą definicję Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia (*ICRF*).

XXIV ZG IAU (Manchester, 2000) uściśliło definicje systemów odniesienia, Czasu Ziemskiego (*TT*), a także określenia wzajemnych relacji pomiędzy systemami. Zaleciło ono zastąpienie od 1 stycznia 2003 r. modelu precesji IAU1976 oraz teorii nutacji IAU1980 nowym modelem precesyjno–nutacyjnym IAU2000A²⁾. Ustalenia te zostały zaaprobowane przez XXIII ZG IUGG w Sapporo w 2003 r. Wprowadzenie nowego modelu precesyjno–nutacyjnego wiązało się z nowymi, spójnymi z nim, definicjami Pośredniego Bieguna Niebieskiego (*CIP*), który zastąpił Efemerydalny Biegun Niebieski (*CEP*) oraz definicjami Niebieskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego (*CEO*) i Ziemskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego (*TEO*) — przemianowanymi przez XXVI ZG IAU (Praga, 2006) odpowiednio na Niebieski Pośredni Punkt Początkowy (*CIO*) i Ziemski Pośredni Punkt Początkowy (*TIO*). Na tym samym zgromadzeniu przyjęto rezolucje ustalające orientacje osi *BCRS* i *GCRS*, uściślające definicję *TDB* oraz wprowadzające nowy model precesji P03, który od 1 stycznia 2009 r. zastąpił część precesyjną modelu precesyjno–nutacyjnego IAU2000. XXIV ZG IUGG (Perugia, 2007) zaaprobowало ustalenia ZG IAU z Pragi i dodatkowo wprowadziło Geocentryczny Ziemski System Odniesienia *GTRS*, który został zdefiniowany w zgodności z Rezolucją B1.3 ZG IAU w 2000 r. oraz uzupełniło definicję Międzynarodowego Ziemskiego Systemu Odniesienia *ITRS* jako szczególnego Geocentrycznego Ziemskiego Systemu Odniesienia *GTRS*, którego orientacja jest operacyjnie utrzymywana w ciągłości z poprzednimi uzgodnieniami międzynarodowymi (orientacja BIH). Na mocy Rezolucji B3 XXVII ZG IAU w Rio de Janeiro w 2009 r. druga realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia *ICRF2* zastąpiła od 1 stycznia 2010 r. *ICRF* jako fundamentalna astrometryczna realizacja *ICRS*. To samo zgromadzenie w Rezolucji B2 określiło nowe stałe astronomiczne IAU2009 oraz strategię ich uaktualniania. W 2011 roku *ICRF2* został również przyjęty przez XXV ZG IUGG (Melbourne, Rezolucja 3). Na mocy Rezolucji B2 XXVIII ZG IAU (Pekin, 2012) wprowadzono nową definicję długości jednostki astronomicznej nadając jej oznaczenie *au*. Jednostkę astronomiczną uznano za pomocniczą stałą definiującą natomiast stałą grawitacyjną Gaussa *k* usunięto ze stałych astronomicznych.

¹⁾ Szczegółowy opis tego systemu, zmiany definicji oraz wartości numerycznych stałych astronomicznych zostały przedstawione na stronach 136 ÷ 144 Rocznika Astronomicznego na 1992 rok.

²⁾ Dokładny opis ustaleń XXIV ZG IAU przedstawiono na stronach 214 ÷ 221 Rocznika Astronomicznego na 2004 rok.

XXIX ZG IAU (Honolulu, 2015) zaleciło w Rezolucji B3 stosowanie nominalnych stałych konwersji dla wybranych własności słonecznych i planetarnych. Na kolejnym XXX ZG IAU (Wiedeń, 2018) podjęto istotne decyzje w sprawie definicji i realizacji ziemskiego i niebieskiego układu odniesienia. W Rezolucji B1 zalecono przyjęcie *ITRS* jako preferowanego *GTRS* w zastosowaniach naukowych i technicznych. W Rezolucji B2 przyjęto zaś trzecią realizację Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia *ICRF3*, która obowiązuje od 1 stycznia 2019 roku.

Ośrodki zrzeszone w uniach IAU i IUGG są także zachęcane do prowadzenia badań pionowych i poziomych ruchów skorupy ziemskiej, do prac nad łącznym opracowywaniem obserwacji uzyskiwanych za pomocą różnych technik pomiarowych i do ściślejszej współpracy z grupami roboczymi tych unii. Do upowszechniania przyjętych standardów (konwencji) zobowiązano IERS³⁾.

Zasadnicze różnice w definicjach systemów odniesienia

Systemy używane do 1991 roku	Systemy obowiązujące od 2003 roku
1. Ogólne	
podstawy teoretyczne: mechanika newtonowska (z poprawkami relatywistycznymi)	podstawy teoretyczne: mechanika relatywistyczna
zapewnienie dokładności na poziomie milisekundy łuku (<i>mas</i>)	zapewnienie dokładności na poziomie mikrosekundy łuku (<i>μas</i>)
2. Systemy niebieskie	
system odniesienia: FK5	system odniesienia: ICRS – BCRS — dla Układu Słonecznego – GCRS — dla powiązania z ziemskim systemem odniesienia i monitorowania EOP
FK5 — dynamiczny układ odniesienia (określony na podstawie rozwiązania planetarnych równań ruchu i zdefiniowany poprzez pozycje jasnych gwiazd)	ICRF — kinematyczny układ odniesienia (zdefiniowany poprzez pozycje obiektów pozagalaktycznych)
FK5 — nieustalone położenie względem układu inercjalnego — określane na epokę katalogu.	ICRF — kinematycznie ustalone położenie względem układu inercjalnego (ruchy własne obiektów pozagalaktycznych — uznane za zanedbywalnie małe)
kierunki osi odniesione do określonych na epokę: bieguna FK5 (definiującego płaszczyznę równika) i kierunku równonocy wiosennej (wyznaczonego przez przecięcie płaszczyzn równika i ekliptyki)	kierunki osi odniesione do ustalonych: bieguna ICRF (niemal pokrywający się z CEP FK5 na epokę J2000.0) i początku liczenia rektascensji w ICRS (niemal pokrywający się z kierunkiem równonocy wiosennej FK5 na epokę J2000.0)
3. System pośredni	
kierunki osi pośredniego systemu niebieskiego odniesione do CEP (definiującego płaszczyznę prawdziwego równika) i kierunku równonocy wiosennej (wyznaczonego przez przecięcie płaszczyzn prawdziwego równika i ekliptyki)	kierunki osi pośredniego systemu niebieskiego określone przez CIP (niemal pokrywający się z CEP FK5 na epokę J2000.0) i CIO (niemal pokrywający się z kierunkiem równonocy wiosennej FK5 na epokę J2000.0) — w latach 2003–2006 pod nazwą CEO
kierunek osi <i>x</i> pośredniego systemu ziemskiego określony przez przecięcie płaszczyzny chwilowego południka Greenwich z równikiem CEP	kierunek osi <i>x</i> pośredniego systemu ziemskiego określony przez TIO (przecięcie chwilowego południka zerowego <i>ITRS</i> z równikiem <i>CIP</i>) — w latach 2003–2006 pod nazwą TEO
relacja pomiędzy niebieskim i ziemskim pośrednim systemem odniesienia wyrażona w funkcji prawdziwego czasu gwiazdowego Greenwich (GST)	relacja pomiędzy niebieskim i ziemskim pośrednim systemem odniesienia wyrażona w funkcji Kąta Obrotu Ziemi (ERA)
4. System ziemski	
kierunki osi systemu <i>CTS</i> określone przez CIO* i zerowy południk BIH	kierunki osi systemu <i>ITRS</i> określone przez biegun IERS ITRS oraz zerowy południk ITRS

³⁾ Dane szczegółowe na temat ewolucji systemu stałych astronomicznych można uzyskać m.in. na stronach internetowych IAU (<https://www.iau.org>) oraz IERS (<https://www.iers.org>).

Jednostki astronomiczne

- Jednostkami długości, masy i czasu są jednostki międzynarodowego systemu jednostek (SI), mianowicie: metr (m), kilogram (kg) i sekunda (s).
- Astronomiczną jednostką czasu jest doba (d). Jest to interwał czasu wynoszący 86 400 sekund SI. Przez stulecie juliańskie (JC — Julian Century) jest rozumiany interwał czasu wynoszący 36 525 dób.
- Astronomiczną jednostką masy jest masa Słońca (M_S).
- Astronomiczną jednostką długości, opartą na średniej odległości Ziemia—Słońce, jest długość (au) wynosząca dokładnie 149 597 870 700 m .

System stałych astronomicznych IAU2009

Stałe definiujące

Naturalne stałe definiujące

Prędkość światła w próżni $c = 299\,792\,458\,ms^{-1}$

Pomocnicze stałe definiujące

Współczynnik zmiany skali czasu od TT do TCG	$L_G = 6.969\,290\,134 \times 10^{-10}$
Współczynnik zmiany skali czasu od TCB do TDB	$L_B = 1.550\,519\,768 \times 10^{-8}$
Stała początkowa przy przejściu od TCB do TDB	$TDB_0 = -6.55 \times 10^{-5}\,s$
Astronomiczna jednostka długości	$au = 1.495\,978\,707\,00 \times 10^{11}\,m$
Kąt Obrotu Ziemi w epoce J2000.0	$\theta_0 = 0.779\,057\,273\,264\,0 \times 2\pi\,rad$
Tempo zmian Kąta Obrotu Ziemi	$d\theta/dt = 1.002\,737\,811\,911\,354\,48 \times 2\pi\,rad \cdot doba_{UT1}^{-1}$

Stałe nominalne

Nominalny promień Słońca	$\mathcal{R}_{\odot}^N = 6.957 \times 10^8\,m$
Nominalny parametr masy Słońca	$(\mathcal{GM})_{\odot}^N = 1.327\,124\,4 \times 10^{20}\,m^3s^{-2}$
Nominalny promień równikowy Ziemi	$\mathcal{R}_{eE}^N = 6.3781 \times 10^6\,m$
Nominalny promień biegunowy Ziemi	$\mathcal{R}_{pE}^N = 6.3568 \times 10^6\,m$
Nominalny promień równikowy Jowisza	$\mathcal{R}_{eJ}^N = 7.1492 \times 10^7\,m$
Nominalny promień biegunowy Jowisza	$\mathcal{R}_{pJ}^N = 6.6854 \times 10^7\,m$
Nominalny parametr masy Ziemi	$(\mathcal{GM})_E^N = 3.986\,004 \times 10^{14}\,m^3s^{-2}$
Nominalny parametr masy Jowisza	$(\mathcal{GM})_J^N = 1.266\,865\,3 \times 10^{17}\,m^3s^{-2}$

Najlepsze współczesne oszacowania

Naturalne stałe mierzone

Stała grawitacyjna $G = 6.674\,28 \times 10^{-11} \pm 6.7 \times 10^{-15}\,m^3kg^{-1}s^{-2}$

Inne stałe

Współczynnik zmiany skali czasu od TCG do TCB $L_C = 1.480\,826\,867\,41 \times 10^{-8} \pm 2 \times 10^{-17}$

Stale ciała Systemu Słonecznego

Parametr masy Słońca	
zgodny z TCB	$GM_S = 1.327\,124\,420\,99 \times 10^{20} \pm 1 \times 10^{10}\,m^3s^{-2}$
zgodny z TDB	$GM_S = 1.327\,124\,400\,41 \times 10^{20} \pm 1 \times 10^{10}\,m^3s^{-2}$
Równikowy promień Ziemi ⁴⁾	$a_E = 6.378\,136\,6 \times 10^6 \pm 1 \times 10^{-1}\,m$
Współczynnik dynamiczny figury Ziemi ⁴⁾	$J_2 = 1.082\,635\,9 \times 10^{-3} \pm 1 \times 10^{-10}$
Zmiana wiekowa współczynnika J_2	$dJ_2/dt = -3.0 \times 10^{-9} \pm 6 \times 10^{-10}\,stulecie^{-1}$
Geocentryczna stała grawitacyjna ⁴⁾	
zgodna z TCB	$GM_E = 3.986\,004\,418 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\,m^3s^{-2}$
zgodna z TT	$GM_E = 3.986\,004\,415 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\,m^3s^{-2}$
zgodna z TDB	$GM_E = 3.986\,004\,356 \times 10^{14} \pm 8 \times 10^5\,m^3s^{-2}$
Potencjał siły ciężkości na geoidzie ⁴⁾	$W_0 = 6.263\,685\,60 \times 10^7 \pm 5 \times 10^{-1}\,m^2s^{-2}$
Prędkość kątowna Ziemi ⁴⁾	$\omega = 7.292\,115 \times 10^{-5}\,rad\,s^{-1}$

⁴⁾ Por. z inną, przyjętą przez IUGG wartością wg GRS80.

Stosunek masy Księżyca do masy Ziemi	$M_M/M_E = 1.230\,003\,71 \times 10^{-2} \pm 4 \times 10^{-10}$
Stosunek masy Słońca do masy Merkurego	$M_S/M_{Me} = 6.023\,6 \times 10^6 \pm 3 \times 10^2$
Stosunek masy Słońca do masy Wenus	$M_S/M_V = 4.085\,237\,19 \times 10^5 \pm 8 \times 10^{-3}$
Stosunek masy Słońca do masy Marsa	$M_S/M_{Ma} = 3.098\,703\,59 \times 10^6 \pm 2 \times 10^{-2}$
Stosunek masy Słońca do masy Jowisza	$M_S/M_J = 1.047\,348\,644 \times 10^3 \pm 1.7 \times 10^{-5}$
Stosunek masy Słońca do masy Saturna	$M_S/M_{Sa} = 3.497\,901\,8 \times 10^3 \pm 1 \times 10^{-4}$
Stosunek masy Słońca do masy Urana	$M_S/M_U = 2.290\,298 \times 10^4 \pm 3 \times 10^{-2}$
Stosunek masy Słońca do masy Neptuna	$M_S/M_N = 1.941\,226 \times 10^4 \pm 3 \times 10^{-2}$
Stosunek masy Słońca do masy Plutona	$M_S/M_P = 1.365\,66 \times 10^8 \pm 2.8 \times 10^4$
Stosunek masy Słońca do masy Eris	$M_S/M_{Eris} = 1.191 \times 10^8 \pm 1.4 \times 10^6$
Stosunek masy Ceres do masy Słońca	$M_{Ceres}/M_S = 4.72 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-12}$
Stosunek masy Pallas do masy Słońca	$M_{Pallas}/M_S = 1.03 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-12}$
Stosunek masy Vesta do masy Słońca	$M_{Vesta}/M_S = 1.35 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-12}$
Nachylenie ekliptyki do równika w epoce J2000.0	$\varepsilon = 8.438\,140\,6 \times 10^4 \pm 1 \times 10^{-3}$

Wielkości uzupełniające i dodatkowe

Stała grawitacyjna Gaussa ($k = \sqrt{G}$)	$k = 0.017\,202\,098\,95\, au^{3/2} M_\odot^{-1/2} d^{-1}$
Czas pokonywania przez światło astronomicznej jednostki długości	$\tau_{au} = 499.004\,783\,806\,1\, s$
Precesja ogólna w długości w epoce J2000.0 na stulecie juliańskie	$p = 5028.796195$
Stała nutacji w epoce J2000.0	$N = 9.2025$
Stała aberracji rocznej dla epoki J2000.0	$K = 20.49552$
Paralaksa Słońca ($\pi_S = a_E/au$)	$\pi_S = 8.794\,148$
Splaszczanie Ziemi ⁴⁾	$f = 1/298.256\,42$
Współczynnik dynamiczny Słońca	$J_{2S} = 2 \times 10^{-7}$
Masa Słońca ($M_S = GM_S \cdot G^{-1}$)	$M_S = 1.98842 \times 10^{30}\, kg$
Stosunek masy Słońca do masy Ziemi ($M_S/M_E = GM_S(GM_E)^{-1}$)	$M_S/M_E = 332\,946.04$
Stosunek masy Słońca do masy układu Ziemia—Księżyc	
$M_S/(M_E + M_M) = GM_S/(GM_E + M_M/M_E \cdot GM_E)$	$M_S/(M_E + M_M) = 328\,901$

Stałe astronomiczne zamieszczone w niniejszym Roczniku zostały zaczerpnięte z uaktualnionej jesienią 2012 r. strony internetowej (http://maia.usno.navy.mil/NSFA/NSFA_cbe.html) Grupy Roboczej „Standardy Numeryczne Astronomii Fundamentalnej”. Są to wartości obowiązujące obecnie przy obliczeniach wymagających największej precyzji. Wartości stałych nominalnych zostały zaczerpnięte bezpośrednio z wprowadzającej je Rezolucji B3, ZG IAU, (Honolulu, 2015). Dodatkowo zamieszczono uzupełniającą listę stałych i wielkości pomocniczych — niektóre odniesione do poprzednio obowiązujących systemów. Mogą one być stosowane w obliczeniach nie wymagających najwyższych dokładności.

Stałe Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (IUGG) (dotyczące figury Ziemi GRS80)

Stałe definiujące (dokładnie)

Równikowy promień Ziemi	$a_e = 6\,378\,137\text{ m}$
Geocentryczna stała grawitacyjna	$GM = 3.986\,005 \times 10^{14}\text{ m}^3\text{s}^{-2}$
Współczynnik dynamiczny figury Ziemi	$J_2 = 1.082\,63 \times 10^{-3}$
Prędkość kątowna obrotu Ziemi	$\omega = 7.292\,115 \times 10^{-5}\text{ rad s}^{-1}$

Stałe pochodne

Splaszczanie Ziemi	$f = 1/298.257\,222\,101$
Przyspieszenie normalne siły ciężkości na równiku	$\gamma_e = 9.780\,326\,771\,5\text{ ms}^{-2}$
Przyspieszenie normalne siły ciężkości na biegunie	$\gamma_p = 9.832\,186\,368\,5\text{ ms}^{-2}$
Normalny potencjał siły ciężkości na elipsoidzie (potencjał siły ciężkości na geoidzie $W_0 = U_0$)	$U_0 = 6\,263\,686.085\,0 \times 10\text{ m}^2\text{s}^{-2}$
Geopotencjalny współczynnik skali ($R_0 = GM/W_0$)	$R_0 = 6\,363\,672.461\text{ m}$
Współczynniki harmoniczne rozwinięcia potencjału siły ciężkości	$J_4 = -2.370\,912\,22 \times 10^{-6}$
Ziemi w szereg funkcji kulistych	$J_6 = 0.006\,083\,47 \times 10^{-6}$
	$J_8 = 0.000\,014\,27 \times 10^{-6}$

Geodezyjne elipsoidy odniesienia

Nazwa elipsoidy	$a\text{ [m]}$	$b\text{ [m]}$	f^{-1}	f	e^2
Bessel (1841)	6 377 397	6 356 079	299.15	0.003 342 8	0.006 674 4
Clarke (1880)	6 378 249	6 356 515	293.47	0.003 407 5	0.006 803 4
Hayford (1909) International (1924)	6 378 388	6 356 912	297.0	0.003 367	0.006 723
Krasovski (1940)	6 378 245	6 356 863	298.3	0.003 352	0.006 693
SAO III (1966)	6 378 165	6 356 780	298.25	0.003 352 9	0.006 694 5
GRS67	6 378 160.0	6 356 774.5	298.247	0.003 352 92	0.006 694 61
WGS72	6 378 135	6 356 751	298.26	0.003 352 8	0.006 694 3
IAU1976	6 378 140.0	6 356 755.3	298.257	0.003 352 81	0.006 694 38
GRS80	6 378 137.0000	6 356 752.3141	298.257 222 101	0.003 352 810 681 18	0.006 694 380 022 90
WGS84	6 378 137.0000	6 356 752.3142	298.257 223 563	0.003 352 810 664 75	0.006 694 379 990 15

Niektóre wzory modelu precesji IAU1976 (T liczone jest w stuleciach juliańskich od epoki J2000.0)

Precesja w rektascensji na stulecie juliańskie

$$m = 4\,612''.436\,2 + 2''.793\,12\,T - 0''.000\,278\,T^2 \quad (1)$$

Precesja w deklinacji na stulecie juliańskie

$$n = 2\,004''.310\,9 - 0''.853\,30\,T - 0''.000\,217\,T^2 \quad (2)$$

Średnie nachylenie ekliptyki

$$\varepsilon = 84\,381''.448 - 46''.8150\,T - 0''.00059\,T^2 + 0''.001813\,T^3 \quad (3)$$

Poprawka punktu równonocy przy przejściu z systemu FK4 do FK5⁵⁾

$$E = 0''.0775 + 0''.085\,T \quad (4)$$

Niektóre wzory modelu precesyjno–nutacyjnego IAU2006 (T liczone jest w stuleciach juliańskich od epoki J2000.0)

Precesja — kąty Eulera

$$\zeta_A = -2\,306''.083\,227\,T - 0''.298\,849\,9\,T^2 - 0''.018\,018\,28\,T^3 + 0''.000\,005\,971\,T^4 + 0''.000\,000\,317\,3\,T^5 \quad (5)$$

$$\theta_A = 2\,004''.191\,903\,T - 0''.429\,493\,4\,T^2 - 0''.041\,822\,64\,T^3 - 0''.000\,007\,089\,T^4 - 0''.000\,000\,127\,4\,T^5 \quad (6)$$

$$z_A = -2\,306''.077\,181\,T - 1''.092\,734\,8\,T^2 - 0''.018\,268\,37\,T^3 + 0''.000\,028\,596\,T^4 + 0''.000\,000\,290\,4\,T^5 \quad (7)$$

Precesja w długości ($\dot{p}_A \equiv p$)

$$p_A = 5\,028''.796\,195\,T + 1''.105\,434\,8\,T^2 + 0''.000\,079\,64\,T^3 - 0''.000\,023\,857\,T^4 + 0''.000\,000\,038\,3\,T^5 \quad (8)$$

Precesja księżycowo–słoneczna ($\dot{\psi}_A \equiv p_1$)

$$\psi_A = 5\,038''.481\,507\,T - 1''.079\,006\,9\,T^2 - 0''.001\,140\,45\,T^3 + 0''.000\,132\,851\,T^4 - 0''.000\,000\,095\,1\,T^5 \quad (9)$$

Precesja planetarna ($\dot{\chi}_A \equiv p_2$)

$$\chi_A = 10''.556\,403\,T - 2''.381\,429\,2\,T^2 - 0''.001\,211\,97\,T^3 + 0''.000\,170\,663\,T^4 - 0''.000\,000\,056\,0\,T^5 \quad (10)$$

Precesja w rektascensji na stulecie juliańskie ($m = \dot{\zeta}_A + \dot{z}_A$)

$$m = 4\,612''.160\,408 + 2''.783\,169\,4\,T + 0''.108\,859\,950\,T^2 - 0''.000\,138\,268\,T^3 - 0''.000\,003\,038\,5\,T^4 \quad (11)$$

Precesja w deklinacji na stulecie juliańskie ($n = \dot{\theta}_A$)

$$n = 2\,004''.191\,903 - 0''.858\,986\,8\,T - 0''.125\,467\,92\,T^2 - 0''.000\,028\,356\,T^3 - 0''.000\,000\,637\,T^4 \quad (12)$$

Średnie nachylenie Ekliptyki

$$\varepsilon_A = 84\,381''.406 - 46''.836\,769\,t - 0''.000\,183\,1\,T^2 + 0''.002\,003\,40\,T^3 - 0''.000\,000\,576\,T^4 - 0''.000\,000\,043\,4\,T^5 \quad (13)$$

Wzory na zamianę jednostek czasu gwiazdowego średniego i średniego czasu słonecznego

$$\frac{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}}{\text{interwał czasu słonecznego średniego}} = 1.002\,737\,909\,350\,795 + 5.9006 \times 10^{-11}\,T - 5.9 \times 10^{-15}\,T^2$$

$$\frac{\text{interwał czasu słonecznego średniego}}{\text{interwał czasu gwiazdowego średniego}} = 0.997\,269\,566\,329\,084 - 5.8684 \times 10^{-11}\,T + 5.9 \times 10^{-15}\,T^2 \quad (14)$$

Do przeliczenia interwałów czasu wyrażonego w jednostkach czasu średniego słonecznego na interwały czasu wyrażonego w jednostkach czasu średniego gwiazdowego oraz do zamiany w stronę przeciwną wykorzystuje się w praktyce zależność, że liczba dób gwiazdowych w roku zwrotnikowym jest dokładnie o jedną większa od liczby dób słonecznych

$$\begin{aligned} \text{rok zwrotnikowy} &= 366.242\,198\,797 \text{ średnich dób gwiazdowych} \\ &= 365.242\,198\,797 \text{ średnich dób słonecznych} \end{aligned}$$

Relację pomiędzy jednostką czasu słonecznego i jednostką czasu gwiazdowego wyraża współczynnik proporcjonalności

$$1 + \mu = \frac{366.242\,198\,797}{365.242\,198\,797} = 1.002\,737\,909\,3 \quad (15)$$

stąd

$$[\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. gw.}} = (1 + \mu) \times [\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. sł.}} \quad (16)$$

Podobnie dla przejścia od jednostek czasu gwiazdowego do jednostek czasu słonecznego

$$[\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. sł.}} = 1/(1 + \mu) \times [\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. gw.}}$$

lub

$$[\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. sł.}} = (1 - \mu') \times [\text{interwał czasu}]_{\text{śr. cz. gw.}} \quad (17)$$

gdzie $\mu' = 0.002\,730\,433\,6$

⁵⁾ Aby otrzymać rektascensję w systemie FK5, poprawkę należy dodać do rektascensji wyrażonej w systemie FK4.

OBJAŚNIENIA

CZĘŚĆ OGÓLNA

W ostatnich kilku dziesięcioleciach zaszły ważne zmiany w poznaniu ruchu obrotowego Ziemi — nastąpił ogromny postęp w zakresie osiąganych precyzji i rozdzielczości czasowych obserwacji, jak również w strategiach i technologii ich opracowywania. Istotną zmianą jest także fakt, że począwszy od 1980 roku ruch bieguna jest monitorowany w sposób ciągły przy użyciu VLBI i dostarczane są aktualne pozycje bieguna w odniesieniu do układu niebieskiego. Używanie układu odniesienia opartego na równiku niebieskim (określonym przez średnią w sensie ruchów bieguna oś obrotu Ziemi) oraz punkcie początkowym zdefiniowanym położeniem ekliptyki (punkt średniej równonocy wiosennej) stawało się coraz trudniejsze, a nawet prowadziło do degradacji precyzji osiąganey w obserwacjach astronomicznych, szczególnie, że istniało kilka realizacji punktu równonocy: dynamiczne i katalogowe. Dodatkowo konstrukcja katalogów nie zapewniała całkowitej eliminacji obrotu definiowanych przez nie układów odniesienia. W ślad za postępem w dziedzinie obserwacji, w latach 1990–1999 nastąpiła również ogromna poprawa w modelowaniu teoretycznym, osiągającym dokładności na poziomie μas .

1. SYSTEMY ODNIESIENIA

XXI Zgromadzenie Generalne IAU (Buenos Aires, 1991) przyjęło w Rezolucji A4 pakiet 9 spójnych Rekomendacji specyfikujących nowe niebieskie systemy odniesienia w czterowymiarowej czasoprzestrzeni i związane z nimi skale czasu z uwzględnieniem ogólnej teorii względności. W Rekomendacji 1 zaleciło ono zdefiniowanie w ramach ogólnej teorii względności kilku układów współrzędnych $(x^0 = ct, x^1, x^2, x^3)$ w czasoprzestrzeni w taki sposób, aby w każdym układzie współrzędnych o początku w barycentrum dowolnego zbioru mas, kwadrat interwału ds między zdarzeniami, był wyrażony co najmniej ze stopniem przybliżenia podanym według wzoru:

$$ds^2 = -c^2 d\tau^2 = -(1 - 2U/c^2)(dx^0)^2 + (1 + 2U/c^2)[(dx^1)^2 + (dx^2)^2 + (dx^3)^2] \quad (18)$$

gdzie t jest współrzędną czasową (czasem współrzędnych⁶⁾), τ jest czasem własnym (nazywanym również czasem prawdziwym) danego punktu w przestrzeni (czas pomiędzy dwoma zdarzeniami występującymi w tym samym punkcie przestrzeni), a U jest sumą potencjału grawitacyjnego tego układu mas oraz, generowanego przez ciała zewnętrzne względem układu, potencjału pływowego zanikającego w barycentrum. Interwał ds z formalnego punktu widzenia może być traktowany jako odległość dwóch punktów w abstrakcyjnej czterowymiarowej przestrzeni z wprowadzoną przez Minkowskiego geometrią pseudo-euklidesową. W Rekomendacji 2 zasygnalizowana została potrzeba zdefiniowania barycentrycznego systemu współrzędnych o początku w środku mas Układu Słonecznego z czasem współrzędnych barycentrycznych TCB (Rekom. 3) oraz geocentrycznego systemu odniesienia o początku w środku mas Ziemi z czasem współrzędnych geocentrycznych TCG (Rekom. 3). Jednocześnie zalecono aby te systemy nie podlegały obrotom względem zbioru odległych obiektów pozagalaktycznych, aby współrzędne czasowe tych systemów były wyprowadzone ze skali czasu realizowanej przez działające na Ziemi zegary atomowe oraz aby jednostkami fizycznymi w tych systemach były jednostki SI. Sformułowano również czterowymiarową transformację pomiędzy TCB i TCG . Za czas odniesienia dla pozornych, geocentrycznych efemeryd przyjęto czas ziemski TT oraz określono relację między TCG i TT (Rekom. 4). Dodatkowo w Rekomendacji 7 zalecono aby nowy, barycentryczny system odniesienia był możliwie bliski równikowi i punktowi równonocy wiosennej systemu FK5 odniesionym do epoki J2000.0, tj. aby podstawowa płaszczyzna tego systemu (płaszczyzna xy odpowiadająca płaszczyźnie równika niebieskiego w katalogowych systemach odniesienia) znalazła się możliwie blisko płaszczyzny średniego równika na epokę J2000.0, zaś punkt początkowy liczenia rektascensji CEO (odpowiednik punktu równonocy wiosennej w katalogowych układach odniesienia, czyli kierunek osi x) znalazł się możliwie blisko dynamicznej równonocy wiosennej na epokę J2000.0. W tej samej rezolucji podkreślono, że utworzony system ma być dostępny dla astrometrii w zakresie fal radiowych i widma widzialnego.

⁶⁾ Czas współrzędnych nie jest mierzalny.

Międzynarodowy Niebieski System Odniesienia (ICRS) zdefiniowany oraz przyjęty w Rezolucji B2 XXIII Zgromadzenia Generalnego IAU (Kyoto, 1997) („The extragalactic reference system of the International Earth Rotation Service (ICRS)”, Arias E.F. et al., A&A 303, 604 (1995)) jest od 1 stycznia 1998 roku obowiązującym niebieskim systemem odniesienia. Kinematyczną realizacją *ICRS* przeznaczoną do zastosowań praktycznych jest **Międzynarodowy Niebieski Układ Odniesienia (ICRF)**. Ta sama rezolucja zatwierdziła **katalog Hipparcos** jako podstawową realizację *ICRS* w zakresie widma optycznego. Uchwalona trzy lata później przez XXIV Zgromadzenie Generalne IAU Rezolucja B1.3 (Manchester, 2000) określa ponadto definicję *ICRS* dopasowaną do wyższych wymagań dokładnościowych oraz do współczesnego formalizmu ogólnej teorii względności, wprowadzając **Barycentryczny Niebieski System Odniesienia (BCRS)** oraz **Geocentryczny Niebieski System Odniesienia (GCRS)**, a także transformację między tymi systemami. Na mocy Rezolucji B3 XXXI ZG IAU (Busan, 2022) od 1 stycznia 2022 r. realizacją *ICRS* w zakresie widma optycznego został układ **Gaia-CRF3**.

ICRS jest systemem kinematycznym, ponieważ jest zdefiniowany poprzez pozycje odległych obiektów pozagalaktycznych; dodatkowo ruchy własne tych obiektów są znacznie mniejsze niżeli dokładność obserwacji tych obiektów. W systemie *ICRS*, kierunki do obiektów w odległych galaktykach nie podlegają globalnemu obrotowi względem tych obiektów. Zgodnie z definicją jest on czasoprzestrzennym systemem niezależnym od położenia osi obrotu Ziemi, a także od położenia osi ekliptyki. Czasoprzestrzeń w *ICRS* jest określona geometrycznie za pomocą tensora metrycznego (oddzielnie dla *BCRS* i dla *GCRS*) w ujęciu ogólnej teorii względności. Zgodnie z Rezolucją 2 XXVI Zgromadzenia Generalnego IAU (Praga, 2006) dla wszystkich praktycznych zastosowań przyjmuje się orientację *BCRS* zgodnie z orientacją osi *ICRS*. Orientacja *GCRS* jest wyznaczana z orientacji *BCRS* zorientowanej względem *ICRS*. Osie tych systemów spełniają kinematyczny warunek zerowego wzajemnego obrotu. Oba systemy mają też różne czasy współrzędnych: *TCB* i *TCG*. Odpowiadające sobie osie systemów *BCRS* i *GCRS* są wzajemnie powiązane współczynnikiem skali. Ponadto *BCRS* jest z założenia systemem kinematycznie ustalonym. Nie jest on odniesiony do epoki, która byłaby związana z pozycją osi systemu jak to ma miejsce w przypadku systemu katalogowego, np. FK5. Pozycje w systemie *ICRS* odgrywają rolę stosowanych dotychczas średnich pozycji katalogowych odniesionych do średniego równika i średniej równonocy wiosennej na standardową epokę, lecz w ich wypadku epoka we wspomnianym sensie nie ma zastosowania. Zmienność pozycji w systemie *ICRS* spowodowana jest wyłącznie ruchem własnym gwiazd z uwzględnieniem prędkości radialnej. Orientacja geocentrycznego systemu niebieskiego *GCRS* używanego do transformacji między systemami niebieskim i ziemskim, w stosunku do *BCRS* spełnia kinematyczny warunek braku globalnego obrotu geocentrycznych kierunków do obiektów realizujących *ICRS*. *GCRS* jest zatem nieobracającym się systemem geocentrycznym przeznaczonym do monitorowania parametrów ruchu obrotowego Ziemi EOP. System ten nie podlega globalnej rotacji i nie zależy już od ruchu Ziemi, jak to miało miejsce w przypadku FK5.

ICRF został zdefiniowany z dokładnością około $30 \mu\text{as}$ poprzez pozycje 212 definiujących radioźródeł, określone w oparciu o obserwacje VLBI. Umowny biegun *ICRS*, nazwany Konwencjonalnym Biegunem Odniesienia *CRP* (kierunek prostopadły do podstawowej płaszczyzny układu — płaszczyzny *xy*) choć jest bardzo zbliżony do średniego bieguna na epokę J2000.0 to jednak dokładnie się z nim nie pokrywa. Bieguny te są wzajemnie przesunięte o 17.1 mas w kierunku 0° i 5.1 mas w kierunku 90° . Podobna zgodność zachodzi pomiędzy umownym biegunem *ICRS* i biegunem katalogu FK5. Ocenia się ją na $\pm 50 \text{ mas}$. Punkt początkowy liczenia rektascensji w *ICRS*, który określa kierunek osi *x* tego systemu, jest przesunięty w stosunku do punktu równonocy katalogu FK5 o $22.9 \pm 2.3 \text{ mas}$.

Na mocy Rezolucji B3 XXVII Zgromadzenia Generalnego IAU w Rio de Janeiro w 2009 r. druga realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia *ICRF2* zastąpiła od 1 stycznia 2010 r. *ICRF* jako fundamentalna astrometryczna realizacja *ICRS*. *ICRF2* zdefiniowano poprzez precyzyjnie wyznaczone pozycje 3414 zwartych astronomicznych radioźródeł, których poziom szumów nie przekraczał $40 \mu\text{as}$, zaś stabilność jego osi kształtowała się na poziomie $10 \mu\text{as}$. Dopasowania *ICRF2* do *ICRS* dokonano przy użyciu 138 stabilnych radioźródeł, wspólnych dla *ICRF2* i *ICRF-Ext2*. *ICRF2* był utrzymywany przy wykorzystaniu 295 definiujących radioźródeł wybranych w oparciu o kryterium stabilności oraz braku rozwiniętej wewnętrznej struktury radioźródła. Stabilność wspomnianych radioźródeł oraz ich bardziej równomierny rozkład na sferze niebieskiej eliminowały dwie najpoważniejsze słabości *ICRF*.

Od 1 stycznia 2019 r. fundamentalną realizacją Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia (*ICRS*) jest *ICRF3* — trzecia realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia (Rezolucja B2 XXX Zgromadzenia Generalnego IAU, Wiedeń, 2018). Przy opracowaniu *ICRF3* po raz pierwszy uwzględniono efekt galaktocentrycznego przyspieszenia Układu Słonecznego. Rozszerzono również zakres częstotliwości obserwowanych radioźródeł. *ICRF3* składa się z katalogów dokładnych pozycji radioźródeł obserwowanych w trzech pasmach częstotliwości. Oprócz katalogu głównego w paśmie X/S ($8.4/2.3 \text{ GHz}$) zawierającego pozycje 4536 radioźródeł (wzrost o 33% w stosunku do *ICRF2*) z poziomem

szumu wynoszącym $30 \mu\text{as}$ (poprawa o 25% w stosunku do *ICRF2*), z których 303 zidentyfikowano jako radioźródła definiujące, w skład *ICRF3* wchodzi dodatkowo dwa katalogi: jeden w paśmie K (24 GHz) zawierający pozycje 824 radioźródeł rozproszonych po całym niebie z poziomem szumu wynoszącym $30 \mu\text{as}$ i $50 \mu\text{as}$ odpowiednio w rektascensji i deklinacji oraz drugi w paśmie Ka/X (32/8.4 GHz) zawierający pozycje 678 radioźródeł.

Ziemi system odniesienia jest systemem przestrzennym obracającym się wraz z Ziemią. W systemie tym pozycje punktów związanych z powierzchnią Ziemi są określone przez współrzędne, które podlegają jedynie małym zmianom w czasie spowodowanym przez efekty geofizyczne (ruchy tektoniczne, deformacje pływowe). Realizacją ziemskiego systemu odniesienia jest ziemski układ odniesienia określony przez zbiór punktów o precyzyjnie wyznaczonych współrzędnych oraz ich zmianach w czasie, w ziemskim systemie odniesienia.

Konwencjonalny Ziemski System Odniesienia (*CTRS*) został zdefiniowany w Rezolucji 2 XX Zgromadzenia Generalnego IUGG (Wiedeń, 1991). Zgodnie z przyjętą rezolucją *CTRS* jest quasi-kartezjańskim systemem zdefiniowanym przez przestrzenny obrót względem nieobracającego się systemu geocentrycznego (*GCRS* — zdefiniowany przez IAU). Czasem współrzędnych *CTRS* jest *TCG* — czas współrzędnych *GCRS*. Początkiem *CTRS* jest środek mas Ziemi określony z uwzględnieniem oceanów i atmosfery. *CTRS* jest systemem kinematycznym nie podlegającym globalnemu, residualnemu obrotowi względem ruchów poziomych na powierzchni Ziemi.

Geocentryczny Ziemski System Odniesienia (*GTRS*) stanowi uściślenie *CTRS*, a jednocześnie dopasowanie ziemskiego systemu odniesienia do jednolitego formalizmu użytego do zdefiniowania niebieskich systemów odniesienia. *GTRS* został zatwierdzony w Rezolucji 2 XXIV Zgromadzenia Generalnego IUGG (Perugia, 2007) jako system czasoprzestrzenny zdefiniowany w zgodności z Rezolucją B1.3 Zgromadzenia Generalnego IAU w 2000 r.

Międzynarodowy Ziemski System Odniesienia (*ITRS*) jest określony przez zbiór zaleceń i ustaleń wraz z opisem modeli niezbędnych do zdefiniowania początku, skali, orientacji i zmienności w czasie *CTRS* monitorowanego przez IERS. Jest to system geocentryczny, którego jednostką długości jest metr (SI). W myśl postanowień IUGG i IAU (1991) skala *ITRS* jest spójna z czasem współrzędnych geocentrycznych *TCG*. Orientacja *ITRS* została początkowo zdefiniowana przez orientację BIH 1984.0, zaś jej zmienność w czasie jest określona poprzez zastosowanie warunku, iż globalna suma poziomych ruchów tektonicznych nie zawiera składowych obrotu. Zgodnie z Rezolucją 2 Zgromadzenia Generalnego IUGG (Perugia, 2007) *ITRS* jest zdefiniowany jako szczególny Geocentryczny Ziemski System Odniesienia (*GTRS*), którego orientacja jest operacyjnie utrzymywana w ciągłości z poprzednimi uzgodnieniami międzynarodowymi (orientacja BIH) oraz przyjęty jako preferowany *GTRS* do zastosowań naukowych i praktycznych. Praktycznymi realizacjami *ITRS* są międzynarodowe ziemskie układy odniesienia *ITRF*. Poszczególne rozwiązania *ITRF* (*ITRF88*, *ITRF89*, *ITRF94*, *ITRF96*, *ITRF97*, *ITRF2000*, *ITRF2005*, *ITRF2008*, *ITRF2014* i *ITRF2020*) są opracowywane przez ośrodki obliczeniowe IERS w oparciu o obserwacje VLBI, LLR, SLR, GPS i DORIS. Każde kolejne rozwiązanie *ITRF* zawiera pozycje i prędkości stacji obserwacyjnych oraz pełną macierz kowariancji. Rozwój sieci *ITRF* w okresie ostatnich kilkunastu lat (5-krotny wzrost liczby stacji obserwacyjnych i poprawa ich przestrzennego rozkładu) oraz poprawa precyzji wyznaczenia pozycji i prędkości stacji dzięki zwiększaniu materiału obserwacyjnego i ulepszaniu strategii i metod opracowania obserwacji powodują znaczącą poprawę w kolejnych rozwiązaniach *ITRF*. Parametry transformacji pomiędzy układami *ITRF* są wyznaczane przez IERS i publikowane w IERS Conventions.

Transformacja pomiędzy ziemskim systemem odniesienia (do niego odnoszą się obserwacje) a niebieskim systemem odniesienia (system quasi-inercjalny, w którym podawane są pozycje gwiazd) tradycyjnie jest wykonywana w trzech zasadniczych etapach. W pierwszym etapie **system obserwacyjny** zdefiniowany przez „równik obserwacyjny” i „zerowy południk obserwacyjny” jest przeprowadzany przy pomocy parametrów opisujących ruch bieguna ziemskiego w **system pośrodkowy** zdefiniowany przez „równik pośrodkowy” i „zerowy południk pośrodkowy”. Następnym krokiem jest **obrót** systemu pośrodkowego wokół osi „równika pośrodkowego” o kąt reprezentujący obrót Ziemi wokół własnej osi. Obrócony w ten sposób system pośrodkowy staje się geocentrycznym systemem niebieskim, do którego odnoszą się tzw. miejsca pozorne. W ostatnim kroku system pośrodkowy (a dokładnie utworzony w poprzednim kroku geocentryczny system niebieski) jest przeprowadzany w **system quasi-inercjalny** przy pomocy parametrów opisujących precesję i nutację. W transformacji są uwzględniane dodatkowo efekty aberracji i paralaksy, ruch własny gwiazd i efekty relatywistyczne.

Do 1980 roku rolę „równika obserwacyjnego” odgrywał równik tzw. międzynarodowego umownego średniego bieguna północnego Ziemi *CIO** zdefiniowanego przez szerokości astronomiczne 5 obserwatoriów uczestniczących w Międzynarodowej Służbie Szerokości ILS, umieszczonych na równoleżniku $39^{\circ}09'$, zaś „zerowemu południkowi obserwacyjnemu” odpowiadał średni południk Greenwich zdefiniowany przez długości astronomiczne około 50 obserwatoriów uczestniczących w

programie BIH. Tak zdefiniowany równik *CIO** i „zerowy południk obserwacyjny” określały kierunki osi konwencjonalnego systemu ziemskiego *CTS* (od 1967 roku — *GRS67*). „Równikowi pośredniemu” odpowiadał równik chwilowy, którego oś stanowiła chwilowa oś obrotu Ziemi, zaś chwilowy południk Greenwich służył jako „zerowy południk pośredni”. Parametry ruchu bieguna wykorzystywane do przeprowadzenia bieguna *CIO** w biegun chwilowy były dostarczane przez Międzynarodową Służbę Ruchu Bieguna IPMS (poprzedniczkę IERS). Obrót systemu pośredniego odbywał się wokół chwilowej osi obrotu Ziemi o kąt równy prawdziwemu czasowi gwiazdowemu Greenwich *GST* (lub *GAST*) będącemu nieliniową funkcją *UT1*. Przeprowadzał on system ziemski w system niebieski, w którym była wyrażona pozycja pozorna i, po usunięciu wpływu aberracji rocznej i paralaksy rocznej, tzw. pozycja prawdziwa (barycentryczna). Uwzględnienie następnie nutacji prowadziło do transformacji do systemu niebieskiego, w którym była wyrażona tzw. pozycja średnia na epokę obserwacji, zaś uwzględnienie precesji wiązało się z kolejną transformacją systemu niebieskiego z epoki obserwacji do epoki katalogu fundamentalnego (FK4, a od 1984 r. FK5).

Opisana powyżej procedura transformacji systemu ziemskiego do niebieskiego uległa zasadniczym zmianom na skutek postępu w monitorowaniu ruchu obrotowego Ziemi oraz rozwoju teorii opisujących zjawiska precesji (model IAU1976) i nutacji (teoria nutacji IAU1980), odnoszących się do Niebieskiego Bieguna Efemerydalnego *CEP*. *CEP* został zdefiniowany jako biegun pośredniego systemu odniesienia (pomiędzy systemem ziemskim i niebieskim), który rozdziela ruch bieguna ziemskiego systemu odniesienia na dwie części. Część niebieska dotyczyła ruchu *CEP* względem niebieskiego systemu odniesienia z uwzględnieniem wszystkich wyrazów długookresowych (precesja/nutacja wymuszona) i zawierała wyrazy o okresach dłuższych od 2 dób (tj. o częstotliwościach pomiędzy -0.5 i $+0.5$ cykli na dobę gwiazdową). Część ziemską dotyczyła ruchu *CEP* względem ziemskiego systemu odniesienia z uwzględnieniem wszystkich wyrazów długookresowych (ruch bieguna) i zawierała wyrazy o okresach dłuższych od 2 dób (tj. o częstotliwościach pomiędzy -0.5 i $+0.5$ cykli na dobę gwiazdową). Podobnie jak poprzednio rolę „równika obserwacyjnego” oraz „zerowego południka obserwacyjnego” odgrywały odpowiednio równik *CIO** i średni południk Greenwich BIH konwencjonalnego systemu ziemskiego. Miejsce chwilowego równika jako „równika pośredniego” zajął odpowiednio równik określony przez bliski chwilowemu biegunowi Ziemi *IRP* Niebieski Biegun Efemerydalny *CEP*, którego parametry położenia względem bieguna konwencjonalnego systemu ziemskiego początkowo były dostarczane przez IPMS, a następnie od 1988 roku przez IERS. Miejsce chwilowego południka Greenwich jako „zerowego południka pośredniego” zajął chwilowy południk określony poprzez uwzględnienie poprawki z tytułu ruchu bieguna do południka Greenwich BIH konwencjonalnego systemu ziemskiego *GRS80*. Obrót systemu pośredniego odbywał się wokół osi *CEP* albo o kąt równy *GST* w odniesieniu do punktu równonocy wiosennej, albo o kąt równy tzw. Kątowi Obrotu Ziemi *ERA* występującemu również pod nazwą kąta gwiazdowego (w odniesieniu do Niebieskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego *CEO* — nieobracającego się punktu początkowego na równiku *CEP* — odpowiednika punktu równonocy wiosennej jako punktu początkowego, od którego liczona jest rektascensja). Obrót ten przeprowadzał pośredni system ziemski w system niebieski. Podobnie jak w procedurze sprzed 1980 roku, po usunięciu wpływu aberracji rocznej i paralaksy rocznej, uwzględnienie nutacji i precesji, według jednak nowych bardziej dokładnych teorii dopasowanych do definicji *CEP*, a także ruchu własnego i efektów relatywistycznych przeprowadzało kolejno system pośredni w system niebieski na epokę obserwacji, a następnie na epokę katalogu.

Kolejne zmiany w procedurze transformacji systemu ziemskiego do niebieskiego zaszły w wyniku dalszego wzrostu dokładności teorii do poziomu μas , jaki nastąpił w latach 1990–1999 oraz rosnących wymagań dokładnościowych. Definicja *CEP* przestała być spójna z precyzją i rozdzielczością przestrzenną współczesnych technik obserwacyjnych, a także z dokładnością teorii i częstotliwością włączonych w nie wyrazów. Pełniejsze wykorzystanie opracowanej przez Guinot koncepcji kinematycznie zdefiniowanego punktu nazwanego Nieobracającym się Punktem Początkowym *NRO* posłużyło do sformułowania bardziej rozwiniętej definicji *CEP* — Pośredniego Bieguna Niebieskiego *CIP* oraz *CEO*, a także zdefiniowania punktu początkowego dla długości w systemie ziemskim, któremu nadano nazwę Ziemskiego Efemerydalnego Punktu Początkowego *TEO*. Opracowano również spójną z tymi definicjami nową łączną teorię precesyjno-nutacyjną IAU2000, definicję *CIP* oraz definicję parametrów opisujących ruch bieguna. Parametry ruchu bieguna dają się obecnie wyznaczać z dokładnością lepszą od milisekundy łuku na podstawie kilkugodzinnych obserwacji GPS i VLBI. Jednocześnie wyrazy o okresach dobowych i sub-dobowych występujące zarówno w opisie nutacji jak i ruchu bieguna dają się wyznaczyć z dokładnością mikrosekund łuku. Aby sprostać wysokim wymaganiom dokładnościowym dotychczas stosowany w modelowaniu matematycznym rozdział zjawiskowy pomiędzy nutacją swobodną i wymuszoną został zastąpiony rozdziałem uwzględniającym charakterystykę częstotliwościową oddzielnych składowych tych efektów. Zgodnie z Rezolucją B1.7 IAU (Manchester, 2000) Pośredni Biegun Niebieski *CIP* rozdziela ruch bieguna ziemskiego systemu odniesienia w niebieskim systemie odniesienia na dwie części, z których jedna w postaci modelu matematycznego zawiera wyrazy precesyjne oraz część wyrazów nutacji wymuszonej, druga zaś wyrazy nutacji swobodnej, wyznaczone przez IERS jako parametry ruchu

bieguna, efekty pływów oceanicznych oraz pozostałe wyrazy nutacji wymuszonej. Część zawierająca wszystkie wyrazy o okresach dłuższych od 2 dób (tj. o częstotliwościach pomiędzy -0.5 i $+0.5$ cykli na dobę gwiazdową) została określona jako precesja/nutacja, czyli ruch *CIP* względem systemu niebieskiego *GCRS*. Część zaś zawierająca wszystkie wyrazy ruchu wstecznego spoza pasma dobowego (tj. o częstotliwościach mniejszych od -1.5 i większych od -0.5 cykli na dobę gwiazdową) została określona jako ruch bieguna, czyli ruch *CIP* względem systemu ziemskiego *ITRS*.

Od 1 stycznia 2003 roku, na mocy Rezolucji B1.7 IAU (Manchester, 2000), obowiązuje nowa procedura transformacji systemu ziemskiego w system niebieski. Jako „równik obserwacyjny” przyjmuje się równik *ITRS*, zaś południk zerowy *ITRS* odgrywa rolę „zerowego południka obserwacyjnego”. Biegunem systemu pośredniego *IRS* jest Pośredni Biegun Niebieski *CIP*, którego parametry położenia względem bieguna *ITRS* są obliczane w oparciu o dane dostarczane przez IERS. Transformacja *ITRS* do *IRS_{ZIEMSKI}* określa położenie *TEO* (dokładna realizacja chwilowego zerowego południka pośredniego) na równiku *CIP* zgodnie z kinematyczną definicją *NRO* w *ITRS* gdy *CIP* porusza się względem *ITRS* pod wpływem ruchu bieguna. Obrót systemu pośredniego *IRS* odbywa się wokół osi *CIP* o kąt równy **Kątowi Obrotu Ziemi** (*ERA*) będącemu liniową funkcją *UT1* i przeprowadza system *IRS_{ZIEMSKI}* w system *IRS_{NIEBIESKI}*, w którym jest określane miejsce pozorne. Uwzględnienie precesji/nutacji według teorii IAU2000 przeprowadza ten system do Geocentrycznego Niebieskiego Systemu Odniesienia *GCRS*. Dodatkowo z *GCRS* do Barycentrycznego Niebieskiego Systemu Odniesienia *BCRS* przechodzi się przez zastosowanie post-newtonowskiej transformacji współrzędnych narzuconej przez formę odpowiednich tensorów metrycznych obu systemów (Rezolucja B1.3 IAU, 2000).

Na mocy Rezolucji 1 Zgromadzenia Generalnego IAU (Praga, 2006) dokonano kolejnej modyfikacji procedury transformacji systemu ziemskiego w system niebieski. Polega ona na zastąpieniu części precesyjnej modelu precesyjno-nutacyjnego IAU2000 teorią precesyjną P03. Zmodyfikowana procedura transformacji obowiązuje od 1 stycznia 2009 r. Z kolei, na mocy Rezolucji 2 IAU (Praga, 2006) terminy *CEO* i *TEO* zostały zastąpione odpowiednio przez *CIO* — Niebieski Pośredni Punkt Początkowy i *TIO* — Ziemski Pośredni Punkt Początkowy.

Zależność pomiędzy wektorem jednostkowym $\mathbf{e}_{ITRS}$ w *ITRS* i jego obrazem $\mathbf{e}_{GCRS}$ w *GCRS* wyraża się przez transformację

$$\mathbf{e}_{GCRS} = Q(t) R(t) W(t) \mathbf{e}_{ITRS} \quad (19)$$

gdzie $W(t)$, $R(t)$ i $Q(t)$ są macierzami transformacji wyrażającymi odpowiednio ruch *CIP* względem systemu ziemskiego *ITRS*, obrót systemu pośredniego *IRS* wokół osi *CIP* oraz ruch *CIP* względem systemu niebieskiego *GCRS*. Parametr czasowy t jest zdefiniowany następująco:

$$t = (JD(TT) - 2000 \text{ styczeń } 1^d 12^h TT) \text{ dób} / 36\,525 \quad (20)$$

zgodnie z Rezolucją C7 IAU (Haga, 1994), która zaleciła aby epoka J2000.0 była zdefiniowana w środku mas Ziemi i aby 2000 styczeń $1.5^d TT = JD\,2\,451\,545.0\,TT$.

Macierze transformacji pomiędzy systemami ziemskim i niebieskim dają się wyrazić w funkcji macierzy obrotowych $R_1(\xi_1)$, $R_2(\xi_2)$ i $R_3(\xi_3)$ reprezentujących obroty odpowiednio wokół osi x , y i z układu o kąty ξ_1 , ξ_2 , ξ_3 dodatnie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara w przypadku stosowania układów prawoskrętnych. I tak

$$R_1(\xi_1) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \xi_1 & \sin \xi_1 \\ 0 & -\sin \xi_1 & \cos \xi_1 \end{pmatrix} \quad R_2(\xi_2) = \begin{pmatrix} \cos \xi_2 & 0 & -\sin \xi_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \xi_2 & 0 & \cos \xi_2 \end{pmatrix} \quad R_3(\xi_3) = \begin{pmatrix} \cos \xi_3 & \sin \xi_3 & 0 \\ -\sin \xi_3 & \cos \xi_3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

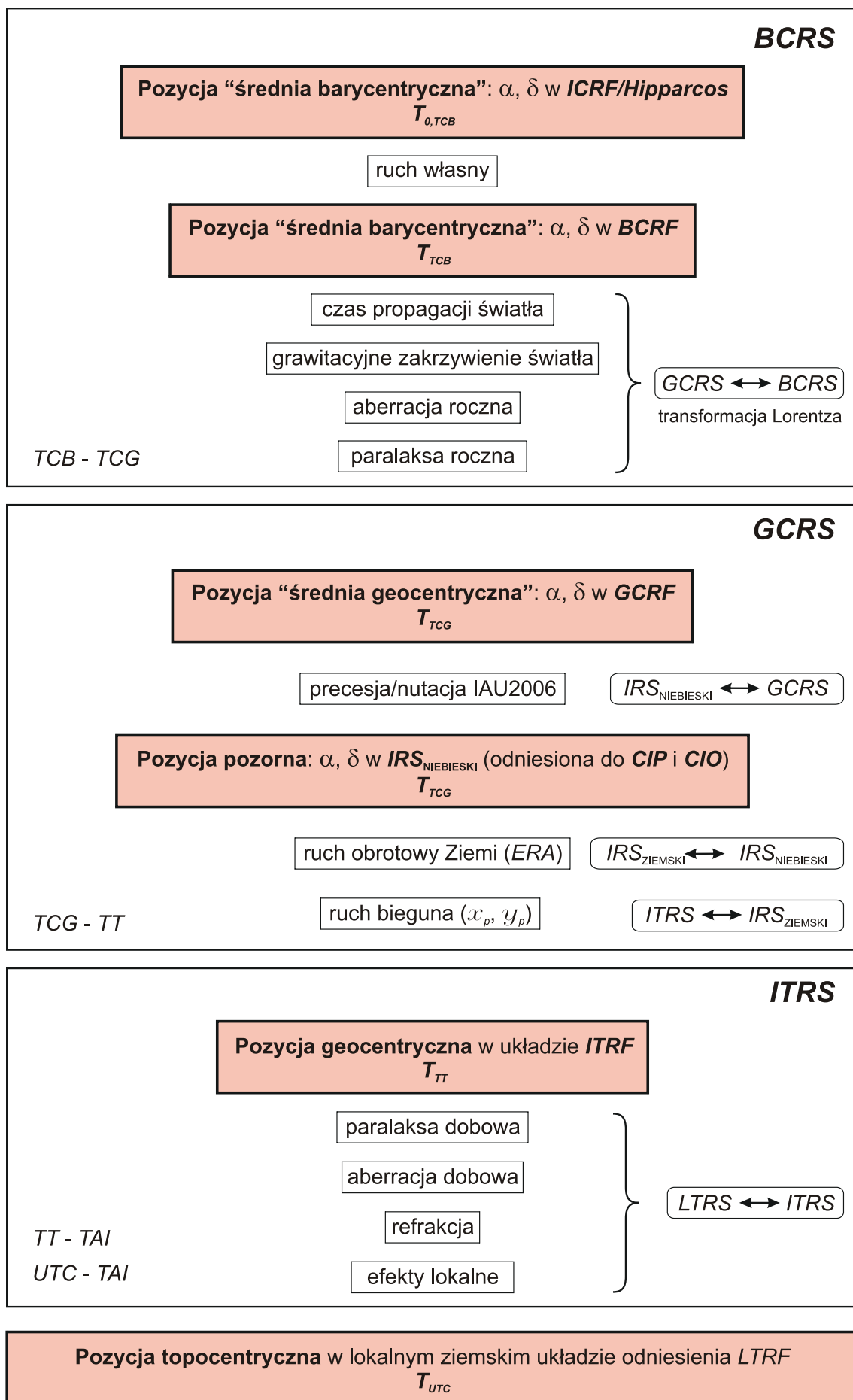
Macierz $W(t)$ ma postać

$$W(t) = R_3(-s') R_2(x_p) R_1(y_p) \quad (22)$$

gdzie x_p i y_p są współrzędnymi *CIP* w *ITRS* na epokę t i są zdefiniowane jako

$$(x_p, y_p) = (x_{IERS}, y_{IERS}) + (\Delta x, \Delta y)_{\text{tidal}} + (\Delta x, \Delta y)_{\text{nutation}} \quad (23)$$

przy czym (x_{IERS}, y_{IERS}) są współrzędnymi bieguna dostarczanych przez IERS (dostępne w biuletynach IERS), $(\Delta x, \Delta y)_{\text{tidal}}$ są składowymi pływowymi wynikającymi z pływów oceanicznych, zaś $(\Delta x, \Delta y)_{\text{nutation}}$ są wyłączonymi z modelu precesyjno-nutacyjnego IAU2006 składowymi nutacji wymuszonej. Poprawki $(\Delta x, \Delta y)_{\text{tidal}}$ z tytułu dobowych i sub-dobowych efektów ruchu bieguna wywołanych pływami oceanicznymi można obliczyć korzystając z procedury dostępnej na stronach



Rys. 1 Schemat procesu transformacji od systemów niebieskich do ziemskich

internetowych IERS (<https://www.iers.org>). Wielkości $(\Delta x, \Delta y)_{\text{nutatation}}$ reprezentujące dobowe i sub-dobowe wyrazy nutacyjne w ruchu bieguna można obliczyć korzystając z parametrów podanych w tablicy 5.1 IERS Conventions 2003. Wielkość s' określa spowodowaną przez ruch *CIP* względem *ITRS* zmianę pozycji *TIO* na równiku *CIP* zgodnie z wyrażeniem

$$s'(t) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^t (x_p \dot{y}_p - \dot{x}_p y_p) dt \quad (24)$$

Ponieważ wielkość s' jest bardzo mała (rzędu 0.1 mas/stulecie) można ją wyznaczyć z przybliżonego wzoru

$$s'(t) = -0.0015 (a_c^2/1.2 + a_a^2) t \quad (25)$$

gdzie a_c i a_a są średnimi amplitudami (w sekundach łuku) odpowiednio ruchu Chandlera i rocznego w badanym okresie od t_0 do t , przy czym t jest wyrażone w stuleciach juliańskich. Korzystając z aktualnych, średnich amplitud ruchów Chandlera i rocznego $s' = -47 \mu\text{as} \times t$.

Macierz $R(t)$ ma postać

$$R(t) = R_3(-\theta) \quad (26)$$

gdzie θ jest Kątem Obrotu Ziemi *ERA*, który oblicza się w oparciu o *UTC* (wyznaczone z *TT*) oraz dostarczanych przez IERS poprawek $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$ jako liniowa funkcja *UT1*

$$\theta(T_u) = 2\pi (0.779\,057\,273\,264\,0 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48\,T_u) \quad (27)$$

gdzie

$$T_u = JD(UT1) - 2\,451\,545.0 \quad (28)$$

oraz

$$UT1 = UTC + [UT1 - UTC]_{\text{IERS}} \quad (29)$$

Macierz $Q(t)$ ma postać

$$Q(t) = R_3(-E)R_2(-d)R_3(E)R_3(s) \quad (30)$$

gdzie E i d są współrzędnymi sferycznymi *CIP* w *GCRS*. Składowe wektora jednostkowego *CIP* w *GCRS*, w układzie kartezjańskim mają postać

$$\begin{aligned} X &= \sin d \cos E \\ Y &= \sin d \sin E \\ Z &= \cos d \end{aligned} \quad (31)$$

Parametr s jest wielkością określającą zmianę w czasie położenia *CIO* na równiku *CIP* spowodowaną przez ruch *CIP* względem *GCRS*. Z zachowaniem dokładności na poziomie $1 \mu\text{as}$ parametr ten wyraża się wzorem

$$s(t) = -\frac{1}{2} [X(t)Y(t) - X(t_0)Y(t_0)] + \int_{t_0}^t \dot{X}(t)Y(t)dt - ([\sigma_0 N_0] - [\Sigma_0 N_0]) \quad (32)$$

gdzie $t_0 = \text{J2000.0}$

W celu zapewnienia ciągłości 1 stycznia 2003 roku z obliczeniami wykonywanymi w oparciu o poprzednie procedury precesyjno-nutacyjne, dla stałej $s_0 = [\sigma_0 N_0] - [\Sigma_0 N_0]$ przyjmuje się wartość $+94 \mu\text{as}$ ($[\sigma_0 N_0]$ odpowiada kątowi pomiędzy σ_0 — pozycją *CIO* na równiku *CIP* na epokę J2000.0 i N_0 — węzłem wstępującym równika *CIP* w równik *GCRS* na epokę J2000.0, zaś $[\Sigma_0 N_0]$ odpowiada kątowi pomiędzy Σ_0 — kierunkiem osi x , czyli początkiem liczenia rektascensji na równiku *GCRS* i N_0). Wartość stałej s_0 nie ulega zmianie przy przejściu od modelu precesyjno-nutacyjnego IAU2000 do modelu IAU2006.

Macierz $Q(t)$ można przedstawić w funkcji współrzędnych X, Y *CIP* w *GCRS* w postaci

$$Q(t) = \begin{pmatrix} 1 - aX^2 & -aXY & X \\ -aXY & 1 - aY^2 & Y \\ -X & -Y & 1 - a(X^2 + Y^2) \end{pmatrix} R_3(s) \quad (33)$$

gdzie $a = 1/(1 + \cos d)$ lub z dokładnością $1 \mu\text{as}$ $a = \frac{1}{2} + \frac{1}{8}(X^2 + Y^2)$.

Współrzędne X, Y CIP w GCRS oparte na modelu precesyjno–nutacyjnym IAU2006 są obliczane ze wzorów:

$$\begin{aligned} X = & -0''.016\,617 + 2004''.191\,898\,t - 0''.429\,782\,9\,t^2 - 0''.198\,618\,34\,t^3 + 0''.000\,007\,578\,t^4 + 0''.000\,005\,928\,5\,t^5 \\ & + \sum_{i,k} [(A_{ls})_{i,k} \sin(ARG) t^k + (A'_{ls})_{i,k} \cos(ARG) t^k] \\ & + \sum_{i,k} [(A_{pl})_{i,k} \sin(ARG) t^k + (A'_{pl})_{i,k} \cos(ARG) t^k] \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} Y = & -0''.006\,951 - 0''.025\,896\,t - 22''.407\,274\,7\,t^2 + 0''.001\,900\,59\,t^3 + 0''.001\,112\,526\,t^4 + 0''.000\,000\,135\,8\,t^5 \\ & + \sum_{i,k} [(B_{ls})_{i,k} \sin(ARG) t^k + (B'_{ls})_{i,k} \cos(ARG) t^k] \\ & + \sum_{i,k} [(B_{pl})_{i,k} \sin(ARG) t^k + (B'_{pl})_{i,k} \cos(ARG) t^k] \end{aligned} \quad (35)$$

gdzie parametr t jest określony wzorem (20), a ARG jest funkcją fundamentalnych argumentów teorii nutacji (argumenty Delauneya). Dla nutacji księżycowo–słonecznej (ls) ARG jest funkcją liniową 5 zmiennych: średniej anomalii Księżyca l , średniej anomalii Słońca l' , średniej długości Księżyca pomniejszonej o średnią długość węzła wstępującego Księżyca F , średniej elongacji Księżyca ze Słońca D i średniej długości węzła wstępującego Księżyca Ω . Dla nutacji planetarnej (pl) ARG jest funkcją liniową 14 zmiennych, w skład których obok wyżej wymienionych wchodzi dodatkowo długości 8 planet: Merkurego, Wenus, Ziemi, Marsa, Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna, a także całkowita precesja w długości. Współczynniki szeregów dla obliczenia współrzędnych X i Y są dostępne na stronie internetowej IERS Convention Centre na <ftp://maia.usno.navy.mil/conv2000/chapter5/>. Do dnia wydania Rocznika na stronach IERS były dostępne współczynniki rozwinąć tylko dla modelu precesyjno–nutacyjnego IAU2000.

Na podstawie porównań z obserwacjami VLBI, dokładność współrzędnych X, Y otrzymywanych z modelu IAU2000 jest szacowana na około $0.2\,mas$. Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS) publikuje więc na bieżąco, wynikające z obserwacji, poprawki $\delta X, \delta Y$ (dane EOP C04 dostępne na stronach internetowych IERS (<https://www.iers.org/IERSEN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>)). Poprawki te zawierają m.in. nieuwzględniany w modelu precesyjno–nutacyjnym wpływ tzw. nutacji swobodnej jądra Ziemi. Do dnia wydania Rocznika publikowane przez IERS poprawki odnosiły się do modelu IAU2000A.

Położenie bieguna CIP, uwzględniające poprawki $\delta X, \delta Y$ wyraża się wzorami:

$$\tilde{X} = X + \delta X, \quad \tilde{Y} = Y + \delta Y \quad (36)$$

co jest równoważne zastąpieniu macierzy precesyjno–nutacyjnej Q przez macierz obrotu $\tilde{Q}$

$$\tilde{Q} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \delta X \\ 0 & 1 & \delta Y \\ -\delta X & -\delta Y & 1 \end{pmatrix} Q \quad (37)$$

Przy dokładnych obliczeniach miejsc pozornych obiektów niebieskich należy uwzględniać poprawki relatywistyczne z tytułu opóźnienia propagacji światła w polu grawitacyjnym Słońca oraz z tytułu grawitacyjnego zakrzywienia światła. Oznaczając przez $\mathbf{E}_B, \mathbf{Q}_B$ i $\mathbf{S}_B$ barycentryczne wektory wodzące (ICRS), odpowiednio Ziemi (E), obiektu niebieskiego (Q) i Słońca (S), heliocentryczne wektory wodzące Ziemi i obiektu Q można zapisać jako

$$\mathbf{E} = \mathbf{E}_B(t) - \mathbf{S}_B(t) \quad \mathbf{Q} = \mathbf{Q}_B(t - \Delta t_{lt}) - \mathbf{S}_B(t - \Delta t_{lt}) \quad (38)$$

zaś geocentryczny wektor wodzący obiektu Q ma postać

$$\mathbf{P} = \mathbf{Q}_B(t - \Delta t_{lt}) - \mathbf{E}_B(t) \quad (39)$$

gdzie Δt_{lt} jest poprawką do czasu z tytułu czasu propagacji światła (light time). Poprawkę tę oblicza się ze wzoru

$$\Delta t_{lt} = \frac{P}{c} + \frac{2GM_S}{c^3} \ln \frac{(E + P + Q)}{(E - P + Q)} \quad (40)$$

gdzie $E = |\mathbf{E}|$, $Q = |\mathbf{Q}|$ oraz $P = |\mathbf{P}|$, c jest prędkością światła, a GM_S — heliocentryczną stałą grawitacyjną. Poprawkę tę można obliczyć z mniejszą dokładnością z uproszczonego wzoru

$$\Delta t_{lt} = \frac{R}{\pi c} \quad (41)$$

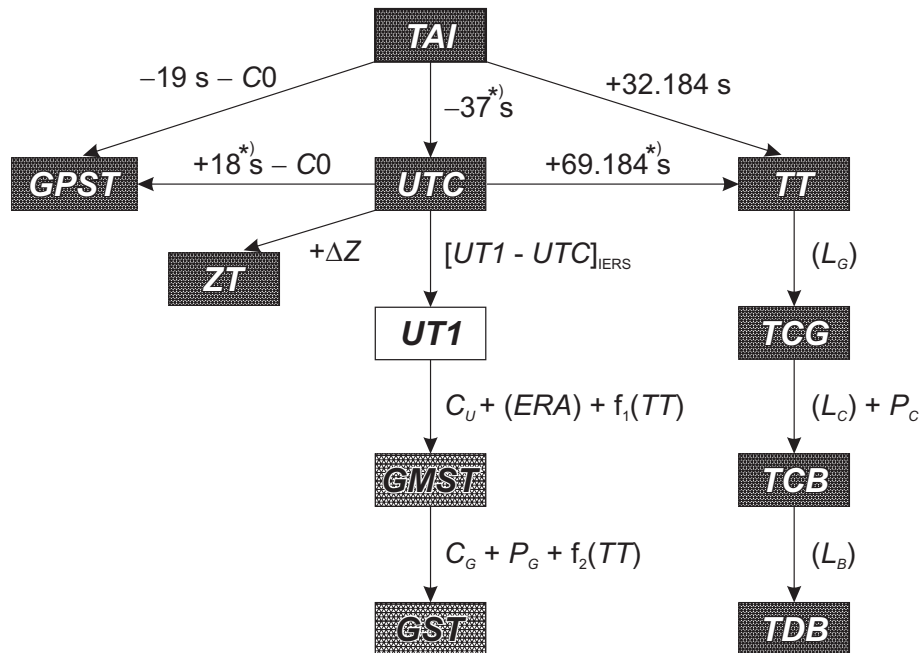
gdzie R — oznacza promień orbity Ziemi (przybliżenie P), a π — paralaksę roczną obiektu Q .

Oznaczając przez $\mathbf{e}^E$, $\mathbf{e}^Q$ i $\mathbf{e}^P$ odpowiednio wektory jednostkowe o kierunkach wektorów $\mathbf{E}$, $\mathbf{Q}$ i $\mathbf{P}$, tj. $\mathbf{e}^E = \mathbf{E}/E$, $\mathbf{e}^Q = \mathbf{Q}/Q$ i $\mathbf{e}^P = \mathbf{P}/P$, efekt grawitacyjnego zakrzywienia światła wyraża się w postaci poprawki $\Delta \mathbf{e}^P$ do geocentrycznego wektora jednostkowego $\mathbf{e}^P$ obiektu Q następująco:

$$\Delta \mathbf{e}^P = \frac{2 GM_S}{c^2 E} \cdot \frac{(\mathbf{e}^P \cdot \mathbf{e}^Q) \mathbf{e}^E - (\mathbf{e}^E \cdot \mathbf{e}^P) \mathbf{e}^Q}{1 + (\mathbf{e}^E \cdot \mathbf{e}^Q)} \quad (42)$$

2. SYSTEMY CZASU

Do praktycznego pomiaru czasu są wykorzystywane zjawiska przebiegające okresowo. Odstępy czasu są wyrażane liczbą zawartych w nich okresów przyjętego za wzorzec czasu zjawiska. Do połowy XX wieku podstawą pomiaru czasu był ruch obrotowy Ziemi. Czas astronomiczny oparty o ruch obrotowy Ziemi nosi nazwę **czasu obrotowego**. Szczególnymi rodzajami czasu obrotowego są czas słoneczny, dla którego „zegarem” jest ruch obrotowy Ziemi względem Słońca, odmierzany kątem godzinnym Słońca oraz czas gwiazdowy, dla którego „zegarem” jest ruch obrotowy Ziemi względem punktu równonocy wiosennej, odmierzany kątem godzinnym punktu równonocy wiosennej. W zadanym momencie czas obrotowy w dwóch różnych punktach na powierzchni Ziemi jest różny — z wyjątkiem sytuacji gdy punkty te leżą na tym samym południku geograficznym⁷⁾. Różnica czasu obrotowego w dwóch punktach na Ziemi odpowiada różnicy długości geograficznej tych punktów. Za podstawową jednostkę czasu obrotowego przyjęto sekundę średniego czasu słonecznego, zdefiniowaną jako 1/86 400 część średniej doby słonecznej. Skala czasu obrotowego jest niejednostajna. W 1954 roku X Generalna Konferencja Wagi i Miar (Conférence Générale des Poids et Mesures) zdefiniowała jako podstawę pomiaru czasu bardziej jednostajną astronomiczną skalę czasu — **czasu newtonowskiego** (czasu fizycznego) opartego na ruchu orbitalnym Ziemi wokół Słońca. Ruch orbitalny Ziemi został opisany w Tablicach Słońca Newcomba, które zawierają model matematyczny pozornego ruchu Słońca na epokę 1900.0, opracowany na podstawie obserwacji astronomicznych z XVIII i XIX wieku. Czas ten nazwano Czasem Efemeryd (ET) i za jego jednostkę wynikającą z długości okresu obiegu Ziemi wokół Słońca na epokę 1900.0 przyjęto tzw. sekundę efemerydalną. Definicja ta została ratyfikowana przez XI Generalną Konferencję Wagi i Miar w 1960 roku.



Rys. 2 Współcześnie stosowane skale czasu i ich wzajemne relacje

*) Wartości obowiązujące w okresie od 1 stycznia 2017 do co najmniej 31 grudnia 2023.

⁷⁾ Przez pojęcie południka geograficznego, długości oraz szerokości geograficznej rozumie się południk astronomiczny oraz odpowiednie współrzędne astronomiczne — w odróżnieniu od południka geodezyjnego oraz długości i szerokości geodezyjnej.

Jednostka czasu oparta na wzorcu astronomicznym wkrótce przestała zadowalać rosnące potrzeby fizyki i techniki. Wzorcem doskonalszym od astronomicznego, pod względem jednostajności skali czasowej, okazał się wzorec atomowy. W 1971 roku za podstawę pomiaru czasu na Ziemi przyjęto zdefiniowaną na 59. sesji Międzynarodowego Komitetu Miar (1970) i zaaprobowaną przez XIV Generalną Konferencję Wag i Miar (1971) skalę Międzynarodowego Czasu Atomowego (*TAI*).

Międzynarodowy Czas Atomowy (*TAI* lub *IAT*) (*Temps Atomique International* lub *International Atomic Time*) jako najbardziej jednostajny stanowi podstawę współczesnych skal czasu. *TAI* jest czasem opartym na wzorcu atomowym (nie związanym z ruchem Ziemi) i jest odmierzany przez zsynchronizowane zegary atomowe rozmieszczone w laboratoriach na całym świecie. Skala czasu *TAI* jest wypadkową wskazań tych zegarów. Wzorce atomowe wykorzystują zjawisko przejść kwantowych między poziomami energetycznymi atomów lub cząsteczek. Uchwała XIII Generalnej Konferencji Wag i Miar z 1967 roku zdefiniowała sekundę czasu atomowego i uznała ją za podstawową jednostkę czasu w międzynarodowym systemie jednostek SI. Na mocy definicji jest ona „trwaniem 9 192 631 770 okresów odpowiadających rezonansowej częstotliwości przejścia pomiędzy dwoma nadsubtelnymi ($F=4$, $M=0$) i ($F=3$, $M=0$) poziomami stanu podstawowego $2S\frac{1}{2}$ atomu cezu 133”. Interwał czasu odpowiadający tak zdefiniowanej sekundzie czasu atomowego jest równy sekundzie efemerydalnej. Czas atomowy został zatem wyskalowany do związanego z epoką 1900.0 czasu astronomicznego efemerydalnego.

Niezależne od *TAI* skale czasu atomowego są tworzone dla potrzeb systemów globalnej nawigacji satelitarnej. Wśród nich najpowszechniej używaną jest skala czasu GPS.

Czas GPS (*GPST*) (*GPS Time*) jest czasem atomowym używanym w systemie globalnej nawigacji satelitarnej GPS. Podstawą skali czasu GPS są atomowe zegary pokładowe umieszczone na satelitach GPS, zegary atomowe znajdujące się w ośrodkach sterowania systemem GPS oraz zegary atomowe US Naval Observatory. Skala czasu GPS jest bardzo zbliżona do skali czasu *TAI* i zsynchronizowana ze skalą *UTC* na epokę 1980 styczeń 6^d 0^h *UTC*. Związek pomiędzy Międzynarodowym Czasem Atomowym a czasem GPS jest następujący:

$$TAI - GPST = 19^s + C0 \quad (43)$$

gdzie 19 s jest stałą różnicą między *TAI* i *UTC* na epokę 1980 styczeń 6^d 0^h *UTC*, a *C0* zmienną w czasie poprawką rzędu 10 ns wynikającą z korzystania w obu systemach z różnych zegarów atomowych.

Błędy realizowania skali czasu *TAI* wynikające z niedoskonałości zegarów atomowych nie zawsze są zaniedbywalne. Uznano zatem za konieczne zdefiniowanie idealnej formy *TAI*, którą po uwzględnieniu przesunięcia 32.184 s realizuje tzw. Czas Ziemi (*TT*).

Czas Ziemi (*TT*) (*Terrestrial Time* lub *Temps Terrestre*) został zatwierdzony przez XXI Zgromadzenie Generalne IAU (Buenos Aires, 1991) (Rezolucja A4) jako skala czasu przeznaczona do praktycznego odmierzania czasu na Ziemi, w szczególności jako czas odniesienia dla pozornych, geocentrycznych efemeryd (czas ziemski praktycznie wprowadzony był w 1976 roku jako Ziemiński Czas Dynamiczny (*TDT*), który z dniem 1 stycznia 1977 roku zastąpił Czas Efemeryd (*ET*)). *TT* jest zdefiniowany jako skala czasu różniąca się od skali czasu współrzędnych geocentrycznych *TCG* o współczynnik L_G będący funkcją potencjału siły ciężkości na geoidzie. Z uwagi na niedostateczną dokładność wyznaczenia potencjału siły ciężkości na geoidzie oraz zmienność w czasie pola siły ciężkości Ziemi XXIV Zgromadzenie Generalne IAU (Manchester, 2000) (Rezolucja B1.9) przyjęło stałą wartość współczynnika L_G , określoną na podstawie ustalonej wartości potencjału siły ciężkości, i uznało ją za jedną ze stałych definiujących obowiązujące systemy astronomiczne i geodezyjne.

Związek pomiędzy Międzynarodowym Czasem Atomowym, a Czasem Ziemi jest następujący:

$$TT - TAI = 32^s.184 \quad (44)$$

zaś relację pomiędzy Czasem Ziemi, a czasem współrzędnych geocentrycznych wyraża wzór

$$TCG - TT = L_G \times (JD - 2443144.5) \times 86400 \quad (45)$$

gdzie

$$L_G = 6.969290134 \times 10^{-10} \quad (46)$$

Wzór (45) gwarantuje zgodność jednostki pomiaru *TT* z sekundą SI na bardzo bliskiej geoidzie powierzchni ustalonego potencjału siły ciężkości.

Czas współrzędnych geocentrycznych (TCG) (*Temps Coordonnée Géocentrique* lub *Geocentric Coordinate Time*), wprowadzony przez XXI Zgromadzenie Generalne IAU (Buenos Aires, 1991) (Rezolucja A4), jest czasem w czterowymiarowej czasoprzestrzeni — Niebieskim Geocentrycznym Systemie Odniesienia (*GCRS*) (*Geocentric Celestial Reference System*), który porusza się w przestrzeni wraz z ruchem orbitalnym Ziemi wokół barycentrum Układu Słonecznego, przy czym kierunek osi tego systemu pozostaje niezmienny w odniesieniu do systemu inercjalnego (praktycznie *BCRS*). Czas ten należy do zdefiniowanej w Rezolucji B1.5 XXIV Zgromadzenia Generalnego IAU (Manchester, 2000) metryki relatywistycznej *GCRS*. W tej samej rezolucji znajduje się definicja Niebieskiego Barycentrycznego Systemu Odniesienia (*BCRS*) oraz związanego z nim czasu współrzędnych barycentrycznych.

Czas współrzędnych barycentrycznych (TCB) (*Temps Coordonnée Barycentrique* lub *Barycentric Coordinate Time*) jest czasem współrzędnych czterowymiarowego Niebieskiego Barycentrycznego Systemu Odniesienia (*BCRS*) (*Barycentric Celestial Reference System*), który jest traktowany jako system quasi-inercjalny. Czas ten należy do metryki relatywistycznej niebieskiego systemu barycentrycznego. Zależność pomiędzy *TCB* i *TCG* jest wyrażona za pomocą pełnej 4-wymiarowej transformacji Lorentza (Rezolucja B1.5). W przybliżeniu (z dokładnością 10^{-14}) można używać wyrażenia

$$TCB - TCG = L_C \times (JD - 2\,443\,144.5) \times 86\,400 + c^{-2} \mathbf{v}_e(\mathbf{x} - \mathbf{x}_e) + P \quad (47)$$

gdzie

$$L_C = 1.480\,826\,867\,41 \times 10^{-8} \pm 2 \times 10^{-17} \quad (48)$$

zaś $\mathbf{x}_e$ i $\mathbf{v}_e$ oznaczają wektory barycentrycznej pozycji i prędkości środka mas Ziemi, $\mathbf{x}$ jest wektorem barycentrycznej pozycji obserwatora, a P przedstawia wyrazy okresowe, których łączna amplituda nie przekracza 1.6 ms (Rezolucja B1.6).

XVI Zgromadzenie Generalne IAU (Grenoble, 1976) wprowadziło, obok skali Ziemskiego Czasu Dynamicznego *TDT* również skalę czasu dynamicznego odniesionego do barycentrum Układu Słonecznego. Czas ten nazwano Barycentrycznym Czasem Dynamicznym.

Barycentryczny Czas Dynamiczny (TDB) (*Temps Dynamique Barycentrique* lub *Barycentric Dynamical Time*) jest czasem atomowym używanym od 1984 roku jako argument efemeryd, np. Księżyca, planet, odniesionych do barycentrum Układu Słonecznego, a także jako argument precesji. *TDB* może być określony jako argument w algorytmach efemerydalnych DE405/LE405 opracowanych przez JPL (efemerydy planetarne zazwyczaj są wyrażane w funkcji czasu T_{eph} , który jest bardzo zbliżony do *TDB*). *TDB* różni się od *TDT* o wyrazy okresowe spowodowane ruchem orbitalnym Ziemi w polu grawitacyjnym Słońca, Księżyca i planet. Różnica ta, zawierająca efekty relatywistyczne, nie przekracza 2 ms .

Uznając potrzebę zachowania spójności ze skalą czasu T_{eph} , XXVI Zgromadzenie Generalne IAU (Praga, 2006) (Rezolucja 3) wprowadziło nową definicję *TDB* opartą na *TCB*

$$TDB = TCB - L_B \times (JD_{TCB} - T_0) \times 86\,400 + TDB_0 \quad (49)$$

gdzie

$$L_B = 1.550\,519\,768 \times 10^{-8} \quad T_0 = 2\,443\,144.500\,372\,5 \quad TDB_0 = -6.55 \times 10^{-5} \quad (50)$$

są stałymi definiującymi ⁸⁾.

Wzorce atomowe nie dostarczają żadnych charakterystycznych momentów, jakie dawałyby możliwość stworzenia naturalnej skali czasu atomowego. Początek skali czasu atomowego musi być obrany umownie przez nawiązanie do skali o trwałej ciągłości. Aspekt chronologiczny metrologii czasu wymaga zegara wzorcowego, który gwarantowałby pomiary bardzo wielkich interwałów czasu i zapewniał skalę dla zdarzeń bardzo odległych w przeszłości i w przyszłości. Naturalnymi skalami czasu są skala czasu astronomicznego. W szczególności, naturalną skalą czasu jest skala czasu obrotowego słonecznego, do której odnoszą się pojęcia dnia i nocy i z którą wiąże się cykl biologiczny żywych organizmów na Ziemi. W skali czasu słonecznego są wyrażane nie wymagające wysokiej precyzji efemerydy ciał niebieskich.

⁸⁾ W Rezolucji B2 ZG IAU 2009 wielkość T_0 nie została zaliczona do stałych definiujących.

Czas słoneczny (*Solar Time*) jest definiowany jako tzw. czas słoneczny prawdziwy lub czas słoneczny średni. Czas słoneczny prawdziwy odmierza się geocentrycznym kątem godzinowym środka tarczy słonecznej, zwiększonym o 12 godzin (modulo 24^h). Czas słoneczny średni mierzy się kątem godzinowym tzw. Słońca średniego, tj. punktu na równiku o rekta-scensji równej średniej długości ekliptycznej Słońca prawdziwego, również zwiększonym o 12 godzin (modulo 24^h). Czas słoneczny, jako czas obrotowy, może być czasem miejscowym lub tzw. czasem Greenwich⁹⁾. Pierwszy jest odmierzany kątem godzinowym odniesionym do południka miejscowego, drugi, odniesionym do południka londyńskiego obserwatorium w Greenwich. Czas słoneczny Greenwich różni się od czasu słonecznego miejscowego o długość geograficzną λ południka miejscowego, która na wschód od Greenwich przybiera wartości dodatnie¹⁰⁾

$$\text{czas słoneczny miejscowy} = \text{czas słoneczny Greenwich} + \lambda \quad (51)$$

Czas słoneczny prawdziwy jest to czas jaki daje się bezpośrednio wyznaczyć z obserwacji Słońca. Czas słoneczny średni, jako bardziej zbliżony do jednostajnego, jest stosowany w obliczeniach astronomicznych. Znajduje on również zastosowanie w nawigacji i geodezji.

Zależność między rodzajami czasu słonecznego wyraża się za pomocą tzw. równania czasu

$$\text{czas słoneczny prawdziwy} - \text{czas słoneczny średni} = E \quad (52)$$

gdzie E jest nazywane równaniem czasu¹¹⁾.

Poczynając od 1 stycznia 1925 roku średni czas słoneczny Greenwich (*Greenwich Mean Time* — *GMT* o początku doby w południe), używany w obliczeniach astronomicznych został zastąpiony tzw. czasem uniwersalnym.

Czas uniwersalny (*UT* lub *TU*) (*Universal Time* lub *Temps Universel*) to średni czas słoneczny (odniesiony do ruchu dobowego Słońca średniego) południka geograficznego Greenwich.

W dalszej części objaśnień na stronie 74 zostały przedstawione historyczne odmiany czasu uniwersalnego *UT0*, *UT1* i *UT2*, z których obecnie stosuje się jedynie skalę czasu *UT1*.

Definicję *UT1*, obowiązującą od 2003 roku, przyjęto na mocy Rezolucji B1.8 XXIV Zgromadzenia Generalnego IAU (Manchester, 2000). Zgodnie z tą rezolucją, i po uwzględnieniu zmian terminologicznych wprowadzonych na mocy Rezolucji 2 XXVI Zgromadzenia Generalnego IAU (Praga, 2006), *UT1* jest zdefiniowany jako funkcja liniowa Kąta Obrotu Ziemi (*ERA*, oznaczanego także grecką literą θ), który jest kątem w płaszczyźnie równika *CIP* pomiędzy wektorami jednostkowymi skierowanymi od osi *CIP* do Niebieskiego Pośredniego Punktu Początkowego (*CIO*) i Ziemskiego Pośredniego Punktu Początkowego (*TIO*)

$$\theta(T_u) = 2\pi (0.779\,057\,273\,264\,0 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48\,T_u) \quad (53)$$

gdzie T_u w funkcji *UT1* dane jest wzorem (28), zaś *UT1* jest otrzymywane, zgodnie ze wzorem (29), poprzez dodanie do *UTC* wyznaczanej przez IERS poprawki $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$.

Definicja *UT1* (wzór (53)) zapewnia ciągłość tej skali czasu. Zawarta w niej liniowa zależność *UT1* od Kąta Obrotu Ziemi (*ERA*) świadczy o tym, że *UT1* można interpretować jako miarę rzeczywistego ruchu obrotowego Ziemi wokół *CIP* (nie jak w poprzednio stosowanej definicji wokół chwilowego bieguna lub bieguna *CEP*) względem średniego Słońca. Pochodna *UT1* względem czasu jest proporcjonalna do prędkości kątowej obrotu Ziemi ω .

Utrzymywanie skal dokładnego czasu i udostępnianie ich użytkownikom leży w gestii powołanej w tym celu służby czasu. Służba czasu polegała na wyznaczaniu czasu w oparciu o obserwacje gwiazd oraz na kontroli poprawek i niejednostajności wzorców czasu. Odpowiednią do tego celu skalą czasu jest astronomiczna skala gwiazdowego czasu obrotowego. Czas gwiazdowy służył również do określania relacji pomiędzy ziemskim układem odniesienia i niebieskim układem odniesienia.

⁹⁾ Na Konferencji Międzynarodowej w Washington D.C. w 1884 roku południk przechodzący przez obserwatorium w Greenwich został przyjęty jako południk zerowy dla odliczania długości geograficznej, a także dla odliczania czasu.

¹⁰⁾ Wg uchwały IAU (Patras, 1982), Rezolucja C4.

¹¹⁾ Równanie czasu jest funkcją o wartościach oscylujących w okresie roku pomiędzy -15 a $+17$ minut.

Czas gwiazdowy (*Sidereal Time*) może być prawdziwy (s_v), quasi-prawdziwy (s_q), lub średni (s), podobnie jak punkt równonocy wiosennej, którego ruch go definiuje. Odpowiednio więc prawdziwy punkt równonocy wiosennej jest to punkt przecięcia się na sferze niebieskiej ekliptyki z prawdziwym równikiem, tj. z równikiem, którego położenie zależy od precesji i nutacji (w długości). Stosowane do 2003 roku modele nutacji pozwalały wyróżniać nutację długo- ($\Delta\Psi$) i krótkookresową ($d\Psi$) w długości. Istniało zatem pojęcie quasi-prawdziwego punktu równonocy wiosennej. Był to punkt przecięcia na sferze niebieskiej ekliptyki z tzw. quasi-prawdziwym równikiem, którego położenie zależało od precesji i nutacji długookresowej (nie zależało od nutacji krótkookresowej). Średni punkt równonocy wiosennej jest to punkt przecięcia na sferze niebieskiej ekliptyki z tzw. średnim równikiem, tj. równikiem, którego położenie w przestrzeni podlega zmianom tylko pod wpływem precesji księżycowo-słonecznej. Czas gwiazdowy prawdziwy jest to czas jaki daje się bezpośrednio wyznaczyć z obserwacji gwiazd. Czas gwiazdowy średni, jako bardziej zbliżony do jednostajnego, jest stosowany w obliczeniach astronomicznych.

Zależności między rodzajami czasu gwiazdowego były przedstawiane za pomocą następujących wzorów:

$$\begin{aligned} s_q &= s + \Delta\Psi \cos \varepsilon \\ s_v &= s + (\Delta\Psi + d\Psi) \cos \varepsilon \end{aligned} \quad (54)$$

gdzie ε oznacza nachylenie ekliptyki do równika, a $\Delta\Psi \cos \varepsilon$ i $d\Psi \cos \varepsilon$ przedstawiają długo- i krótkookresową nutację punktu równonocy wiosennej na równiku (w rektascensji).

Podobnie jak w przypadku czasu słonecznego czas gwiazdowy Greenwich różni się od czasu gwiazdowego miejscowego o długość geograficzną λ południka miejscowego, która na wschód od Greenwich przybiera wartości dodatnie

$$\text{czas gwiazdowy miejscowy} = \text{czas gwiazdowy Greenwich} + \lambda \quad (55)$$

Do 2003 roku średni czas gwiazdowy Greenwich był formalnie zdefiniowany jako nieliniowa funkcja *UT1*. Funkcja ta była oparta na wyrażeniu podanym przez Newcomba dla rektascensji średniego Słońca, określającym relację pomiędzy *UT1* a średnim czasem gwiazdowym Greenwich (*GMST*) o 0^h *UT1*. Od 2003 roku średni czas uniwersalny *UT1* jest odniesiony do osi obrotu Ziemi określonej przez Pośredni Biegun Niebieski *CIP*¹²⁾. Czas *UT1* można więc uważać za kątową miarę rzeczywistego obrotu Ziemi wokół osi *CIP*.

Spójna z nową definicją *UT1* (wzór (53)) jest nowa definicja średniego czasu gwiazdowego Greenwich *GMST*, która w zgodzie z najnowszym, obowiązującym od 1 stycznia 2009 r. modelem precesji P03, przyjmuje postać

$$GMST = 0''.014\,506 + \theta + 4612''.156\,534\,t + 1''.391\,581\,7\,t^2 - 0''.000\,000\,44\,t^3 - 0''.000\,029\,956\,t^4 - 0''.000\,000\,036\,8\,t^5 \quad (56)$$

gdzie t jest dane wzorem (20).

Przyjęty przez IAU, do stosowania od 2003 roku, model precesyjno-nutacyjny IAU2000 nie wyróżnia już nutacji długo- i krótkookresowej. Związek pomiędzy prawdziwym (*GST*) oraz średnim (*GMST*) czasem gwiazdowym Greenwich wyraża się wzorem

$$GST = GMST + Eq \quad (57)$$

przy czym *Eq* jest to równanie równonocy.

Po wprowadzeniu modelu precesyjno-nutacyjnego IAU2000 równanie równonocy opisywane było wzorem

$$Eq = \Delta\psi \cos \varepsilon_A + \sum_k [(C'_{s,0})_k \sin \alpha_k + (C'_{c,0})_k \cos \alpha_k] - 0''.000\,000\,87\,t \sin \Omega \quad (58)$$

gdzie ε_A jest nachyleniem ekliptyki poprawionym o zmiany precesyjne zdefiniowane w modelu IAU2000; $\Delta\psi$ to „całkowita” (bez podziału na składowe długo- i krótkookresową) nutacja w długości odniesiona do ekliptyki zadanej epoki, skąd $\Delta\psi \cos \varepsilon_A$ jest „klasycznym równaniem równonocy”. Pozostałe dwa człony po prawej stronie (58) stanowią uzupełnienie „równania równonocy”, zapewniające ciągłość prawdziwego czasu gwiazdowego Greenwich po przejściu na nową jego definicję oraz spójność z pozostałymi wielkościami systemu IAU2000. Parametry α_k i Ω oraz wartości współczynników $(C'_{s,0})_k$ i $(C'_{c,0})_k$ są podane w IERS Technical Note 32 „*IERS Conventions (2003)*”, a także w wersji elektronicznej wraz z pełną numeryczną reprezentacją *GST* na stronie internetowej <http://maia.usno.navy.mil/ch5tables.html>.

¹²⁾ Biegun *CIP* znajduje się bardzo blisko bieguna chwilowej osi obrotu Ziemi.

Po zastąpieniu modelu IAU2000 nowym modelem precesyjno–nutacyjnym IAU2006 wartość równania równonocy wyznacza się jako różnicę czasu gwiazdowego prawdziwego oraz czasu gwiazdowego średniego

$$Eq = GST - GMST \quad (59)$$

przy czym czas gwiazdowy prawdziwy jest obliczony bezpośrednio, wychodząc od pełnej macierzy precesyjno–nutacyjnej IAU2006 oraz tzw. równania początków (*equation of origins*). Podejście to jest równoważne poprzednio stosowanemu podejściu z użyciem modelu IAU2000.

Rolę jaką odgrywał czas gwiazdowy w transformacji pomiędzy układami ziemskim i niebieskim przejął Kąt Obrótu Ziemi (*ERA*), który nie jest obciążony wpływem precesji i nutacji. W nowym wyrażeniu na *GST* w funkcji czasu kąt θ (*ERA*) jest wyrażony w funkcji *UT1*, zaś pozostałe człony reprezentujące efekt precesji i nutacji w rektascensji są odniesione do skali czasu *TDB* (praktycznie do *TT*). Zgodnie z nową definicją *GMST* nie jest już kątem godzinnym średniej równonocy wiosennej na południku Greenwich. Należy zauważyć, że wprowadzanie w przyszłości nowych poprawionych modeli precesyjno–nutacyjnych spowoduje konieczność formułowania nowych wyrażań dla *GMST*. Także „równanie równonocy” nie prowadzi do prawdziwej rektascensji średniej równonocy. Obecna rola czasu gwiazdowego ogranicza się do umożliwienia zachowania ciągłości w obliczeniach astronomicznych. W szczególności $\theta(J2000.0) = GMST(J2000.0)$, zaś różnica *GST* — θ określa rektascensję *CIO*, a tym samym położenie punktu równonocy wiosennej na równiku *CIP*.

Dynamiczny Czas Gwiazdowy (*SDT*) (*Sidereal Dynamical Time*) jest odpowiednikiem *TT* w grupie skal czasu gwiazdowego. Definiuje się go dokładnie tak samo jak średni czas gwiazdowy Greenwich (*GMST*) tyle, że w odniesieniu do skali Czasu Ziemskiego, tj. we wzorze (56) kąt θ powinien być obliczony zgodnie z (53), przy czym argument $T_u = JD(TT) - 2451\,545.0$. Otrzymany w ten sposób *SDT* jest czasem średnim. Dynamiczny czas gwiazdowy prawdziwy otrzymuje się poprzez dodanie nutacji w rektascensji $\Delta\psi \cos \varepsilon_A$ do dynamicznego czasu gwiazdowego średniego.

Używana w służbie czasu skala czasu astronomicznego obrotowego jest nie tylko niejednostajna ale z uwagi na spowalnianie prędkości obrotowej Ziemi (rok słoneczny ulega skracaniu w tempie 0.2–1.2 sekundy na rok), spowodowanej efektami pływowymi, wykazuje dodatkowo nieliniowy trend w stosunku do jednostajnej skali czasu atomowego. Wprowadzona w 1964 roku skala Czasu Uniwersalnego Koordynowanego jest bliską aproksymacją niejednostajnego czasu obrotowego uniwersalnego *UT1* skalą czasu atomowego.

Czas Uniwersalny Koordynowany (*UTC* lub *TUC*) (potocznie — *Universal Time Coordinated*, poprawnie — *Coordinated Universal Time* lub *Temps Universel Coordonné*), jako najbardziej zbliżony do czasu słonecznego średniego na południku Greenwich, czas przedziałami jednostajny, stanowi od 1964 roku podstawę czasu cywilnego utrzymywanego początkowo przez BIH a następnie od 1988 roku przez Sekcję Czasu BIPM w Paryżu (do 1964 roku czas cywilny opierał się na skali czasu słonecznego średniego Greenwich *GMT* zwanej również czasem uniwersalnym *UT*). Lokalne realizacje *UTC* są prowadzone przez narodowe laboratoria czasu. Pierwotnie utrzymywano skalę czasu koordynowanego w pobliżu aktualnej przeciętnej wartości skali czasu uniwersalnego średniego *UT1* (dopuszczalne odchylenie 5×10^{-9}), zachowując różnicę obu czasów — w granicach 0.1 sekundy. Zmiany wprowadzano skokami z zastosowaniem zmiennej częstotliwości *UTC*. Od stycznia 1972 roku zaniechano jednak zmian częstotliwości *UTC* i zwiększono tolerancję różnic *UT1* — *UTC*. Wskazania Czasu Uniwersalnego Koordynowanego mogą teraz odbiegać o mniej niż 1 sekundę od *UT1* i różnić się od jednoczesnych wskazań Międzynarodowego Czasu Atomowego (*TAI*) tylko o całkowitą liczbę sekund. Zmiany mające zapobiec większemu niż 1 sekunda oddaleniu czasu koordynowanego od czasu uniwersalnego są dokonywane poprzez dodanie tzw. sekundy przestępnej (leap second) 31 grudnia lub 30 czerwca. Od 1 stycznia 2017 roku różnica ta wynosi¹³⁾:

$$TAI - UTC = 37^s \quad (60)$$

Różnice [*UT1* — *UTC*], a także [*UT1* — *TAI*], określające relacje pomiędzy skalą czasu astronomicznego obrotowego i skalami czasu atomowego są regularnie wyznaczone przez IERS na podstawie obserwacji VLBI, GPS, SLR i DORIS, a następnie publikowane w biuletynach IERS (<https://www.iers.org>).

¹³⁾ Wprowadzenie sekundy przestępnej jest każdorazowo ogłaszane w wydawanym przez IERS biuletynie C; (<https://www.iers.org/ IERS/EN/Publications/Bulletins/bulletins.html>).

Kierując się względami praktycznymi, związanymi z posługiwaniem się czasem w życiu codziennym, na Konferencji Międzynarodowej w Washington D.C. w 1884 roku wprowadzono czas strefowy. Dokonano w tym celu podziału Ziemi na 24 południkowe strefy godzinne, każda o szerokości 15° . Granice stref dostosowano do wygody i życzenia mieszkańców poszczególnych regionów (w USA określono je dopiero w 1918 roku). Wewnątrz strefy obowiązuje jednolity czas strefowy. Południki strefowe przebiegające przez środek stref czasowych: 0° , 15° , 30° , ..., w kierunku na wschód od Greenwich ponumerowano odpowiednio liczbami całkowitymi: 0, 1, 2, ..., przypisując każdemu południkowi strefowemu odpowiednią liczbę ΔZ .

Czas strefowy (ZT) (Zonal Time) jest to czas koordynowany (atomowy) południków strefowych. ZT jest przesunięty względem UTC (do 1964 roku względem czasu astronomicznego obrotowego GMT lub UT) o całkowitą (w większości wypadków) liczbę ΔZ godzin, tj.:

$$ZT = UTC + \Delta Z \quad (61)$$

Poszczególne kraje opierają rachubę swego czasu urzędowego przeważnie na najbliższym południku strefowym. W Polsce podstawowym czasem urzędowym jest czas środkowoeuropejski (CSE), czyli czas południka oddalonego o 15° na wschód od Greenwich (jest to w przybliżeniu południk Zgorzelca). W innych państwach ustalony czas urzędowy obowiązuje nierzadko na obszarze kilku stref czasowych lub bywa przesunięty od odpowiedniego czasu strefowego o 30 lub 15 minut. W niektórych krajach w okresie letnim jest wprowadzany tzw. czas letni. Przy przechodzeniu z czasu zimowego na letni wskazówki zegarów są przesuwane o 1 godzinę do przodu, a przy powrocie na czas zimowy są o 1 godzinę cofane. W Polsce czas letni (czyli czas wschodnioeuropejski — czas południka 30°E) obowiązywał od wiosny do jesieni w latach 1946–1949 i 1957–1964, a począwszy od 1977 roku jest wprowadzany corocznie. Relacja między letnim i zimowym czasem urzędowym w Polsce a Czasem Uniwersalnym Koordynowanym przedstawia się następująco:

$$\text{czas letni} = \text{czas wschodnioeuropejski} = UTC + 2^h$$

$$\text{czas zimowy} = \text{czas środkowoeuropejski (CSE)} = UTC + 1^h$$

W zagadnieniach, w których nie jest wymagana lepsza od 1 sekundy dokładność rejestracji czasu, czas środkowoeuropejski koordynowany można utożsamiać ze średnim słonecznym czasem środkowoeuropejskim. W przypadkach jednak, w których są wyższe wymagania dokładności rejestracji czasu, np. przy precyzyjnych wyznaczeniach astronomicznych azymutu, należy rozróżnić skalę czasu koordynowanego (atomowego) od skali czasu obrotowego.

W przeszłości istotną rolę odgrywały także inne, niestosowane obecnie, skale czasów. Do końca lat 30. XX wieku czas uniwersalny UT był uważany za jednostajną skalę czasu. Nieregularności UT dostrzeżono dopiero dzięki zastosowaniu zegarów kwarcowych, a później zegarów atomowych. Na podstawie analizy źródeł tych nieregularności, w miejsce czasu UT wprowadzono trzy jego reprezentacje, przy czym pojęcie czasu UT pozostawało nadal w użyciu przy określaniu czasu uniwersalnego gdy nie była wymagana wysoka dokładność:

UT0 (lub *TU0*) — czas uniwersalny prawdziwy — wyznaczany bezpośrednio (po uwzględnieniu równania czasu) z obserwacji astronomicznych średni czas słoneczny średniego południka Greenwich, od którego były odmierzane długości geograficzne. Płaszczyzna średniego południka Greenwich była określona przez dwa kierunki: kierunek linii pionu w Greenwich oraz kierunek równoległy do średniej osi obrotu Ziemi¹⁴⁾, która łączy średnie bieguny geograficzne. Prawdziwy czas uniwersalny można było uważać za kątową miarę rzeczywistego obrotu Ziemi wokół średniej osi obrotu.

UT1 (lub *TU1*) — czas uniwersalny średni — średni czas słoneczny chwilowego południka Greenwich, odniesionego do chwilowej osi obrotu Ziemi¹⁵⁾ (czas uniwersalny średni, w którym zostały uwzględnione okresowe zmiany wywołane strefową składową pływów oznaczano przez *UT1R* — okresowości 5 – 35 dób, *UT1S* — okresowości 5 dób – 18.6 lat oraz *UT1D* — okresowości dobowe i krótsze: IERS Technical Note 21, 1996). Średni czas uniwersalny można było uważać za kątową miarę rzeczywistego obrotu Ziemi wokół chwilowej osi obrotu, która łączy chwilowe bieguny geograficzne.

¹⁴⁾ W latach 1967–1988 średnia oś obrotu Ziemi była określona przez międzynarodowy umowny średni biegun północny Ziemi CIO*. Obecnie jest ona określona przez biegun ITRS.

¹⁵⁾ W latach 1988–2002 oś chwilowa była utożsamiana z osią bieguna CEP, od roku 2003 — z osią bieguna CIP.

Zestawienie okresów, w których obowiązywał w Polsce czas letni

od 1946.IV.14 0 ^h CSE	do 1946.X.07 2 ^h CSE	od 1995.III.26 2 ^h CSE	do 1995.IX.24 2 ^h CSE
od 1947.V.04 2 ^h CSE	do 1947.X.05 2 ^h CSE	od 1996.III.31 2 ^h CSE	do 1996.X.27 2 ^h CSE
od 1948.IV.18 2 ^h CSE	do 1948.X.03 2 ^h CSE	od 1997.III.30 2 ^h CSE	do 1997.X.26 2 ^h CSE
od 1949.IV.10 2 ^h CSE	do 1949.X.02 2 ^h CSE	od 1998.III.29 2 ^h CSE	do 1998.X.25 2 ^h CSE
od 1957.VI.02 1 ^h CSE	do 1957.IX.29 1 ^h CSE	od 1999.III.28 2 ^h CSE	do 1999.X.31 2 ^h CSE
od 1958.III.30 1 ^h CSE	do 1958.IX.28 1 ^h CSE	od 2000.III.26 2 ^h CSE	do 2000.X.29 2 ^h CSE
od 1959.V.31 1 ^h CSE	do 1959.X.04 1 ^h CSE	od 2001.III.25 2 ^h CSE	do 2001.X.28 2 ^h CSE
od 1960.IV.03 1 ^h CSE	do 1960.X.02 1 ^h CSE	od 2002.III.31 2 ^h CSE	do 2002.X.27 2 ^h CSE
od 1961.V.28 1 ^h CSE	do 1961.X.01 1 ^h CSE	od 2003.III.30 2 ^h CSE	do 2003.X.26 2 ^h CSE
od 1962.V.27 1 ^h CSE	do 1962.IX.30 1 ^h CSE	od 2004.III.28 2 ^h CSE	do 2004.X.31 2 ^h CSE
od 1963.V.26 1 ^h CSE	do 1963.IX.29 1 ^h CSE	od 2005.III.27 2 ^h CSE	do 2005.X.30 2 ^h CSE
od 1964.V.31 1 ^h CSE	do 1964.IX.27 1 ^h CSE	od 2006.III.26 2 ^h CSE	do 2006.X.29 2 ^h CSE
od 1977.IV.03 1 ^h CSE	do 1977.IX.25 1 ^h CSE	od 2007.III.25 2 ^h CSE	do 2007.X.28 2 ^h CSE
od 1978.IV.02 1 ^h CSE	do 1978.X.01 1 ^h CSE	od 2008.III.30 2 ^h CSE	do 2008.X.26 2 ^h CSE
od 1979.IV.01 1 ^h CSE	do 1979.IX.30 1 ^h CSE	od 2009.III.29 2 ^h CSE	do 2009.X.25 2 ^h CSE
od 1980.IV.06 1 ^h CSE	do 1980.IX.28 1 ^h CSE	od 2010.III.28 2 ^h CSE	do 2010.X.31 2 ^h CSE
od 1981.III.29 1 ^h CSE	do 1981.IX.27 1 ^h CSE	od 2011.III.27 2 ^h CSE	do 2011.X.30 2 ^h CSE
od 1982.III.28 1 ^h CSE	do 1982.IX.26 1 ^h CSE	od 2012.III.25 2 ^h CSE	do 2012.X.28 2 ^h CSE
od 1983.III.27 1 ^h CSE	do 1983.IX.25 1 ^h CSE	od 2013.III.31 2 ^h CSE	do 2013.X.27 2 ^h CSE
od 1984.III.25 1 ^h CSE	do 1984.IX.30 1 ^h CSE	od 2014.III.30 2 ^h CSE	do 2014.X.26 2 ^h CSE
od 1985.III.31 1 ^h CSE	do 1985.IX.30 1 ^h CSE	od 2015.III.29 2 ^h CSE	do 2015.X.25 2 ^h CSE
od 1986.III.30 1 ^h CSE	do 1986.IX.28 1 ^h CSE	od 2016.III.27 2 ^h CSE	do 2016.X.30 2 ^h CSE
od 1987.III.29 1 ^h CSE	do 1987.IX.27 1 ^h CSE	od 2017.III.26 2 ^h CSE	do 2017.X.29 2 ^h CSE
od 1988.III.27 1 ^h CSE	do 1988.IX.25 1 ^h CSE	od 2018.III.25 2 ^h CSE	do 2018.X.28 2 ^h CSE
od 1989.III.26 1 ^h CSE	do 1989.IX.24 1 ^h CSE	od 2019.III.31 2 ^h CSE	do 2019.X.27 2 ^h CSE
od 1990.III.25 2 ^h CSE	do 1990.IX.30 2 ^h CSE	od 2020.III.29 2 ^h CSE	do 2020.X.25 2 ^h CSE
od 1991.III.31 2 ^h CSE	do 1991.IX.29 2 ^h CSE	od 2021.III.28 2 ^h CSE	do 2021.X.31 2 ^h CSE
od 1992.III.29 2 ^h CSE	do 1992.IX.27 2 ^h CSE	od 2022.III.27 2 ^h CSE	do 2022.X.30 2 ^h CSE
od 1993.III.28 2 ^h CSE	do 1993.IX.26 2 ^h CSE	od 2023.III.26 2 ^h CSE	do 2023.X.29 2 ^h CSE
od 1994.III.27 2 ^h CSE	do 1994.IX.25 2 ^h CSE		

Dane począwszy od 2022 roku: Rozp. Prezesa Rady Ministrów z 4 marca 2022 r. w sprawie wprowadzenia i odwołania czasu letniego środkowoeuropejskiego w latach 2022–2026, Dz. U. z dnia 7 marca 2022 r., poz. 539.

UT2 (lub *TU2*) — czas uniwersalny quasi-jednostajny — średni czas słoneczny chwilowego południka Greenwich uwolniony od sezonowych nieregularności ruchu obrotowego Ziemi. Quasi-jednostajny czas uniwersalny można było uważać za kątową miarę „uśrednionego” obrotu Ziemi wokół chwilowej osi obrotu¹⁶⁾.

Podane definicje reprezentacji systemów czasu uniwersalnego obowiązywały do 2003 roku. Zależności między zdefiniowanymi powyżej systemami czasu uniwersalnego można przedstawić za pomocą następujących wzorów:

$$UT1 = UT0 + \Delta\lambda \quad (62)$$

$$UT2 = UT0 + \Delta\lambda + \Delta T_s = UT1 + \Delta T_s \quad (63)$$

Znaczenie poprawek $\Delta\lambda$ i ΔT_s , które reprezentują odpowiednio efekt ruchu bieguna oraz sezonowe nieregularności ruchu obrotowego Ziemi zdefiniowano w części szczegółowej objaśnień RA (patrz wzory (78) i (79)).

Czasem astronomicznym bardziej jednostajnym od czasu obrotowego był Czas Efemeryd.

Czas Efemeryd (*ET* lub *TE*) (*Ephemeris Time* lub *Temps des Ephémérides*) zwany również czasem efemerydalnym, wprowadzony w 1954 roku, był czasem słonecznym lecz nie związanym z ruchem obrotowym Ziemi, a z jej ruchem orbitalnym wokół Słońca. Nieco później definicję *ET* związanej również z ruchem orbitalnym Księżyca wokół Ziemi. Nie istnieje

¹⁶⁾ W latach 1988–2002 oś chwilowa była utożsamiana z osią bieguna *CEP*, od roku 2003 — z osią bieguna *CIP*.

wzorzec podstawowy reprodukuje dobę ET . Miarą Czasu Efemeryd jest pozycja Słońca, a dokładnie jego długość ekliptyczna. Sekundę Czasu Efemeryd, która do 1967 roku była podstawową jednostką czasu, określa się jako $1/31\,556\,925.974\,7$ część roku zwrotnikowego¹⁷⁾ epoki 1900 styczeń $0^d\,12^h$ Czasu Efemeryd.

Niestaołość jednostek czasów słonecznego i gwiazdowego związanych z ruchem obrotowym Ziemi wynika nie tylko ze zmian sezonowych ΔT_s w prędkości kątowej ruchu obrotowego Ziemi ale także z powodu zmian wiekowych i okresowych ΔT tego ruchu. Zależność między Czasem Efemeryd a czasem uniwersalnym jest następująca:

$$ET = UT2 + \Delta T \quad (64)$$

gdzie ΔT jest poprawką, której dokładną wartość można było otrzymać *ex post*, i to ze znacznym opóźnieniem wynikającym z konieczności opracowania pewnego okresu obserwacji długości ekliptycznej Księżyca i porównaniu z efemerydą. Poprawkę tę otrzymuje się na mocy wzorów:

$$\begin{aligned} \Delta T &= 24.349 + 72.318T + 29.950T^2 + 1.82144B''/1'' \\ B'' &= \lambda_{obs} - [\lambda_{Br.} + 4.65 + 12.96T + 5.22T^2 - 10.71 \sin(240.7 + 140.0T)] \end{aligned} \quad (65)$$

We wzorach (65) T oznacza liczbę stuleci juliańskich liczonych od momentu 1900 styczeń $0^d\,12^h\,UT1$, zaś B'' jest to tzw. fluktuacja, która przedstawia różnicę: zaobserwowana długość ekliptyczna Księżyca (λ_{obs}) pomniejszona o jej wartość wziętą z tablic Browna ($\lambda_{Br.}$), poprawiona o stałą i uzupełniona wiekowymi i okresowymi przyspieszeniami ruchu Księżyca. Dodać należy, że niejednostajność czasu słonecznego zaznacza się również w ruchu planet wewnętrznych. Ułożone przez Newcomba tablice Słońca z argumentem „czas uniwersalny” pozostają w mocy ze zmianą jedynie nazwy argumentu „czas uniwersalny” na „Czas Efemeryd”.

W roku 2023, zgodnie z przewidywaniami zawartymi w biuletynach IERS, można przyjmować następującą przybliżoną relację między Czasem Efemeryd a czasem uniwersalnym:

$$ET = UT1 + 69^s \quad (66)$$

Wadą Czasu Efemeryd jest jego zależność od podlegającej udoskonaleniom teorii ruchu Księżyca, a także nieuwzględnienie w nim efektów wynikających z ogólnej teorii względności. ET był używany jako argument równań ruchu ciał niebieskich układu słonecznego do 1984 roku, kiedy to został zastąpiony zdefiniowanym przez XVI Zgromadzenie Generalne IAU (Grenoble, 1976) (Rezolucja 5) Ziemijskim Czasem Dynamicznym.

Ziemijski Czas Dynamiczny (TDT) (*Temps Dynamique Terrestre* lub *Terrestrial Dynamical Time*) był czasem atomowym odniesionym do środka mas Ziemi i zdefiniowanym następująco:

$$TDT = TAI + 32.184 \quad (67)$$

TDT był używany jako argument efemeryd dla obserwacji z powierzchni Ziemi. Przesunięcie skali czasu TDT w stosunku do TAI o 32.184 s, odpowiadające różnicy między ET i TAI 1977 styczeń $1^d\,0^h$, zostało wprowadzone w celu zachowania ciągłości liczenia czasu przy przejściu od ET do TDT . Tablice Słońca Newcomba pozostały zatem nadal w mocy ze zmianą nazwy argumentu „Czas Efemeryd” na „Ziemijski Czas Dynamiczny”. Tak jak w przypadku ET , w roku 2023 można przyjmować przybliżoną relację między Ziemijskim Czasem Dynamicznym a czasem uniwersalnym:

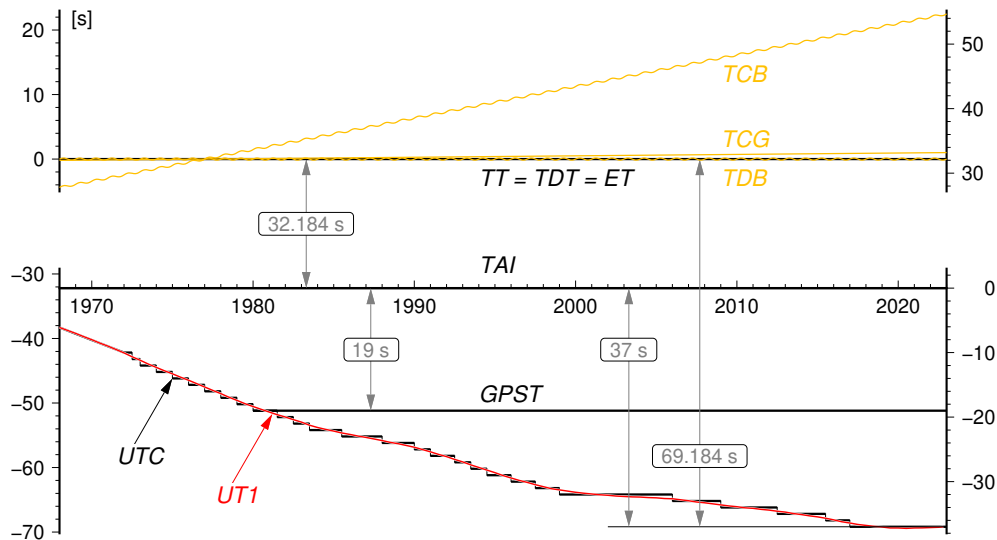
$$TDT = UT1 + 69^s \quad (68)$$

Na mocy Rezolucji 4 XXI Zgromadzenia Generalnego IAU (Buenos Aires, 1991) Ziemijski Czas Dynamiczny został zastąpiony równoważnym mu Czasem Ziemijskim (TT), tj.:

$$TT \equiv TDT \quad (69)$$

Astronomiczna rachuba czasu stosowana do długich jego odstępów (lat, stuleci) wiąże się z ruchem orbitalnym Ziemi. Okres pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami środka Ziemi przez płaszczyznę utworzoną przez środek Słońca, punkt równonocy wiosennej oraz kierunek bieguna ekliptyki jest nazwany rokiem zwrotnikowym. Zawiera on $365.242\,198\,79 - 0.000\,006\,14 \times t$ dób, gdzie t oznacza liczbę stuleci juliańskich od epoki 1900 styczeń $0^d\,12^h$ Czasu Efemeryd czyli od południa 31 grudnia 1899 r. Interwał czasu odpowiadający $1/31\,556\,925.974\,7$ części roku zwrotnikowego na tę epokę został przyjęty jako sekunda Czasu Efemeryd, a następnie został uznany jako podstawowa jednostka czasu atomowego i miara sekundy SI.

¹⁷⁾ Rok zwrotnikowy jest to odstęp czasu pomiędzy dwoma kolejnymi przejściami środka masy Ziemi przez płaszczyznę, którą tworzy środek Słońca, punkt równonocy wiosennej i kierunek bieguna ekliptyki (w ciągu roku zwrotnikowego długość ekliptyczna Słońca zmienia się o 360°).



Rys. 3 Zależności pomiędzy niektórymi stosowanymi skalami czasu

Data juliańska (*JD*) (*Julian Date*) jest ciągłą rachubą dni wprowadzoną w XVI wieku. Za początek tzw. okresu juliańskiego, od którego liczy się dni juliańskie, przyjęto moment -4712 styczeń $1^d 12^h$ czyli południe 1 stycznia 4713 p.n.e. Pierwotnie data juliańska była odniesiona do skali średniego czasu słonecznego, a do niedawna, do 1997 roku do *UT1*. Niekiedy specyfikowano daty juliańskie w odniesieniu do Czasu Efemeryd *ET* i wówczas oznaczano je jako *JED* (*Julian Ephemeris Date*). Doba juliańska zawsze rozpoczyna się o $12^h 00^m 00^s$, a jej długość odpowiada 24 godzinom lub 1440 minutom lub 86 400 sekundom skali czasu, do której została odniesiona. I tak, na przykład doba juliańska odniesiona do skali *UT1* odpowiada 86 400 sekundom *UT1*, czyli średniego czasu słonecznego, zaś doba juliańska odniesiona do *ET* odpowiada 86 400 sekundom efemerydalnym. Moment 1900 styczeń $1^d 12^h$ *UT1* odpowiada *JD*(*UT1*) 2 415 021.0, zaś epoka J2000.0 (2000 styczeń $1^d 12^h$ *UT1*) odpowiada *JD*(*UT1*) 2 451 545.0.

XXIII Zgromadzenie Generalne IAU (Kyoto, 1997) na mocy Rezolucji B1 zaleciło aby data juliańska była wyrażana w skali Czasu Ziemi *TT*. W przypadku odniesienia daty juliańskiej do innej niż *TT* skali czasu, np. *UT1*, należy więc w myśl tej rezolucji stosować oznaczenie *JD*(*UT1*).

Dla skrócenia zapisu i uproszczenia obliczeń, w końcu lat 1950, wprowadzono tzw. zmodyfikowaną datę juliańską (*MJD*) (*Modified Julian Date*). Zazwyczaj korzysta się z następującej definicji *MJD*:

$$MJD = JD - 2\,400\,000.5 \quad (70)$$

Początek *MJD* pokrywa się z początkiem doby, tj. 0^h odpowiedniej skali czasu. Rok juliański odpowiada 365.25 dobom juliańskim, zaś stulecie juliańskie odpowiada 36 525 dobom juliańskim.

Juliańska data gwiazdowa (*JSD*) (*Julian Sidereal Date*) zwana również Datą Gwiazdową Greenwich (*GSD*) (*Greenwich Sidereal Date*) jest odpowiednikiem daty juliańskiej, odniesionej do skali czasu gwiazdowego. *JSD* jest definiowany jako interwał czasu liczony w dobach gwiazdowych, określonych przez punkt równonocy na daną epokę, jaki upłynął na południku Greenwich od początku doby gwiazdowej, w której wypada moment *JD* 0.0. Przykładowo *JSD* 2 421 633.0 odpowiada momentowi 1899 grudzień $31^d 17^h 21^m 07.2^s$ *UT1* (*JD* 2 415 020.223). Przybliżone zależności pomiędzy rachubami *JD* i *JSD* wyglądają następująco:

$$\begin{aligned} JSD &= +0.671 + 1.002\,737\,909\,3 \times JD \\ JD &= -0.669 + 0.997\,269\,566\,4 \times JSD \end{aligned}$$

CZĘŚĆ SZCZEGÓŁOWA

Czas gwiazdowy Greenwich i Kąt Obrotu Ziemi (str. 8÷11)

Średni czas gwiazdowy Greenwich $GMST$ o zerowej godzinie czasu uniwersalnego średniego $UT1$ obliczono w odstępach dobowych według wzoru (56) zatwierdzonego uchwałą Międzynarodowej Unii Astronomicznej (Manchester, 2000) (Rezolucja B1.8). Wzór ten uwzględnia poprawkę związaną z obowiązującym od 2003 roku przejściem od punktu równonocy wiosennej (ekwinokcjum) systemu FK5 do CEO (obecnie CIO) w IRS oraz przejściem od modelu precesyjno-nutacyjnego IAU2000 do modelu IAU2006 i zapewnia ciągłość w $UT1$, wyznaczanym z obserwacji astronomicznych i satelitarnych

$$GMST \text{ o } 0^h UT1 = 2\pi(0.779\,057\,273\,2640 + 1.002\,737\,811\,911\,354\,48T_u) + \\ + 0.014\,506 + 4612.156\,534\,t + 1.391\,581\,7\,t^2 - 0.000\,000\,44\,t^3 - 0.000\,029\,956\,t^4 - 0.000\,000\,036\,8\,t^5 \quad (71)$$

gdzie T_u jest wyrażony w dobach juliańskich¹⁸⁾ odniesionych do skali czasu $UT1$

$$T_u = JD(UT1) - 2\,451\,545.0 \quad (72)$$

zaś parametr t jest wyrażony w stuleciach juliańskich odniesionych do skali czasu TT

$$t = (JD(TT) - 2000 \text{ styczeń } 1^d 12^h TT) / 36\,525 \quad (73)$$

Argumenty $UT1$ i TT we wzorach (72) i (73) wyznacza się w oparciu o UTC z następujących zależności:

$$UT1 = UTC + [UT1 - UTC]_{\text{IERS}} \\ TT = UTC + 69^s.184$$

gdzie różnica $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$ jest wyznaczanym przez IERS parametrem ruchu obrotowego Ziemi¹⁹⁾.

Przy obliczaniu prawdziwego czasu gwiazdowego Greenwich GST stosowano wzory zatwierdzonej uchwałą IAU (Praha, 2006) teorii precesyjno-nutacyjnej IAU2006 (Rezolucja 1).

Wartości równania równonocy Eq otrzymuje się jako różnicę prawdziwego czasu gwiazdowego GST i średniego czasu gwiazdowego Greenwich $GMST$, zgodnie z zależnością (59).

Kąt Obrotu Ziemi (ERA) θ zgodnie z Rezolucją B1.8 IAU (Manchester, 2000) jest obliczany wg wzoru (27).

Przykłady

- 1) Wyrazić moment 2023 sierpień $12^d 11^h 29^m 30.0000^s$ czasu wschodnioeuropejskiego w średnim i prawdziwym czasie gwiazdowym południka Borowej Góry; rachunek należy prowadzić do 0.0001 .

Czas wschodnioeuropejski	$11^h 29^m 30.0000^s$	
minus redukcja strefowa ΔZ	$- 2\,00\,00.0000$	
UTC	$9\,29\,30.0000$	
plus poprawka $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	$+ 0.0790$	ze str. 43 (interpolowane)
$UT1$	$9\,29\,30.0790$	
plus redukcja $UT1$ na śr. czas gw.	$+ 0\,01\,33.5546^a)$	
Δs interwał cz. śr. gw. odp. $UT1$	$9\,31\,03.6335$	
$GMST \text{ o } 0^h UT1$	$+21\,20\,45.7654$	ze str. 10
$GMST$ w zadanym momencie	$6\,51\,49.3989$	
plus długość geogr. BG	$+ 1\,24\,08.9140^b)$	
śr. czas gwiazdowy BG	$8\,15\,58.3129$	
plus równanie równonocy Eq	$- 0.4118^c)$	
prawdziwy czas gwiazdowy BG	$8\,15\,57.9011$	

¹⁸⁾ Data juliańska na $0^h TT$ każdego dnia roku 2023 jest podana w trzeciej kolumnie w tablicach pozycji Słońca na str. 12÷19.

¹⁹⁾ Poprawki do czasu uniwersalnego są podane w tablicach na str. 42÷43.

- a) $9^h 29^m 30.0790^s = 34 170.0790$; $34 170.0790 \times 0.002 737 909 3 = 93.5546$ (patrz wzór na str. 59).
- b) Wg uchwały IAU (Patras, 1982) (Rezolucja C4), długości geograficzne na wschód od Greenwich przybierają znak dodatni. Długość geograficzna BG wynosi $1^h 24^m 08.9140^s$ (str. 7).
- c) Ze str. 10 wypisujemy podane na 0^h czasu $UT1$ na okalające daty wartości równania równonocy Eq , a następnie tworzymy różnice

11	-0.4202	0.0060	
2023.VIII.12	-0.4142	0.0058	-0.0002
13	-0.4084	0.0044	-0.0014
14	-0.4040		

Posłużymy się wzorem interpolacyjnym Bessela

$$u = u_0 + n\Delta_{1/2}^I + \frac{n(n-1)}{4} (\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II}) + \dots$$

w którym pomijamy wyrazy zawierające trzecie i dalsze różnice, ponieważ nie mają one tu znaczenia praktycznego. Otrzymujemy

	u_0	$= -0.4142$
$n = \frac{9^h 29^m 30.0790^s}{24^h}$	$= +0.3955$	$n\Delta_{1/2}^I = +0.0023$
$\frac{n(n-1)}{4} = -0.0598$	$\frac{n(n-1)}{4} (\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II}) = +0.0001$	
	u	$= -0.4118$

Jeżeli rachunek zamiany czasów prowadzimy do 0.001 , to równanie równonocy wystarczy interpolować liniowo, a redukcję czasu średniego słonecznego do czasu średniego gwiazdowego można wykonać korzystając ze wzoru (16).

- 2) Wyrazić moment 2023 sierpień $12^d 8^h 15^m 57.9011^s$ prawdziwego czasu gwiazdowego południka Borowej Góry w czasie środkowoeuropejskim i w czasie wschodnioeuropejskim; rachunek należy prowadzić do 0.0001 .

Prawdziwy czas gw. BG	$8^h 15^m 57.9011^s$	
minus długość geogr. BG	$- 1^h 24^m 08.9140^s$	ze str. 7
GST	$6^h 51^m 48.9871^s$	
minus równanie równonocy Eq	$+ 0.4118^a$	
$GMST$ w zadanym momencie	$6^h 51^m 49.3989^s$	
minus $GMST$ o $0^h UT1$	$-21^h 20^m 45.7654^s$	ze str. 10
Δs – interwał cz. śr. gw. od $0^h UT1$	$9^h 31^m 03.6335^s$	
minus red. int. Δs na odp. int. $UT1$	$- 0^h 01^m 33.5546^s$	
$UT1$	$9^h 29^m 30.0790^s$	
minus poprawka $[UT1 - UTC]_{IERS}$	$- 0.0790^s$	ze str. 43 (interpolowane)
UTC	$9^h 29^m 30.0000^s$	
plus redukcja strefowa ΔZ	$+ 1^h 00^m 00.0000^s$	
czas środkowoeuropejski/	$10^h 29^m 30.0000^s$	
plus redukcja strefowa ΔZ	$+ 1^h 00^m 00.0000^s$	
czas wschodnioeuropejski/	$11^h 29^m 30.0000^s$	

- a) Równanie równonocy interpolujemy jak w przykładzie poprzednim. Do obliczenia współczynnika n potrzebna jest znajomość a priori $UT1$ w zadanym momencie. Jednakże niedokładność rzędu 0.1^m nie stanowi przeszkody, toteż potrzebną wartość czasu $UT1$ można obliczyć w następujący sposób:

czas gwiazdowy Greenwich	$6^h 51^m 8.2^s$
minus czas gwiazdowy Gr. o $0^h UT1$	$-21^h 20.76^m$
Δs – interwał czasu gw. od $0^h UT1$	$9^h 31.05^m$
minus red. int. Δs na odp. int. $UT1$	$- 0^h 01.56^m$
$UT1$	$9^h 29.49^m$ wzór (17) ze str. 59

Następnie obliczamy współczynnik interpolacyjny: $n = \frac{9^h 29.49^m}{24^h} = +0.3955$

Dalej postępujemy jak w przykładzie poprzednim.

Jeżeli obliczenia zamiany czasów są prowadzone do 0.001 , to równanie równonocy Eq wystarczy interpolować liniowo, przy czym do obliczenia współczynnika interpolacyjnego n zadowalająca jest znajomość czasu uniwersalnego do 0.1^h .

- 3) Obliczyć wartość Kąta Obrotu Ziemi na moment 2023 czerwiec $26^d 8^h 48^m 30.0000^s$ czasu środkowoeuropejskiego; rachunek prowadzić do 0.0001.

<i>CSE</i>	$8^h 48^m 30.0000^s$	
minus redukcja strefowa ΔZ	$-1\ 00\ 00.0000$	
<i>UTC</i>	$7\ 48\ 30.0000$	
plus poprawka $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	$+ 0.0200$	ze str. 43 (interpolowane)
<i>UT1</i>	$7\ 48\ 30.0200$	

Wartość Kąta Obrotu Ziemi można teraz obliczyć korzystając bezpośrednio ze wzoru (27) na str. 66, przyjmując $T_u = JD(UT1) - J2000.0 = 2\ 460\ 121.5 + \frac{7\ 48\ 30.0200}{24^h} - 2\ 451\ 545.0 = 8\ 576.825\ 347\ 454$ oraz biorąc wartość Kąta Obrotu Ziemi θ modulo 2π i wyrażając ją w jednostkach czasu

$$\theta = 2^h 04^m 02.4377^s$$

lub za pomocą liniowej interpolacji wartości θ , podanych w czwartej kolumnie tablicy na str. 9 Rocznika

$$\theta = \theta_0 + n\Delta_0^I, \quad \text{gdzie } n = \frac{7^h 48^m 30.0200^s}{24^h} = +0.325\ 347\ 454$$

	θ	Δ_0^I
2023 czerwiec $26^d 0^h UT1$	$18^h 14^m 15.4577^s$	
	$24^h 03^m 56.5470^s$	
	$24^h + 18\ 18\ 12.0047$	
θ_0	$= 18^h 14^m 15.4577^s$	
$n\Delta_0^I$	$= + 7\ 49\ 46.9800$	
θ	$= 2\ 04\ 02.4377$	

Słońce (str. 12÷19)

Początkiem okresu juliańskiego, od którego liczy się daty juliańskie (JD), jest moment -4712 styczeń $1^d 12^h TT$ czyli południe TT 1 stycznia 4713 r. p.n.e.

Pozorne współrzędne równikowe (CIP) Słońca: rektascensja (α_{app}^{CIO}) odniesiona do CIO , rektascensja (α_{app}^γ) odniesiona do punktu równonocy wiosennej i deklinacja (δ_{app}), obliczone w odstępach dobowych w skali czasu TT . Zawierają one wpływ aberracji rocznej. Zgodnie z zaleceniem IAU, CIO (poprzednio określany jako CEO) zastąpił punkt równonocy wiosennej jako punkt początkowy liczenia rektascensji. Wynikająca stąd różnica w rektascensji Słońca wynosi średnio w roku 2023: $\alpha_{app}^{CIO} - \alpha_{app}^\gamma \approx -72.3$. Wartość deklinacji nie ulega zmianie.

W kolejnych kolumnach tablic zawarto:

- $V_\delta/1^h$, przemianę deklinacji pozornej Słońca na jedną godzinę;
- R , widomy kątowy promień tarczy słonecznej, obliczony przy założeniu, że liniowa średnica tarczy słonecznej $D_\odot = 1.392 \times 10^9 m$;
- π , horyzontalną paralaksę równikową Słońca;
- E , równanie czasu — jest to różnica pomiędzy rektascensją Słońca średniego i rektascensją środka tarczy Słońca prawdziwego. Jest to także różnica pomiędzy kątem godzinnym środka Słońca prawdziwego i kątem godzinnym Słońca średniego. Uwaga: w tablicach podano równanie czasu E zwiększone o 12^h ;
- $V_E/1^h$, przemianę równania czasu na jedną godzinę.

Wschody i zachody Słońca odnoszą się do momentów wschodu i zachodu górnego brzegu tarczy słonecznej w Warszawie (Obserwatorium Politechniki) w czasie środkowoeuropejskim ($UTC + 1^h$). W obliczeniach uwzględniono refrakcję średnią i paralaksę Słońca. Chcąc wyrazić wschody i zachody w czasie wschodnioeuropejskim, który w Polsce jest czasem letnim, należy do momentów podanych w Roczniku dodać jedną godzinę.

Przykład obliczenia pozornych współrzędnych równikowych Słońca

- 4) Obliczyć pozorne współrzędne równikowe Słońca w Niebieskim Pośrednim Systemie Odniesienia $IRS_{\text{NIEBIESKI}}$ na moment 2023 sierpień $26^d 8^h 48^m 30^s$ czasu wschodnioeuropejskiego za pomocą wzoru interpolacyjnego Stirlinga

$$u = u_0 + n\Delta_0^I + \frac{n^2}{2}\Delta_0^{II} + \dots$$

Ze str. 17 Rocznika wypisujemy, podane na 0^h czasu TT , wartości α_{app}^{CIO} oraz δ_{app} na okalające daty i tworzymy różnice

	α_{app}^{CIO}		δ_{app}
25	$10^h 13^m 07^s.181$		$+10^\circ 55' 04''.46$
	$+219^s.968$		$-1\ 241''.57$
2023.VIII.26 ^d 0 ^h TT	$10\ 16\ 47.149$	$-0^s.419$	$+10\ 34\ 22.89$
	$+219.549$		$-1\ 251.48$
27	$10\ 20\ 26.698$		$+10\ 13\ 31.41$

Zadany moment podany jest w czasie wschodnioeuropejskim. Argumentem w tablicach Słońca jest natomiast Czas Ziemi TT , toteż w tymże czasie należy wyrazić zadany moment jeszcze przed rozpoczęciem rachunku interpolacyjnego. Przeliczenie to wykonuje się w sposób następujący:

czas wschodnioeuropejski	$8^h 48^m 30^s.000$	
minus redukcja strefowa ΔZ	$-2\ 00\ 00.000$	
UTC	$6\ 48\ 30.000$	
plus $(TAI - UTC)$	$+ 37.000$	wzór (60)
TAI	$6\ 49\ 07.000$	
plus $(TT - TAI)$	$+ 32.184$	wzór (44)
TT	$6\ 49\ 39.184$	

Teraz można obliczyć współczynnik interpolacyjny

$$n = \frac{6^h 49^m 39^s.184}{24^h} = +0.284\ 481$$

skąd

$$\frac{n^2}{2} = +0.0405$$

Obliczenie współrzędnych przebiega następująco:

	α_{app}^{CIO}	δ_{app}
u_0	$10^h 16^m 47^s.149$	$+10^\circ 34' 22''.89$
$n\Delta_0^I$	$+ 1\ 02.5172$	$- 5\ 54.613$
$\frac{n^2}{2}\Delta_0^{II}$	$- 00.0170$	$- 00.401$
u	$10^h 17^m 49^s.649$	$+10^\circ 28' 27''.88$

Deklinację pozorną można także obliczyć posługując się przemianami zamieszczonymi w następnej za deklinacją kolumnie, na mocy wzoru

$$u = u_0 + np \left[V_0 + \frac{n}{2} \Delta_0^I(V_0) + \dots \right]$$

Tym razem, poszukując deklinacji na ten sam moment co poprzednio, wypisujemy ze str. 17, oprócz wartości δ_{app} , także jej przemiany na jedną godzinę, $V_\delta/1^h$ na okalające daty, a następnie tworzymy różnice przemian

25	$-51''.517$	$-0''.420$
2023.VIII.26 ^d 0 ^h TT	-51.937	-0.406
27	-52.343	

Współczynnik interpolacyjny pozostaje taki sam jak poprzednio, tj. $n = +0.284\ 481$.

Współczynnik p , który przedstawia stosunek interwału funkcji u , do interwału jej przemiany V , równa się

$$p = \frac{24^h}{1^h} = 24$$

Dalszy rachunek przebiega następująco:

$\frac{n}{2}$	$= +0.1422$	V_0	$= -51''.937$	δ_0	$= +10^\circ 34' 22''.89$
np	$= +6.8276$	$\frac{n}{2}\Delta_0^I(V_0)$	$= - 0.059$	npV	$= - 05\ 55.004$
		V	$= -51''.996$	δ	$= +10^\circ 28' 27''.89$

- 5) Znaleźć kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry na moment 2023 sierpień 26^d 8^h48^m30^s czasu wschodnioeuropejskiego.

Kąt godzinny Słońca prawdziwego oblicza się ze wzoru $t = T + E - \mu\Delta T'$, gdzie T jest czasem średnim słonecznym odniesionym do południka lokalnego, E efemerydalnym równaniem czasu, a $\mu\Delta T'$ poprawką związaną z przejściem pomiędzy czasem TT , w którym jest wyrażone równanie czasu, a czasem $UT1$. Wielkość $\mu = 0.002\,737\,909\,350\,795$ (por. wzór ze str. 59), zaś $\Delta T'$ jest zdefiniowana za pomocą wzoru

$$\Delta T' = TT - UT1$$

Przy przeliczaniu kąta godzinnego Słońca prawdziwego w 2023 roku z dokładnością 0^s.001 wystarczy przyjąć $\Delta T' = 69^s$, skąd $\mu\Delta T' = 0^s.189$.

Czas wschodnioeuropejski	8 ^h 48 ^m 30 ^s .000	
minus redukcja strefowa ΔZ	– 2 00 00.000	
UTC	6 48 30.000	
plus $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	– 0.087	ze str. 43 (interpolowane)
UT1	6 48 30.087	
plus długość geograficzna BG	+ 1 24 08.914	ze str. 7
średni czas słoneczny BG	8 12 39.001	
minus $\mu\Delta T'$	– 0.189	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. połud. BG minus 12 ^h	8 12 38.812	
plus równanie czasu plus 12 ^h	11 58 02.467 ^{a)}	
kąt godzinny Słońca prawdz. wzgl. południka BG	20 10 41.279	

^{a)} Wyrażamy, zadany w czasie wschodnioeuropejskim moment, w TT

Czas wschodnioeuropejski	8 ^h 48 ^m 30 ^s .000	
minus redukcja strefowa ΔZ	–2 00 00.000	
UTC	6 48 30.000	
plus $(TAI - UTC)$	+ 37.000	wzór (60)
TAI	6 49 07.000	
plus $(TT - TAI)$	+ 32.184	wzór (44)
TT	6 49 39.184	

Ze str. 17 Rocznika wypisujemy na najbliższą północ TT zwiększone o 12 godzin równanie czasu oraz przemiany równania czasu na okalające daty, a następnie obliczamy pierwsze różnice przemian

25	+0.6819	+0.0178
2023.VIII.26 ^d 0 ^h TT	+0.6997	+0.0171
27	+0.7168	

liczymy współczynniki

$$n = \frac{6\,49\,39.184}{24^h} = +0.284\,481, \quad \frac{n}{2} = +0.1422, \quad p = \frac{24^h}{1^h} = 24, \quad np = +6.8276$$

i obliczamy interpolowaną wartość równania czasu

$$E + 12^h = 11^h57^m57.673 + 6.8276 (0.6997 + 0.1422 \times 0.0175) = 11^h58^m02.467$$

- 6) Wyrazić w czasie uniwersalnym średnim $UT1$ moment, w którym w dniu 26 sierpnia 2023 roku kąt godzinny Słońca prawdziwego względem południka Borowej Góry wynosi 20^h10^m41^s.279.

Kąt godz. Słońca prawdz. wzgl. południka BG	20 ^h 10 ^m 41 ^s .279	
minus długość geogr. Borowej Góry	– 1 24 08.914	ze str. 7
kąt godz. Słońca prawdz. wzgl. poł. Greenwich	18 46 32.365	
minus $(E + 12^h)$	–11 58 02.467 ^{a)}	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. poł. Greenwich minus 12 ^h	6 48 29.898	
plus $\mu\Delta T'$	+ 0.189	zob. przykład poprzedni
UT1	6 48 30.087	

- a) Do obliczenia równania czasu potrzeba znać a priori czas TT w zadanym momencie, ale niedokładność paru sekund nie ma znaczenia. Przybliżoną w tych granicach wartość czasu TT obliczamy w sposób następujący:

kąt godz. Słońca prawdz. wzgl. poł. Greenwich minus $(E + 12^h)$	$18^h 46^m 32^s.37$ $-11\ 58\ 02.43$ ^{b)}	
kąt godz. Sł. śr. wzgl. poł. Greenwich minus 12^h plus $\mu\Delta T'$	$6\ 48\ 29.94$ $+0.19$	zob. przykład poprzedni
$UT1$ minus $[UT1 - UTC]_{\text{IERS}}$	$6\ 48\ 30.13$ $+0.09$	ze str. 43 (interpolowane)
UTC plus $(TAI - UTC)$	$6\ 48\ 30.04$ $+37.00$	wzór (60)
TAI plus $(TT - TAI)$	$6\ 49\ 07.04$ $+32.18$	wzór (44)
TT	$6\ 49\ 39.22$	

- b) Do obliczenia przybliżonej wartości równania czasu współczynnik interpolacyjny np określamy na podstawie wartości kąta godzinowego Słońca względem południka Greenwich zmniejszonej o 12^h , czyli przybliżonej (błędnej głównie o wartość równania czasu minus $\Delta T'$) wartości czasu TT . Możemy tak zrobić, ponieważ przemiany równania czasu są podane na $0^h TT$, a zatem $n = TT/24^h$, przy czym są to przemiany godzinowe, zatem $p = 24^h/1^h$. Tak więc

$$np \simeq \frac{\text{czas sł. pr. Greenwich}}{1^h} = \frac{18^h 47^m - 12^h}{1^h} = 6.8$$

Przybliżoną wartość równania czasu (zwiększoną o 12^h) interpolujemy liniowo, korzystając z danych ze str. 17, podobnie jak w przykładzie poprzednim

$$E + 12^h = 11^h 57^m 57.67 + 6.8 \times 0.70 = 11^h 58^m 02.43$$

Z tą prowizoryczną wartością równania czasu kończymy rachunek przybliżonej wartości czasu TT . Następnie liczymy dokładnie współczynniki interpolacyjne

$$n = \frac{6\ 49\ 39.22}{24^h} = +0.284\ 482, \quad \frac{n}{2} = +0.1422, \quad np = +6.8276$$

a wreszcie ostateczną wartość równania czasu, z którą kończymy obliczenia zasadnicze. Tu również korzystamy z danych ze str. 17, użytych w przykładzie poprzednim

$$E + 12^h = 11^h 57^m 57.673 + 6.8276 (0.6997 + 0.1422 \times 0.0175) = 11^h 58^m 02.467$$

Pozorne współrzędne równikowe Słońca w układzie równikowym związanym z punktem równonocy wiosennej oblicza się według tego samego schematu z wykorzystaniem wielkości α_{app}^γ w miejsce α_{app}^{CIO} .

Księżyc (str. 20÷27)

Pozorne współrzędne równikowe (CIP) Księżyca: rektascensja (α_{app}^{CIO}) odniesiona do CIO, rektascensja (α_{app}^γ) odniesiona do punktu równonocy wiosennej i deklinacja (δ_{app}), obliczone w odstępach dobowych w skali czasu TT .

W kolejnych kolumnach tablic zawarto:

- $V_\delta/1^h$, przemianę deklinacji pozornej Księżyca na jedną godzinę;
- R , pozorny promień tarczy Księżyca;
- π , horyzontalną paralaksę równikową Księżyca;
- Wiek Księżyca, interwał czasu liczony w dobach od nowiu.

Wschody i zachody Księżyca odnoszą się do momentów wschodu i zachodu górnego brzegu tarczy Księżyca w Warszawie (Obserwatorium Politechniki) w czasie środkowoeuropejskim ($UTC + 1^h$). W obliczeniach uwzględniono refrakcję średnią i paralaksę Księżyca na dany moment. Chcąc wyrazić wschody, górowania i zachody w czasie wschodnioeuropejskim, który w Polsce jest czasem letnim, należy momenty podane w Roczniku zwiększyć o jedną godzinę. Godzina 24 otrzymana z dodawania byłaby wtedy godziną 0 dnia następnego.

Pozorne położenie Słońca (str. 28)

Momenty wstępowania Słońca w poszczególne znaki Zodiaku podano w czasie TT , który w tym wypadku można utożsamiać z czasem uniwersalnym.

Planety (str. 28÷29)

Pozorne współrzędne równikowe: rektascensja (α_{app}^{CIO}) i deklinacja (δ_{app}) planet: Merkurego, Wenus, Marsa obliczone w odstępach 10 dniowych zaś Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna w odstępach 20 dniowych, w skali czasu TT . Są one odniesione do równika CIP oraz do CIO .

W kolejnych kolumnach tablic zawarto:

- π , horyzontalną paralaksę równikową planety;
- R , pozorny promień tarczy planety.

Fazy Księżyca, perigeum, apogeum (str. 29)

Momenty osiągnięcia faz są podane do 1 minuty, momenty przejścia Księżyca przez perigeum i apogeum do 1 godziny.

Lunacja to cykl faz Księżyca pomiędzy dwoma kolejnymi nowiami. Czas trwania lunacji nosi nazwę miesiąca synodycznego i zwykle oba te pojęcia są utożsamiane. Zgodnie z propozycją Browna lunacje są numerowane kolejno od 17 stycznia 1923 roku (w nawiasach podano numery kolejnych lunacji).

Paralaksa Księżyca w perigeum i apogeum przyjmuje wartości ekstremalne.

Tablice do obliczania czasu wschodu i zachodu Słońca i Księżyca poza Warszawą (str. 30÷31)

Momenty wschodu i zachodu Słońca oraz Księżyca w Warszawie, wyrażone w czasie środkowoeuropejskim, podano w tablicach na str. 12÷27. Czas wschodu i zachodu Słońca w innych miejscowościach Polski można obliczyć korzystając z danych zawartych w tablicy ze str. 30, a czas wschodu i zachodu Księżyca korzystając z danych z tablicy ze str. 31. Tablice te zawierają poprawki, jakie należy dodać (algebraicznie) do czasu wschodu i zachodu tych ciał niebieskich w Warszawie (z uwzględnieniem uwag zamieszczonych u dołu str. 30 i 31), aby otrzymać momenty wschodu i zachodu w CSE w innych miejscowościach.

Przykład obliczenia momentów wschodów i zachodów poza Warszawą

- 7) Obliczyć w czasie środkowoeuropejskim momenty wschodu i zachodu Słońca oraz Księżyca w dniu 10 marca 2023 roku w Kaliszu.

Ze str. 13 Rocznika dla Słońca i str. 21 dla Księżyca dostajemy

	Słońce		Księżyc		
	wschód	zachód	wschód	górow.	zachód
III.10	6^h03^m	17^h31^m	21^h01^m	1^h33^m	7^h07^m
III.11				2^h17^m	

Obliczamy dla Księżyca odstęp czasu τ , przy czym τ_E jest to odstęp czasu między wschodem a następującym po nim górowaniem, zaś τ_W przedstawia odstęp czasu między poprzedzającym dany zachód górowaniem a momentem zachodu

$$\tau_E = 2^h17^m - 21^h01^m = 5^h16^m, \quad \tau_W = 7^h07^m - 1^h33^m = 5^h34^m$$

Do obliczeń przyjmujemy współrzędne geograficzne Kalisza

$$\varphi = +51^\circ 46' \quad \lambda = 18^\circ 05' = +1^h12.3$$

Najpierw interpolujemy dla szerokości geograficznej Kalisza dane ze str. 30 i 31, i układamy dla nich tabelki poprawek. Dla Słońca interpolujemy w wierszach okalających dat, a dla wschodu Księżyca w wierszach najbliższych τ (dla zachodu Księżyca przyjmujemy tę samą wyinterpolowaną wartość z przeciwnym znakiem). Obliczamy także różnicę długości geograficznych Kalisz—Warszawa. Długość geograficzną Warszawy przyjmujemy przy tym równą $+1^h24^m0$, tj. równą długości Obserwatorium Politechniki Warszawskiej (str. 7), do którego odnoszą się momenty wschodów i zachodów Słońca i Księżyca w Warszawie.

	Słońce			Księżyc		długość geogr.	
	wsch.	zach.	τ	wsch.	zach.	Kalisz	$1^h12.3$
III.2	-0.6	$+0.6$	5^h20^m	-0.8		W-wa Obs. PW	1 24.0
III.12	-0.2	$+0.2$	5^h30^m	-0.7	$+0.7$		
			5^h40^m		$+0.6$	$-\Delta\lambda$	$+11.7$

Poprawki na zadaną datę i dla odstępów czasu τ interpolujemy liniowo. Wyinterpolowane poprawki dodajemy algebraicznie wraz z różnicą długości (długość Warszawy minus długość Kalisza) do danych dla Warszawy. Wyniki otrzymujemy w czasie środkowoeuropejskim.

		Słońce		Księżyc	
		wschód	zachód	wschód	zachód
III.10	Warszawa cz. śr. eur.	6^h03^m	17^h31^m	21^h01^m	7^h07^m
	poprawka w szerokości	-0.3	+0.3	-0.8	+0.7
	poprawka w długości	+11.7	+11.7	+11.7	+11.7
III.10	Kalisz cz. śr. eur.	6^h14^m	17^h43^m	21^h12^m	7^h19^m

Poprawki do obliczeń momentów początku brzasku i końca zmierzchu cywilnego w Warszawie (str. 31)

Podano poprawki dla Warszawy 3 razy w miesiącu. Na inne dni wystarczy interpolować liniowo. Błąd wyniku końcowego nie przekracza 2 minut.

Odległość zenitalną środka Słońca w momentach początku brzasku i końca zmierzchu cywilnego przyjęto równą $96^\circ30'$.

Wschód i zachód Słońca w niektórych miastach Polski (str. 32÷33)

Podano w czasie środkowoeuropejskim momenty wschodu i zachodu górnego brzegu tarczy słonecznej we wszystkie niedziele dla następujących miast polskich: Białegostoku, Bydgoszczy, Gdańska, Katowic, Kielc, Koszalina, Krakowa, Lublina, Łodzi, Olsztyna, Opola, Poznania, Rzeszowa, Szczecina, Wrocławia i Zielonej Góry.

Wschód i zachód Słońca w niektórych stolicach europejskich (str. 34)

Podano w czasie środkowoeuropejskim momenty wschodu i zachodu górnego brzegu tarczy słonecznej dwa razy w miesiącu dla następujących stolic europejskich: Aten, Belgradu, Berlina, Budapesztu, Bukaresztu, Helsinek, Lizbony, Londynu, Madrytu, Moskwy, Paryża, Pragi, Rzymu, Sofii, Sztokholmu i Wiednia.

Kalendarz Astronomiczny (str. 35)

Kalendarz Astronomiczny umożliwia odczytanie momentów wschodu i zachodu w Warszawie w czasie środkowoeuropejskim: Słońca, Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna, a także początku brzasku cywilnego i astronomicznego oraz końca zmierzchu cywilnego i astronomicznego.

Zaćmienia Słońca i Księżycy (str. 36÷37)

Podano ogólne informacje o zaćmieniach Słońca i Księżycy. Dane liczbowe dotyczące zaćmień Słońca i Księżycy zaczerpnięto ze stron internetowych NASA (*F. Espenak, J. Anderson, <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>*).

Konfiguracje planet (str. 38)

Tablica konfiguracji planet zawiera momenty koniunkcji planet Układu Słonecznego ze Słońcem, Księżycem oraz koniunkcji wzajemnych, a także momenty elongacji planet wewnętrznych i opozycji planet zewnętrznych.

Koniunkcja oznacza moment, w którym odległość kątowa na sferze niebieskiej danych dwóch ciał jest minimalna.

Elongacja i opozycja oznaczają z kolei największą, względną, kątową odległość planety i Słońca na sferze niebieskiej.

Dwie ostatnie kolumny tablicy przedstawiają, odpowiednio, odległość kątową i położenie danej planety w stosunku do drugiego, wymienionego ciała Układu Słonecznego w momencie koniunkcji gdzie: N — oznacza, że wartość deklinacji planety jest większa niż wartość deklinacji drugiego ciała, S — przeciwnie.

Przybliżony azymut Biegunowej (str. 39)²⁰⁾

Tablica zawiera przybliżone wartości azymutu Biegunowej, zestawione według dwóch argumentów: kąta godzinnego t Biegunowej i szerokości geograficznej φ .

Dla wartości kąta godzinnego t odczytanych z kolumny po lewej stronie, wartości w tablicy wyznaczają azymut liczony w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara od kierunku północy (rzeczywisty azymut jest więc dopełnieniem podanych wartości do 360°); dla wartości t odczytanych z kolumny po prawej stronie tablicy, azymut jest liczony zgodnie z ruchem wskazówek zegara (tablica zawiera rzeczywiste wartości azymutu).

Przybliżona odległość zenitalna Biegunowej (str. 40)

Tablice służą do obliczania wartości pozornej odległości zenitalnej Polaris z dokładnością jednej minuty łuku według wzoru

$$z' = (90^\circ - \varphi) + \Delta z \quad (74)$$

Argumentem tablic jest kąt godzinny t Biegunowej. Odstępy argumentu są dobrane tak, aby następującym po sobie interwałom kąta godzinnego odpowiadały kolejne, zmieniające się skokami co 1 minutę łuku wielkości Δz . Tak więc znając kąt t wystarczy odszukać w tablicach interwał, w którym on się mieści i odczytać poprawkę Δz odpowiadającą temu interwałowi.

W poprawkach Δz uwzględniono refrakcję normalną dla $\varphi = 52^\circ$.

Odległość zenitalną Biegunowej można obliczać przy pomocy omawianych tabel z dokładnością jednej minuty łuku w co najmniej dwudziestostopniowym pasie ($\varphi = 40^\circ \div 60^\circ$). Należy korzystać z tabeli, w której nagłówku znajduje się wartość deklinacji najbliższa deklinacji pozornej Polaris w zadanym momencie.

Szerokość geograficzna z wysokości Biegunowej (str. 41)

Podstawą tablic odnoszących się do wyznaczania szerokości geograficznej φ z pomiaru wysokości $h = 90^\circ - z$ Biegunowej, jest wzór

$$\varphi = h - p \cos t + \frac{1}{2} p^2 \sin^2 t \tan h \sin 1'' - \dots \quad (75)$$

w którym $p = 90^\circ - \delta$ oznacza odległość biegunową a t kąt godzinny Biegunowej. Wzór ten można przedstawić w następującej postaci:

$$\varphi = h + V_I + V_{II} \quad (76)$$
$$V_I = -p \cos t + \frac{1}{2} p^2 \sin^2 t \sin 1'', \quad V_{II} = \frac{1}{2} p^2 \sin^2 t (\tan h - 1) \sin 1''$$

Wartości wyrazu V_I , w zależności od argumentów p oraz t , zawiera tablica główna, zaś wartości wyrazu V_{II} (oddzielnie dla $h < 40^\circ$ i $h > 40^\circ$), w zależności od h i t , zawierają tablice pomocnicze.

Współrzędne bieguna CIP („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) oraz poprawka do czasu uniwersalnego (str. 42÷43)

Współrzędne $x_{\text{IERS}}, y_{\text{IERS}}$ Niebieskiego Bieguna Pośredniego CIP („chwilowego” bieguna północnego Ziemi) na lata 2021–2022 podano w pięciodniowych interwałach wraz z datą oraz zmodyfikowaną datą juliańską (MJD). Są one wyrażone w układzie płaskich współrzędnych prostokątnych o początku w IRP (IERS Reference Pole) w systemie $ITRS$. Do roku 1987 początkiem tego układu był CIO^* (Conventional International Origin) w systemie BTS (BIH Terrestrial System).

Współrzędne te (nie wyrównywane) zostały obliczone na podstawie wykonanych różnymi technikami obserwacji, których wyniki są przekazywane do IERS i sprowadzone do wspólnego układu za pomocą odpowiednich, systematycznych, właściwych dla danej techniki poprawek. Oś x tego układu jest styczna do południka zerowego $ITRS$ (IRM — IERS Reference Meridian) ze zwrotem w kierunku Greenwich, a oś y jest skierowana na zachód. Relacje pomiędzy λ_0 , φ_0 i A_0 , oznaczającymi odpowiednio długość, szerokość i azymut, odniesione do IRP oraz λ_{CIP} , φ_{CIP} i A_{CIP} , oznaczającymi

²⁰⁾ Obliczony wg wzoru: $\tan A = \frac{-\cos \delta \sin t}{\sin \delta \cos \varphi - \cos \delta \sin \varphi \cos t}$.

chwilowe współrzędne i azymut odniesione do *CIP* (bardzo bliskiego chwilowemu biegunowi Ziemi), wyrażają następujące wzory:

$$\begin{aligned}\lambda_0 &= \lambda_{CIP} - \frac{1}{15} (x'' \sin \lambda_0 + y'' \cos \lambda_0) \tan \varphi_0 \\ \varphi_0 &= \varphi_{CIP} - (x'' \cos \lambda_0 - y'' \sin \lambda_0) \\ A_0 &= A_{CIP} - (x'' \sin \lambda_0 + y'' \cos \lambda_0) \sec \varphi_0\end{aligned}\tag{77}$$

We wzorach (77) długości geograficzne punktów leżących na wschód od Greenwich mają wartości dodatnie, a azymuty liczy się od północy zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Wielkości x'' i y'' odpowiadają współrzędnym płaskim x_{IERS} , y_{IERS} bieguna *CIP* wyrażonym w sekundach łuku.

Poprawkę $\Delta\lambda = UT1 - UT0$, która służy do przejścia od czasu uniwersalnego południka *TIO* w *IRS* do czasu uniwersalnego południka zerowego *ITRS* Greenwich, można odnaleźć w pierwszym ze wzorów (77). Mamy mianowicie

$$\Delta\lambda = UT1 - UT0 = -\frac{1}{15} (x'' \sin \lambda_0 + y'' \cos \lambda_0) \tan \varphi_0\tag{78}$$

Oprócz współrzędnych bieguna *CIP* tablica zawiera także różnice $UT1 - UTC$. Pozwalają one na przejście od Czasu Uniwersalnego Koordynowanego *UTC* do średniego czasu uniwersalnego *UT1*.

Wielkości $\Delta T_s = UT2 - UT1$, które przedstawiają sezonowe nieregularności ruchu obrotowego Ziemi, są przedstawiane od szeregu lat za pomocą wzoru

$$\Delta T_s = +0^s022 \sin 2\pi\tau - 0^s012 \cos 2\pi\tau - 0^s006 \sin 4\pi\tau + 0^s007 \cos 4\pi\tau\tag{79}$$

We wzorze (79) τ oznacza część roku, jaka upłynęła od jego początku do zadanego momentu.

Współrzędne bieguna *CIP* są odniesione do układu o początku w *IRP*, przy czym do opracowania końcowych wyników $UT1 - UTC$ są przyjmowane wyrównane współrzędne w systemie *ITRS*.

Dane dotyczące bieguna *CIP* oraz różnice $UT1 - UTC$ na koniec roku 2021 i większą część roku 2022 zamieszczono na str. 42. Dane stanowią wynik obliczeń prowadzonych na bieżąco przez IERS, aktualizowanych dwa razy w tygodniu i publikowanych jako tzw. rozwiązanie C04²¹⁾ oraz w wydawanych co tydzień przez IERS biuletynach A²²⁾. Tablica zawiera dane dostępne w chwili wydawania Rocznika.

Przybliżone, przewidywane, dostępne w chwili wydawania Rocznika, współrzędne bieguna *CIP* oraz różnice $UT1 - UTC$ na koniec roku 2022 i znaczną część roku 2023 zostały przedstawione w tablicy na str. 43. Dane te zaczerpnięto z biuletynu A²³⁾, wydawanego przez IERS Rapid Service/Prediction Center w US Naval Observatory i podano z dokładnością do dwóch cyfr znaczących.

Refrakcja (str. 44÷45)

Tablica na str. 44 zawiera wartości refrakcji normalnej R_0 według *Radau* oraz ekstynkcji E_0 , w zależności od pozornej odległości zenitalnej z' gwiazd, w odstępach 1° dla z' od 0° do 50° i w odstępach $20'$ dla z' od 50° do 91° .

Na str. 45 podane są wartości współczynników:

A zależny od temperatury t w $^\circ C$,

B zależny od ciśnienia H w $mm\ Hg$,

α zależny od pozornej odległości zenitalnej z' ,

β zależny od R_1 ,

γ zależny od odległości zenitalnej z' i temperatury t .

W celu wyznaczenia refrakcji całkowitej stosuje się następujące wzory:

$$R_1 = R_0(1 + A\alpha\gamma)\tag{80}$$

$$R = R_1(1 + B\beta)\tag{81}$$

²¹⁾ Dane te są dostępne pod adresem: <https://www.iers.org/ IERS/EN/DataProducts/EarthOrientationData/eop.html>.

²²⁾ Biuletyny A są dostępne pod adresem: <https://www.iers.org/ IERS/EN/Publications/Bulletins/bulletins.html>.

²³⁾ Biuletyny A są dostępne pod adresem: <https://www.iers.org/ IERS/EN/Publications/Bulletins/bulletins.html>.

- 8) Dane: zaobserwowane odległości zenitalne z' , temperatura zewnętrzna t oraz ciśnienie atmosferyczne H (wskazanie barometru). Obliczyć wpływ refrakcji atmosferycznej R i znaleźć rzeczywistą odległość zenitalną $z = z' + R$.

z'	t [$^{\circ}C$]	H [mm]	A	α	γ	$(1 + A\alpha\gamma)$	R_0
$44^{\circ}09'18'' = 44.16$	+19.8	763.2	-0.0707	1.000	1.00000	0.92930	$0'58.3'' = 58.3$
$73\ 45\ 42 = 73.76$	-4.2	748.5	+0.0163	1.015	1.00000	1.01654	$3\ 23.8 = 203.8$
$81\ 12\ 38 = 81.21$	+10.9	752.5	-0.0401	1.047	0.99952	0.95804	$6\ 12.8 = 372.8$

R_1	B	β	$(1 + B\beta)$	R	z
$54.2 = 0.90$	+0.0042	1.000	1.00420	$54.4''$	$44^{\circ}10'12''$
$207.2 = 3.45$	-0.0152	1.002	0.98477	204.0	$73\ 49\ 06$
$357.2 = 5.95$	-0.0098	1.004	0.99016	353.7	$81\ 18\ 32$

Zestawienie gwiazdozbiorów (str. 46÷47)

Zestawienie gwiazdozbiorów podano w oparciu o Atlas Nieba Gwiazdzistego (J. Dobrzycki, A. Dobrzycki, PWN 1989).

Mapa nieba gwiazdzistego (str. 48÷51)

Mapę sporządzono na podstawie *Bright Star Catalogue, 5th Revised Edition*. Mapa obejmuje gwiazdy jaśniejsze od 5 wielkości gwiazdowej. Współrzędne gwiazd odnoszą się do epoki J2000.0. Gwiazdy zmienne zaznaczono kółkami, zaś gwiazdy podwójne kreską. Oznaczenia literowe oraz liczbowe gwiazd podano dla gwiazd jaśniejszych od 4 wielkości gwiazdowej oraz wszystkich gwiazd zmiennych i podwójnych. Granice gwiazdozbiorów podano na podstawie *Catalogue of Constellation Boundary Data*, (A.C. Davenhall i S.K. Leggett, 1990), będącego przeliczoną na epokę J2000.0 wersją *Delimitation Scientifique des Constellations*, (E. Delporte, 1930).

Sygnaly czasu (str. 52)

Podano aktualne informacje o wybranych, europejskich i światowych radiostacjach nadających całodobowo sygnały czasu. Dane te zostały zaczerpnięte z *BIPM Annual Report on Time Activities, Vol.15, 2020*, wydawanego corocznie przez Bureau International des Poids et Mesures, w Sèvres oraz stron internetowych wybranych stacji nadawczych.

Poprawki do momentów emisji sygnałów względem Czasu Uniwersalnego Koordynowanego UTC są z reguły zaniebdywalne w porównaniu do błędów znajomości czasu propagacji fal radiowych.

W Polsce sygnały czasu są nadawane przez rozgłośnie Polskiego Radia z Głównego Urzędu Miar, który wysyła sygnały złożone z sześciu krótkich znaków fonicznych, następujących po sobie w odstępach sekundowych. Początek ostatniego znaku oznacza równą godzinę z dokładnością większą niż 1 ms.

Z sygnałów Polskiego Radia można korzystać przy wyznaczeniach azymutu astronomicznego metodą kąta godzinnego Polaris. Poprawki tych sygnałów względem czasu koordynowanego, a także poprawki propagacyjne na obszarze Polski, są przy tym zaniebdywalne. Do momentu emisji należy jedynie wprowadzać wartości $DUT1^{24)}$ i przy przejściach do czasu południka Greenwich pamiętać o różnicy między czasem uniwersalnym a czasem urzędowym

$$DUT1 = UT1 - UTC \quad (82)$$

Większość emitowanych sygnałów dokładnego czasu zawiera w sobie informację o wartości poprawki $DUT1$, wyrażonej w $0.1^{25)}$. Dodatnia wartość $DUT1$ jest wskazywana przez wyróżnienie następujących po sobie n sygnałów sekundowych po sygnale oznaczającym pełną minutę. Ujemna wartość $DUT1$ jest wskazywana przez n następujących po sobie, wyróżnionych sygnałów sekundowych, począwszy od dziewiętej sekundy po impulsie oznaczającym pełną minutę

$$DUT1 = n \times 0.1 \quad (83)$$

Impulsy sekundowe sygnalizujące wartość poprawki $DUT1$ są wyróżniane np.: przez przedłużenie sygnału, podwojenie, lub zmianę jego tonu.

²⁴⁾ Informacje o wartościach poprawek $DUT1$ są publikowane w biuletynie D IERS (<https://www.iers.org/IERS/EN/Publications/Bul>)

²⁵⁾ Niektóre stacje jak np. RWM i RBU kodują w sygnałach czasu dodatkową informację ($dUT1$), pozwalającą na określenie różnicy czasu $UT1 - UTC$ z dokładnością do 0.02 .

Mapa deklinacji magnetycznej (str. 53)

Z mapy deklinacji magnetycznej na epokę 2023.5 można wyinterpolować przybliżoną wartość deklinacji magnetycznej dla dowolnego punktu na obszarze Polski. Aby otrzymać wartość deklinacji na inną epokę, należy ekstrapolować liniowo z uwzględnieniem podanej zmiany rocznej. Epoka, na którą dokonuje się ekstrapolacji nie powinna odbiegać bardziej niż 5 lat od epoki mapy deklinacji.

Niektóre stałe, definicje, wzory astronomiczne i geodezyjne (str. 54÷59)

Dane zamieszczone w tym dziale zaczerpnięto z IERS Technical Note 21 (lipiec 1996) i Journal of Geodesy, Vol. 74, No 1 (2000), a także z IERS Technical Note 32 „*IERS Conventions 2003*”, IAU Bulletin 88 „*Resolutions of the XXIVth General Assembly*” oraz z Rezolucji XXVI ZG IAU (Praga, 2006), a także Rezolucji XXVII ZG IAU (Rio de Janeiro, 2009).

Współczynniki do wzorów interpolacyjnych

Stirling				Bessel				Newton				
n	$\frac{n^2}{2}$	$\frac{n(n^2-1)}{6}$	$\frac{n^2(n^2-1)}{24}$	n	$\frac{n(n-1)}{2}$	$\frac{n(n-1)(n-\frac{1}{2})}{6}$	$\frac{n(n^2-1)(n-2)}{24}$	n	$\binom{n}{2}$	$\binom{n}{3}$	$\binom{n}{4}$	$\binom{n}{5}$
0.00	0.00000	0.0000	0.0000	0.00	0.00000	0.0000	0.0000	0.00	0.00000	0.0000	0.0000	0.0000
0.01	+0.00005	-0.0017	0.0000	0.01	-0.00495	+0.0008	+0.0008	0.01	-0.00495	+0.0033	-0.0025	+0.0020
0.02	+0.00020	-0.0033	0.0000	0.02	-0.00980	+0.0016	+0.0016	0.02	-0.00980	+0.0065	-0.0048	+0.0038
0.03	+0.00045	-0.0050	0.0000	0.03	-0.01455	+0.0023	+0.0025	0.03	-0.01455	+0.0096	-0.0071	+0.0056
0.04	+0.00080	-0.0067	-0.0001	0.04	-0.01920	+0.0029	+0.0033	0.04	-0.01920	+0.0125	-0.0093	+0.0074
0.05	+0.00125	-0.0083	-0.0001	0.05	-0.02375	+0.0036	+0.0041	0.05	-0.02375	+0.0154	-0.0114	+0.0090
0.06	+0.00180	-0.0100	-0.0001	0.06	-0.02820	+0.0041	+0.0048	0.06	-0.02820	+0.0182	-0.0134	+0.0106
0.07	+0.00245	-0.0116	-0.0002	0.07	-0.03255	+0.0047	+0.0056	0.07	-0.03255	+0.0209	-0.0153	+0.0121
0.08	+0.00320	-0.0132	-0.0003	0.08	-0.03680	+0.0052	+0.0064	0.08	-0.03680	+0.0236	-0.0172	+0.0135
0.09	+0.00405	-0.0149	-0.0003	0.09	-0.04095	+0.0056	+0.0071	0.09	-0.04095	+0.0261	-0.0190	+0.0148
0.10	+0.00500	-0.0165	-0.0004	0.10	-0.04500	+0.0060	+0.0078	0.10	-0.04500	+0.0285	-0.0207	+0.0161
0.11	+0.00605	-0.0181	-0.0005	0.11	-0.04895	+0.0064	+0.0086	0.11	-0.04895	+0.0308	-0.0223	+0.0173
0.12	+0.00720	-0.0197	-0.0006	0.12	-0.05280	+0.0067	+0.0093	0.12	-0.05280	+0.0331	-0.0238	+0.0185
0.13	+0.00845	-0.0213	-0.0007	0.13	-0.05655	+0.0070	+0.0100	0.13	-0.05655	+0.0352	-0.0253	+0.0196
0.14	+0.00980	-0.0229	-0.0008	0.14	-0.06020	+0.0072	+0.0106	0.14	-0.06020	+0.0373	-0.0267	+0.0206
0.15	+0.01125	-0.0244	-0.0009	0.15	-0.06375	+0.0074	+0.0113	0.15	-0.06375	+0.0393	-0.0280	+0.0216
0.16	+0.01280	-0.0260	-0.0010	0.16	-0.06720	+0.0076	+0.0120	0.16	-0.06720	+0.0412	-0.0293	+0.0225
0.17	+0.01445	-0.0275	-0.0012	0.17	-0.07055	+0.0078	+0.0126	0.17	-0.07055	+0.0430	-0.0304	+0.0233
0.18	+0.01620	-0.0290	-0.0013	0.18	-0.07380	+0.0079	+0.0132	0.18	-0.07380	+0.0448	-0.0316	+0.0241
0.19	+0.01805	-0.0305	-0.0014	0.19	-0.07695	+0.0080	+0.0138	0.19	-0.07695	+0.0464	-0.0326	+0.0249
0.20	+0.02000	-0.0320	-0.0016	0.20	-0.08000	+0.0080	+0.0144	0.20	-0.08000	+0.0480	-0.0336	+0.0255
0.21	+0.02205	-0.0335	-0.0018	0.21	-0.08295	+0.0080	+0.0150	0.21	-0.08295	+0.0495	-0.0345	+0.0262
0.22	+0.02420	-0.0349	-0.0019	0.22	-0.08580	+0.0080	+0.0155	0.22	-0.08580	+0.0509	-0.0354	+0.0267
0.23	+0.02645	-0.0363	-0.0021	0.23	-0.08855	+0.0080	+0.0161	0.23	-0.08855	+0.0522	-0.0362	+0.0273
0.24	+0.02880	-0.0377	-0.0023	0.24	-0.09120	+0.0079	+0.0166	0.24	-0.09120	+0.0535	-0.0369	+0.0278
0.25	+0.03125	-0.0391	-0.0024	0.25	-0.09375	+0.0078	+0.0171	0.25	-0.09375	+0.0547	-0.0376	+0.0282
0.26	+0.03380	-0.0404	-0.0026	0.26	-0.09620	+0.0077	+0.0176	0.26	-0.09620	+0.0558	-0.0382	+0.0286
0.27	+0.03645	-0.0417	-0.0028	0.27	-0.09855	+0.0076	+0.0180	0.27	-0.09855	+0.0568	-0.0388	+0.0289
0.28	+0.03920	-0.0430	-0.0030	0.28	-0.10080	+0.0074	+0.0185	0.28	-0.10080	+0.0578	-0.0393	+0.0292
0.29	+0.04205	-0.0443	-0.0032	0.29	-0.10295	+0.0072	+0.0189	0.29	-0.10295	+0.0587	-0.0398	+0.0295
0.30	+0.04500	-0.0455	-0.0034	0.30	-0.10500	+0.0070	+0.0193	0.30	-0.10500	+0.0595	-0.0402	+0.0297
0.31	+0.04805	-0.0467	-0.0036	0.31	-0.10695	+0.0068	+0.0197	0.31	-0.10695	+0.0602	-0.0405	+0.0299
0.32	+0.05120	-0.0479	-0.0038	0.32	-0.10880	+0.0065	+0.0201	0.32	-0.10880	+0.0609	-0.0408	+0.0300
0.33	+0.05445	-0.0490	-0.0040	0.33	-0.11055	+0.0063	+0.0205	0.33	-0.11055	+0.0615	-0.0411	+0.0302
0.34	+0.05780	-0.0501	-0.0043	0.34	-0.11220	+0.0060	+0.0208	0.34	-0.11220	+0.0621	-0.0413	+0.0302
0.35	+0.06125	-0.0512	-0.0045	0.35	-0.11375	+0.0057	+0.0211	0.35	-0.11375	+0.0626	-0.0414	+0.0303
0.36	+0.06480	-0.0522	-0.0047	0.36	-0.11520	+0.0054	+0.0214	0.36	-0.11520	+0.0630	-0.0416	+0.0303
0.37	+0.06845	-0.0532	-0.0049	0.37	-0.11655	+0.0051	+0.0217	0.37	-0.11655	+0.0633	-0.0416	+0.0302
0.38	+0.07220	-0.0542	-0.0051	0.38	-0.11780	+0.0047	+0.0219	0.38	-0.11780	+0.0636	-0.0417	+0.0302
0.39	+0.07605	-0.0551	-0.0054	0.39	-0.11895	+0.0044	+0.0222	0.39	-0.11895	+0.0638	-0.0417	+0.0301
0.40	+0.08000	-0.0560	-0.0056	0.40	-0.12000	+0.0040	+0.0224	0.40	-0.12000	+0.0640	-0.0416	+0.0300
0.41	+0.08405	-0.0568	-0.0058	0.41	-0.12095	+0.0036	+0.0226	0.41	-0.12095	+0.0641	-0.0415	+0.0298
0.42	+0.08820	-0.0577	-0.0061	0.42	-0.12180	+0.0032	+0.0228	0.42	-0.12180	+0.0641	-0.0414	+0.0296
0.43	+0.09245	-0.0584	-0.0063	0.43	-0.12255	+0.0029	+0.0229	0.43	-0.12255	+0.0641	-0.0412	+0.0294
0.44	+0.09680	-0.0591	-0.0065	0.44	-0.12320	+0.0025	+0.0231	0.44	-0.12320	+0.0641	-0.0410	+0.0292
0.45	+0.10125	-0.0598	-0.0067	0.45	-0.12375	+0.0021	+0.0232	0.45	-0.12375	+0.0639	-0.0408	+0.0289
0.46	+0.10580	-0.0604	-0.0070	0.46	-0.12420	+0.0017	+0.0233	0.46	-0.12420	+0.0638	-0.0405	+0.0287
0.47	+0.11045	-0.0610	-0.0072	0.47	-0.12455	+0.0012	+0.0233	0.47	-0.12455	+0.0635	-0.0402	+0.0284
0.48	+0.11520	-0.0616	-0.0074	0.48	-0.12480	+0.0008	+0.0234	0.48	-0.12480	+0.0632	-0.0398	+0.0280
0.49	+0.12005	-0.0621	-0.0076	0.49	-0.12495	+0.0004	+0.0234	0.49	-0.12495	+0.0629	-0.0395	+0.0277
0.50	+0.12500	-0.0625	-0.0078	0.50	-0.12500	0.0000	+0.0234	0.50	-0.12500	+0.0625	-0.0391	+0.0273
$u = u_0 + n\Delta_0^I + \frac{n^2}{2}\Delta_0^{II} +$ $+ \frac{n(n^2-1)}{6}\Delta_0^{III} +$ $+ \frac{n^2(n^2-1)}{24}\Delta_0^{IV} + \dots$ $\Delta_0^I = \frac{1}{2}(\Delta_{-1/2}^I + \Delta_{1/2}^I),$ $\Delta_0^{III} = \frac{1}{2}(\Delta_{-1/2}^{III} + \Delta_{1/2}^{III}), \dots$				$u = u_0 + n\Delta_{1/2}^I + \frac{n(n-1)}{2}\Delta_{1/2}^{II} +$ $+ \frac{n(n-1)(n-\frac{1}{2})}{6}\Delta_{1/2}^{III} +$ $+ \frac{n(n^2-1)(n-2)}{24}\Delta_{1/2}^{IV} + \dots$ $\Delta_{1/2}^{II} = \frac{1}{2}(\Delta_0^{II} + \Delta_1^{II}),$ $\Delta_{1/2}^{IV} = \frac{1}{2}(\Delta_0^{IV} + \Delta_1^{IV}), \dots$				$u = u_0 + n\Delta_{1/2}^I + \binom{n}{2}\Delta_{1/2}^{II} + \binom{n}{3}\Delta_{3/2}^{III} +$ $+ \binom{n}{4}\Delta_2^{IV} + \binom{n}{5}\Delta_{5/2}^V + \dots$ $\binom{n}{2} = \frac{n(n-1)}{2}, \quad \binom{n}{3} = \frac{n(n-1)(n-2)}{6}$ $\binom{n}{4} = \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{24}, \dots$ $u_{-2} \Delta_{-3/2}^I \Delta_{-1}^{II} \Delta_{-1/2}^{III} \Delta_0^{IV}$ $u_{-1} \Delta_{-1/2}^I \Delta_0^{II} \Delta_{1/2}^{III} \Delta_1^{IV}$ $u_0 \Delta_{1/2}^I \Delta_1^{II} \Delta_{3/2}^{III} \Delta_{5/2}^V$ $u_1 \Delta_{3/2}^I \Delta_2^{II} \Delta_{5/2}^{III}$ $u_2 \Delta_{5/2}^I$ u_3				

Przy interpolowaniu do środka ($n = 0.5$) szczególnie korzystne jest stosowanie wzoru Bessela.

**Rezolucje XXXI Zgromadzenia Generalnego
Międzynarodowej Unii Astronomicznej (IAU)
Busan, 2–11 sierpnia 2022 r.**

Rezolucja B2

dot. udoskonalenia teorii i modeli ruchu obrotowego Ziemi

zaproponowana przez Komisję IAU A2 (Ruch Obrotowy Ziemi)

XXXI Zgromadzenie Generalne Międzynarodowej Unii Astronomicznej

zauważając

1. że spójna definicja i określenie ze zwiększoną dokładnością obrotu Międzynarodowego Ziemskiego Systemu i Układu Odniesienia względem Międzynarodowego Niebieskiego Systemu i Układu Odniesienia, przyjęte Rezolucjami B1 i B2 XXX Zgromadzenia Generalnego IAU w 2018 r., niezbędne są dla dokładnej realizacji tych dwóch układów, zapewniając postęp w astrometrii i zwiększając nasze wnikanie w realizację niebieskich układów odniesienia na różnych długościach fal, badanie globalnych zmian Ziemi i wyznaczanie globalnych zmiennych geodezyjnych, jako jednego z licznych tematów naukowych i technicznych związanych z precyzyjnym pozycjonowaniem na Ziemi i nawigacją kosmiczną;
2. że IAU przyjęła teorię nutacji IAU2000A i teorię precesji IAU2006 odpowiednio Rezolucjami B1.6 XXIV Zgromadzenia Generalnego IAU i B1 XXVI Zgromadzenia Generalnego IAU, które zostały zatwierdzone odpowiednio przez Rezolucje 4 XXIII Zgromadzenia Generalnego Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki (IUGG) i XXIV Zgromadzenia Generalnego IUGG;
3. że obecne teorie ruchu obrotowego Ziemi, nawet wzbogacone o modele uzupełniające dostarczane przez Międzynarodową Służbę Ruchu Obrotowego Ziemi i Systemów Odniesienia (IERS), nie pozwalają modelować i dokonywać predykcji parametrów orientacji Ziemi (EOP) z dokładnością zbliżoną do obecnych rygorystycznych wymagań, na przykład tych ustalonych przez Globalny System Obserwacji Geodezyjnych Międzynarodowej Asocjacji Geodezji (GGOS/IAG), pomimo zwiększonej dokładności i precyzji indywidualnych i łączonych rozwiązań otrzymywanych za pomocą jednej lub wielu technik;
4. że teorie precesji-nutacji IAU2000 i IAU2006 zawierają wewnętrzne niespójności i błędy systematyczne, których korekta jest częściowo możliwa, ale także niespójności wynikające z wykorzystania przestarzałych modeli zamiast najnowocześniejszych modeli stosowanych w wyznaczaniu EOP;
5. że teoretyczne modele precesji-nutacji i obserwacje różnych EOP nie zawsze odnoszą się do aktualnych standardów IAU i IUGG/IAG, w szczególności w odniesieniu do ziemskich układów odniesienia;

uznając

6. wyniki Połączonej Grupy Roboczej Komisji A2 IAU ds. Teorii Ruchu Obrotowego Ziemi i Walidacji (JWG TERV), wspólnie z Komisją 3 IAG, zebrane w raporcie opublikowanym w IAG Travaux 2015-2019 (Vol. 41, pp. 292-301);
7. że Rada IAG na XVII Zgromadzeniu Generalnym IUGG w Montrealu 2019 przyjęła Rezolucję 5 IAG w sprawie poprawy teorii i modeli ruchu obrotowego Ziemi, akceptując wnioski IAU/IAG JWG TERV, opublikowane w (2020) Raport Wspólnej Grupy Roboczej IAU/IAG ds. Teorii Ruchu Obrotowego Ziemi i Walidacji, 2020, Ferrndiz J.M., Gross R.S., Escapa A., Getino J., Brzeziński A., Heinkelmann R. W International Association of Geodesy Symposia, Springer, https://doi.org/10.1007/1345_2020_103;
8. potrzebę wykorzystania postępów dokonanych lub będących w toku w różnych aspektach teoretycznego i empirycznego modelowania i predykcji ruchu obrotowego Ziemi w celu zbliżenia się do dokładności obecnie wymaganej i przewidywanej w najbliższej przyszłości; oraz
9. potrzebę większej spójności między standardami i produktami IAU, IAG i IUGG,

uchwala

10. aby zachęcać do niezwłocznego ulepszania teorii ruchu obrotowego Ziemi pod względem jej dokładności, spójności i zdolności do modelowania i przewidywania podstawowych EOP;

11. że definicja wszystkich EOP i powiązanych z nimi teorii, równań i modeli pomocniczych rządzących ich ewolucją w czasie musi być zgodna z układami odniesienia oraz rezolucjami, modelami konwencjonalnymi, produktami i standardami przyjętymi przez IAU, IUGG/IAG i ich struktury;
12. że nowe modele powinny być bliższe dynamicznie zmieniającej się w czasie, rzeczywistej Ziemi oraz, na ile to możliwe, dające się dostosowywać się do przyszłej aktualizacji układów odniesienia i standardów; oraz
13. że IAU działa w ścisłej współpracy z IUGG/IAG i innymi zainteresowanymi organizacjami.

Rezolucja B3

dot. Niebieskiego Układu Odniesienia Gaia

zaproponowana przez Oddział A IAU (Wielospektralne realizacje Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia)

XXXI Zgromadzenie Generalne Międzynarodowej Unii Astronomicznej

zauważając

1. że Rezolucja B2 XXIII Zgromadzenia Ogólnego (1997) stanowi, że „od 1 stycznia 1998 r. niebieskim systemem odniesienia IAU będzie Międzynarodowy Niebieski System Odniesienia (*ICRS*)”;
2. że Rezolucja B2 XXIII Zgromadzenia Ogólnego (1997) stanowi, że „Katalog Hipparcos będzie podstawową realizacją *ICRS* na długościach fal optycznych”;
3. że Rezolucja B2 XXX Zgromadzenia Ogólnego (2018) postanowiła, że „od 1 stycznia 2019 r. podstawową realizacją Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia (*ICRS*) będzie Trzecia Realizacja Międzynarodowego Układu Niebieskiego Odniesienia (*ICRF3*), opracowana przez Grupę Roboczą IAU ds. Trzeciej Realizacji Międzynarodowego Niebieskiego Układu Odniesienia”;

uznając

4. że od czasu ustanowienia *ICRF3*, kosmiczny teleskop ESA Gaia przeprowadził odpowiednie obserwacje optyczne źródeł pozagalaktycznych i udostępnił wysokiej jakości katalog astrometryczny dla tych źródeł;
5. że zasady obserwacyjne teleskopu Gaia dotyczące źródeł pozagalaktycznych spełniają wymagania *ICRS*;
6. że układ odniesienia Gaia w zakresie widzialnym (Gaia-CRF3) jest spójny z układem *ICRF3* w domenie radiowej dzięki zestawowi wspólnych źródeł w paśmie optycznym i radiowym;
7. że Gaia-CRF3 i katalog gwiazd Gaia w dużej mierze zastąpiły Katalog Hipparcos;
8. że Gaia-CRF3 jest de facto optyczną realizacją Niebieskiego Układu Odniesienia używanego w społeczności astronomicznej;
9. że dane Gaia-CRF3 zostały opublikowane w grudniu 2020 r. w ramach Gaia EDR3 i są dostępne w archiwum Gaia;

zaleca

10. od 1 stycznia 2022 r. podstawowa realizacja Międzynarodowego Niebieskiego Systemu Odniesienia (*ICRS*) obejmuje Trzecią Realizację Międzynarodowego Układu Odniesienia Nieba (*ICRF3*) dla domeny radiowej oraz Gaia-CRF3 dla domeny optycznej.

Literatura

Gaia Collaboration, Gaia Early Data Release 3. Summary of the contents and survey properties, A&A, 649, A1 (2021), <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202039657>

tłumaczenie z oryginału ang. J. Kryński, M. Sękowski